

Oscar T. Matsuura (Org.)

História da Astronomia no Brasil

(2013)

Volume I



História da Astronomia no Brasil (2013)

Volume I

Governo do Estado de Pernambuco

Governador do Estado João Lyra Neto
Secretário da Casa Civil Luciano Vásquez Mendes

Secretaria de Ciência e Tecnologia

Secretário José Antônio Bertotti Júnior
Chefe de Gabinete Glauce Margarida da Hora Medeiros
Secretário Executivo Luis Henrique Veiga Farias de Lira

Gerências

Gerente Geral de Política de Ensino Superior e Pesquisa Aronita Rosenblatt
Gerente Geral de Política de Ciência, Tecnologia e Inovação Alexandre Stamford da Silva

Companhia Editora de Pernambuco

Presidente Ricardo Leitão
Diretor de Produção e Edição Ricardo Melo
Diretor Administrativo e Financeiro Bráulio Mendonça Meneses

Conselho Editorial

Presidente Everaldo Norões
Lourival Holanda
Nelly Medeiros de Carvalho
Pedro Américo de Farias

Produção Editorial Marco Polo Guimarães
Direção de Arte Luiz Arrais

Museu de Astronomia e Ciências Afins
MAST, Rio de Janeiro

OSCAR T. MATSUURA
Organizador

História da Astronomia no Brasil (2013)

Volume I

Comissão Editorial:
Alfredo Tiomno Tolmasquim
Antonio Augusto Passos Videira
Christina Helena Barboza
Walter Junqueira Maciel

Cepe
EDITORIA

Secretaria de
Ciência e Tecnologia

PERNAMBUCO
GOVERNO DO ESTADO

© 2014 Oscar T. Matsuura

Direitos reservados à
Companhia Editora de Pernambuco — Cepe
Rua Coelho Leite, 530 — Santo Amaro
CEP 50100-140 — Recife — PE
Fone: 81 3183.2700

H673 História da astronomia no Brasil (2013) / organizador:
 Oscar T. Matsuura ; comissão editorial: Alfredo
 Tiomno Tolmasquim ... [et al.]. – Recife : Cepe,
 2014.
 v. 1. : il.

Inclui referências.

1. Astronomia – História. 2. Astronomia –
Brasil – História. I. Matsuura, Oscar T. II. Tolmas-
quim, Alfredo Tiomno.

PeR – BPE 14-484

CDU 52
CDD 520

ISBN: 978-85-7858-247-0

Impresso no Brasil 2014
Foi feito o depósito legal

NOTA DO EDITOR

Por solicitação do organizador do livro, em razão das particularidades do tema, que envolve conhecimentos técnicos dominados por uns poucos estudiosos, cada autor se responsabilizou pela revisão final do capítulo que escreveu, segundo suas próprias diretrizes.

A última história abrangente da astronomia brasileira foi narrada por Abrahão de Moraes em 1955, num capítulo de “As Ciências no Brasil”, de Fernando de Azevedo (Org.), São Paulo: Edições Melhoramentos.

Assim, faltava uma nova história da nossa astronomia que incorporasse tanto os episódios mais recentes, quanto os novos estudos sobre episódios do passado. Tal obra se justifica ainda mais porque, na periodização das ciências no Brasil, após os períodos colonial, da ilustração lusitana, do positivismo e da implantação das ciências puras, a nova astronomia brasileira, iniciada por volta da década de 60, se insere no período mais importante e produtivo da história da ciência brasileira.

Esta é uma história local, cujo público-alvo nos tempos de Abrahão de Moraes era um pequeno conjunto de indivíduos, mas hoje é uma numerosa comunidade que inclui, além dos astrônomos dos departamentos de astronomia das universidades e institutos de pesquisa, e dos pesquisadores de outros departamentos que se dedicam a trabalhos teóricos, observacionais ou experimentais relacionados com a astronomia (raios cósmicos, ondas gravitacionais, astrobiologia, meteorítica etc.), os pesquisadores das ciências que fazem fronteira com a astronomia (arqueoastronomia, etnoastronomia, história da astronomia, ensino da astronomia, popularização da astronomia etc.), os professores de astronomia de todos os níveis, os divulgadores da astronomia, os planetaristas, os astrônomos amadores, os jornalistas científicos, os formadores de opinião, os gestores de órgãos oficiais ou privados, nacionais ou internacionais, de promoção da ciência, tecnologia, inovação e educação, os pesquisadores de disciplinas de interface com a astronomia, tais como matemática, física, química, computação, engenharia espacial, biologia, geofísica etc., os profissionais liberais e cidadãos comuns interessados em ciência e tecnologia.

A utilidade maior pretendida por esta história é a de fornecer elementos que possibilitem à comunidade acima definida, reconhecer suas origens, conhecer sua história e os fatores que explicam sua identidade; e a cada membro da comunidade desenvolver um senso de pertencimento ao compartilhar das mesmas origens, heranças, valores, referências e significados.

Este Volume I aborda os resultados de estudos recentes sobre documentos do passado acerca de episódios de até meados do século 20. Esses estudos, de modo geral tratam de temas mais delimitados, porém, mais profundamente

analisados e interpretados em relação a diferentes aspectos e contextos de cada época. A linha do tempo é, sem dúvida, fundamental, mas ela é propositadamente mantida subliminar. A articulação dos temas dos Capítulos foi considerada merecedora de maior explicitação. Assim a abordagem é antes de tudo temática, sem deixar de ser diacrônica. Para o conjunto de textos elaborados por diferentes autores, vale a analogia do mosaico que deve ser entendido, não como uma justaposição de figuras desconexas, senão como um painel em que partes distintas dialogam entre si para dar emergência a um significado único.

SUMÁRIO

PREFÁCIO 11

Capítulo 1

APRESENTAÇÃO

Recontando a história da astronomia no Brasil

Oscar T. Matsuura (MAST/MCTI e Programa HCTE/UFRJ) 14

Capítulo 2

ARQUEOASTRONOMIA

Arqueoastronomia no Brasil

Germano Bruno Afonso (Museu da Amazônia, Fapeam/CNPq)

e Carlos Aurélio Nadal (Departamento de Geomática/UFPR) 50

Capítulo 3

ASTRONOMIA INDÍGENA

Relações céu-terra entre os indígenas no Brasil:

distintos céus, diferentes olhares

Flavia Pedroza Lima (Fundação Planetário da Cidade do Rio de Janeiro);

Priscila Faulhaber Barbosa (MAST/MCTI);

Marcio D'Olne Campos (UNIRIO);

Luiz Carlos Jafelice (UFRN)

e Luiz Carlos Borges (MAST/MCTI) 86

Capítulo 4

ASTRONOMIA DO DESCOBRIMENTO

A difusão do Cruzeiro do Sul na cartografia quinhentista

Gil Alves Silva (HCTE/UFRJ) 130

Capítulo 5

BRASIL HOLANDÊS

1. Um observatório de ponta no Novo Mundo
Oscar T. Matsuura (MAST/MCTI e Programa HCTE/UFRJ) 150
2. A astronomia e o mapa *Brasilia qua parte paret belgis*,
de Jorge Marcgrave
Jorge Pimentel Cintra (EP/USP) e Levy Pereira (LHS/UnB) 195

Capítulo 6

EXPEDIÇÕES EUROPEIAS PARA O BRASIL

- Práticas astronômicas nos confins da América: instrumentos
e livros científicos na construção do Brasil (1750 — 1760)
Heloisa Meireles Gesteira (MAST/MCTI e PPGH/UNIRIO-MAST).... 228

Capítulo 7

EXPEDIÇÕES ASTRONÔMICAS

- Astronomia e território: a Comissão Demarcadora
de Limites entre Brasil e Argentina
Bruno Capilé (MAST/MCTI)
e Moema de Rezende Vergara (MAST/MCTI)..... 248

Capítulo 8

ENSINO SUPERIOR DE ASTRONOMIA

- O Observatório do Valongo e a história do ensino superior
de astronomia no Rio de Janeiro
José Adolfo S. de Campos (OV/UFRJ) 268

Capítulo 9

DIFUSÃO DA HORA LEGAL

- O Serviço da Hora do Observatório Nacional
Jair Barroso Junior (ON/MCTI)
e Selma Junqueira (DSHO/ON/MCTI)..... 298

Capítulo 10

PRIMEIRAS PESQUISAS EM ASTRONOMIA

- Ascensão e ocaso das primeiras pesquisas em astrofísica
no Observatório Nacional entre as décadas de 1870 e 1930
Antonio Augusto Passos Videira (UERJ)
e Vania Patalano Henriques (SME/Rio de Janeiro)..... 332

Capítulo 11

METEORÍTICA

1. Breve histórico dos meteoritos brasileiros
Maria Elizabeth Zucolotto (MN/UFRJ) 356
2. O evento do Curuçá: a queda de bólidos em 13 de agosto de 1930
Ramiro de la Reza (ON/MCTI);
Henrique Lins de Barros (CBPF/MCTI)
e Paulo Roberto Martini (INPE/MCTI) 391
3. Crateras de impacto meteorítico no Brasil
Alvaro Penteado Crósta (IG/Unicamp) 417

Capítulo 12

ASTROFÍSICA

1. O desenvolvimento da astrofísica no Brasil
Teresinha Alvarenga Rodrigues (ON/MCTI) 442
2. Mário Schenberg, pioneiro da astrofísica teórica brasileira
Antonio Carlos S. Miranda (UFRPE) 461

Capítulo 13

CHEGADA DA ASTRONOMIA OFICIAL A SÃO PAULO

- O Instituto Astronômico e Geofísico da USP
Paulo Marques dos Santos (Estação Meteorológica do IAG/USP) 484

Capítulo 14

POSITIVISMO E UTILIDADE DA ASTRONOMIA

As influências filosóficas na implantação da astronomia no Brasil

Alfredo Tiomno Tolmasquim (IBICT/MCTI) 518

Capítulo 15

ASTRONOMIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

O ensino de astronomia no Brasil colonial, os programas do Colégio Pedro II, os Parâmetros Curriculares Nacionais e a formação de professores

Cristina Leite (IF/USP);

Paulo Sergio Bretones (UFSCar);

Rodolfo Langhi (UNESP/Bauru)

e Sérgio Mascarello Bisch (UFES) 542

Capítulo 16

ACERVO INSTRUMENTAL E ARQUITETÔNICO

1. Patrimônio científico da astronomia no Brasil

Marcus Granato (MAST/MCTI) 586

2. Observatório de uma centenária Escola

de Engenharia e sua função hoje

Gilson Antônio Nunes (Dep. de Museologia, MCT/EM/UFOP) 615

3. O Observatório da UFRGS: patrimônio histórico nacional

Claudio Miguel Bevilacqua (OA/UFRGS) 631

AUTORES 655

PREFÁCIO

Com esta publicação a Cepe e a Secretaria Estadual de Ciência e Tecnologia dão mais uma grande contribuição para a divulgação da história da ciência no Brasil. Na primeira publicação deste gênero editada pela Cepe tivemos a honra de prefaciar o livro do professor e pesquisador Oscar T. Matsuura “O Observatório no Telhado” (Cepe, 2010) que desnuda de forma brilhante a saga científica de Georg Marcgrave, astrônomo, cartógrafo e pionheiro das ciências no hemisfério sul que entre outros feitos instalou no Recife do Brasil holandês o primeiro observatório astronômico das Américas. Para esse livro, deu grande apoio e contribuição a Secretaria de Ciência e Tecnologia de Prefeitura do Recife, parceira cotidiana no compromisso de implantar a popularização da ciência no âmbito de sua Semana Municipal de Ciência e Tecnologia concomitante com a correspondente ação a nível nacional promovida pelo MCTI desde a publicação do decreto, do então presidente Lula, que criou a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia em junho de 2004.

Agora, estamos desta vez com uma nova obra: a “História da Astronomia no Brasil – HAB 2013”, cujo organizador e coautor é, mais uma vez, e não por coincidência, o professor Oscar T. Matsuura, que juntamente com mais 60 autores nos brindam com dois volumes que perfazem 36 capítulos abrangendo toda a história da astronomia e ciências afins desde a chegada da comitiva de Pedro Álvares Cabral até os tempos atuais onde o Brasil é protagonista de pesquisas de ponta nos grandes consórcios de telescópios espalhados pelo globo terrestre. Para nós da SECTEC é uma honra apoiar esse empreendimento científico-literário. É, sobretudo, uma obrigação e o cumprimento do dever público na medida em que contribui para elevar o nível de conhecimento da população, e especialmente, de estudantes e professores das escolas, faculdades e universidades brasileiras.

O livro, HAB 2013, visa, segundo seu organizador, “recontar uma história das atividades astronômicas no Brasil, capaz de promover na comunidade astronômica o conhecimento de suas origens e de sua identidade, e a projeção de futuro”. Discorre não apenas temas exclusivos da astronomia, mas, também, sobre áreas afins como história da astronomia, etnoastronomia, arqueoastronomia, ensino e divulgação da astronomia, astronomia amadora etc.

O lançamento desta indispensável obra de divulgação e resgate histórico da ciência brasileira se dá especialmente no ano do centenário de Mário Schen-

berg e dos 40 anos de fundação da Sociedade Astronômica Brasileira – SAB, dois exemplos, um individual e outro coletivo, do que temos de bom e de melhor para registrar do passado, do presente e para o futuro da ciência nacional e mundial. Por tudo isso é que parabenizo e me congratulo com os autores e incentivadores desta maravilhosa contribuição para a historiografia das ciências no Brasil.

JOSÉ ANTONIO BERTOTTI JÚNIOR

*Secretário de Ciência e Tecnologia
do Estado de Pernambuco, SECTEC – PE*

Capítulo 1

APRESENTAÇÃO

Recontando a história da astronomia no Brasil

Oscar Toshiaki Matsuura*
(MAST/MCTI e Programa HCTE/UFRJ)

É descrito o projeto desta obra, “História da Astronomia no Brasil (2013)” (HAB2013) desde o seu nascimento, passando pela estruturação da obra e execução do projeto, até chegar ao produto final. O objetivo e a justificação do projeto, baseados na revisão bibliográfica da história da astronomia no Brasil e na periodização da história das ciências no Brasil, estipularam a abrangência da astronomia, enquanto domínio de conhecimento e conjunto de atividades, e dos temas a serem abordados na obra. A consideração conjunta da utilidade e do público-alvo da obra orientou a abordagem dos temas e a sua organização, o estilo do texto e a inclusão da história do tempo presente. É feita uma avaliação do produto final e do seu potencial para futuros estudos.

* Professor associado aposentado do Departamento de Astronomia do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG) da Universidade de São Paulo (USP).

Nascimento do projeto

Para celebrar o quarto centenário de Jorge Marcgrave, historiador natural, cartógrafo e cosmógrafo do conde Maurício de Nassau no Brasil holandês, foi realizado em setembro de 2010 na Fundação Joaquim Nabuco, no Recife, um simpósio internacional. Das treze palestras que abordaram os diferentes campos da atividade científica de Marcgrave e sua posterior evolução no Brasil, cinco eram sobre astronomia¹. Embora poucas, foram capazes de suscitar já na mesa redonda de encerramento do simpósio, o vislumbre de que a história da astronomia do Brasil deveria ser recontada.

Em outubro daquele ano, durante o *Scientiarum Historia III* (3º Congresso de História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia (HCTE) do Programa HCTE da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)), a ideia do projeto de uma nova história da astronomia no Brasil e sua viabilidade foram discutidas com os colegas astrônomos José Adolfo S. de Campos e Rundsthen Vasques de Nader, também historiadores da astronomia do Observatório do Valongo (OV) da UFRJ e avaliadas positivamente. Em novembro de 2010 já estava sendo distribuída pela *internet* uma circular com a primeira versão do projeto para 17 potenciais participantes. Desde então, o projeto assumiu o caráter de um empreendimento coletivo. Após uma discussão iniciada com a distribuição dessa circular, as sugestões e comentários dos participantes, que podiam ser sobre todos aspectos da obra, eram coletados para a produção de uma nova versão do projeto. Esse processo foi repetido várias vezes até convergir, no início de 2012, para uma versão consensual.

Levantamento bibliográfico

Num levantamento bibliográfico foram apurados os seguintes trabalhos sobre a história da astronomia no Brasil, ou no contexto da história das ciências

¹ “Marcgrave treinando para o Brasil no primeiro observatório universitário da Europa” por Huib Zuidervaart, Instituto Huygens, Haia; “Marcgrave: marco fundador da astronomia no Brasil, no Hemisfério Sul e no Novo Mundo”, Oscar T. Matsuura, Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST) e Programa de Pós-Graduação em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia (HCTE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ); “Os astrônomos da América portuguesa”, Carlos Ziller Camenietzki, Instituto de Filosofia e Ciências Sociais (IFCS) da UFRJ; “Marcos institucionais da astronomia no Brasil”, Teresinha Alvarenga Rodrigues, Observatório Nacional (ON) e “A astronomia brasileira e o projeto de satélite Mirax”, João Braga, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

no Brasil: Cap (1929); Moraes (1955); Mourão (1979); Schwartzman (1979); Ferraz-Mello (1986); Mourão (1993); Barbuy *et al.* (1994); Motoyama *et al.* (2000), Steiner *et al.* (2011) e Barbuy and Maciel (2013).

O artigo de poucas páginas do astrônomo belga Leon Cap (Cap, 1929), embora bastante incompleto, constitui provavelmente uma primeira história da astronomia no Brasil.

Na monumental obra “As Ciências no Brasil”, seu organizador Fernando de Azevedo narra uma lenta mudança que veio se processando no país através de avanços impulsionados por crises e emergências, especialmente na área da saúde, ou por pressões mais permanentes impostas pela expansão da indústria e do comércio, a criação de grandes centros urbanos etc. Nesse ponto ele abre espaço para que os seus colaboradores narrem a história de suas especialidades, não ainda para fazer julgamentos, pois era apenas o começo de uma revolução intelectual, mas para uma primeira tomada de consciência de uma das mais importantes transformações culturais do país. É aí que Abrahão de Moraes (1955) escreve o capítulo “A Astronomia no Brasil”. Idealmente ele teria pretendido se limitar à história da astronomia pura, pois na Introdução se desculpa por incluir trabalhos de astronomia aplicada do período colonial. Também informa que a geodésia e a geografia astronômica não foram abordadas por envolverem métodos e técnicas especializadas, merecendo trabalho à parte. Na conclusão reconheceu que a astronomia brasileira não ocupava lugar de destaque. Apontou a falta de apoio oficial e conjecturou que, talvez, tivessem faltado mestres com conhecimento profundo e em quantidade suficiente, ou maior estímulo aos poucos que se dedicaram a esses estudos. Para inverter a situação propunha a instalação de um observatório em local de clima adequado, atrair astrônomos do exterior com grande capacidade e enviar nossos jovens a importantes centros europeus e americanos.

Coincidemente, no mesmo ano dessa publicação Abrahão de Moraes foi nomeado diretor-técnico do Instituto Astronômico e Geofísico da Universidade de São Paulo (IAG/USP) (Marques dos Santos, 2005: 128). Bem observou Sylvio Ferraz-Mello no prefácio da republicação de Moraes (1955) em 1984, que Abrahão de Moraes seguiu a política orientada pela análise histórica que recém concluíra, o que foi determinante para a modernização da astronomia brasileira.

O capítulo “A astronomia no Brasil” de Mourão (1979) foi publicado em “História das Ciências no Brasil” em 1979, quando nosso país já tinha instituições consolidadas de ciência e tecnologia, tais como o CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), algumas Fundações

de Amparo à Pesquisa e a FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos, Agência Brasileira de Inovação a partir de 2014). Embora os coordenadores da obra, Mário Guimarães Ferri e Shozo Motoyama, reconhecessem na Introdução que era difícil identificar o verdadeiro significado do espantoso crescimento da comunidade científica, do diversificado leque de opções da pós-graduação e da descentralização da pesquisa do eixo Rio-São Paulo, reconheceram que uma melhor compreensão da nossa realidade científica era imprescindível. Para isso a análise histórica teria papel fundamental. A opção dos coordenadores foi a de apresentar uma história em que a ciência fosse vista de dentro para fora, ou seja, narrada pelos próprios cientistas. Mourão (1979) seguiu basicamente a história narrada por Moraes (1955), mas preencheu uma lacuna referente ao mandato de Sebastião Sodré da Gama, de 1930 a 1951 à frente do Observatório Nacional (ON). Além disso, acrescentou o primeiro mandato de Luiz Muniz Barreto, de 1967 a 1979. Incluiu a história do Observatório Astronômico de Porto Alegre (OA da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS), a criação do Centro de Rádio Astronomia e Astrofísica Mackenzie (CRAAM) e do Observatório Astronômico do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) em São José dos Campos, SP. O capítulo termina com análise da influência deletéria do **positivismo** à implantação da **astrofísica** no Brasil (ver o Capítulo “Positivismo e utilidade da astronomia” neste Volume), da baixa produtividade científica desde a década de 1930, não atribuível à falta de equipamento, como ficou claro no episódio da *Carte du Ciel*², senão a vários outros fatores: um deles, já apontado por Fernando de Azevedo, seria a formação e cultura livresca e retórica que predominou entre nós desde a colônia até o fim do império; outro eram os equívocos elementares de gestão (p. ex., a não previsão de recursos para operação e manutenção de instrumentos após sua compra) e, finalmente, a instalação de observatórios em sítios inadequados na porção austral do território brasileiro. Mourão (1979) já advogava a política de consórcios internacionais (ver “Participação do Brasil em consórcios internacionais” no Capítulo “Empreendimentos internacionais” no Volume II) que facultam acesso a

² *Carte du Ciel* foi um projeto internacional proposto em 1887 pelo Observatório de Paris, para fazer mapeamento de todo o céu utilizando a então inovadora técnica fotográfica. O Brasil, através do Imperial Observatório do Rio de Janeiro (IORJ) foi convidado a participar, ficando encarregado de cobrir a faixa entre as declinações -32° e -40° da esfera celeste. Uma luneta refratária Gautier chegou a ser adquirida com ajuda financeira facilitada por d. Pedro II, no entanto ela nem chegou a ser montada na cúpula que lhe estava destinada, o atual Pavilhão da Luneta 21 no campus do ON em São Cristóvão. A parte brasileira do catálogo foi fotografada pelo Observatório de Perth, na Austrália (Rodrigues, 2012: 37), mas o próprio projeto *Carte du Ciel* não chegou a ser completado.

observatórios com infra-estrutura de primeira linha localizados nos poucos sítios com condições climáticas privilegiadas. A mesma narrativa, porém mais abreviada e com algumas atualizações apareceu em Mourão (1993) no verbete “Astronomia” da Enciclopédia Mirador Internacional.

A “Formação da comunidade científica no Brasil” de Schwartzman (1979) é uma tentativa pioneira de integrar os múltiplos aspectos da nossa história da ciência, anterior à implantação das agências governamentais para a ciência, num primeiro esforço interpretativo expresso no título da obra. O único astrônomo a dar depoimento foi Lélio I. Gama (1892-1981). A astronomia foi abordada na seção “6. A astronomia e o Observatório Nacional” do capítulo 4 “A entrada no séc. XX e a consolidação das principais tradições de pesquisa”. É mencionado que até a gestão Morize, iniciada em 1908, o Observatório passava de ministério para ministério, pois a astronomia não se caracterizava propriamente como serviço público. Quando em 1909 se subordinou ao Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio, sua função era operar o balão do Castelo³ ao meio dia, fazer levantamentos cartográficos em campo e fornecer a hora certa para a Estrada de Ferro Central do Brasil e à Repartição Geral dos Telégrafos. Na gestão do já citado Sodré da Gama, que sucedeu Morize em 1930, verificou-se a estagnação da atividade científica no Observatório, em comparação com o padrão anterior (ver o Capítulo “Primeiras pesquisas em astronomia” neste Volume). Numa versão revisada da obra, Schwartzman (2001) explica que, ao tentar responder como a ciência moderna pôde criar raízes e florescer fora de seu berço, abaixo do equador, não só relacionou a ciência com a economia, mas também com a tecnologia, a cultura, a formação superior e as instituições científicas.

No artigo *Astronomy in Brazil*, depois de apresentar breve introdução histórica, Ferraz-Mello (1986) considerou que a primeira metade do século 20 foi marcada pela estagnação da astronomia no Brasil, que impôs uma solução de continuidade entre a tradição da época imperial e o surto de atividades a partir da década de 60, que ele designou a “nova astronomia brasileira”, expressão que será adotada aqui doravante. Nesse surto é destacado o papel de físicos que se interessaram pela astronomia e a desenvolveram em estreita colaboração com os departamentos de Física das universidades brasileiras e até mesmo dentro deles. Assim são relatadas as pesquisas do IAG/USP, CRAAM, ITA, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), UFRJ (OV) e Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), como também do ON que tinha se modernizado e crescido,

³ Ver o Capítulo “Difusão da hora legal” neste Volume.

tendo em seu organograma o Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA), o primeiro dos laboratórios nacionais criado para gerenciar o Observatório do Pico dos Dias (OPD) em Brazópolis, MG (ver o Capítulo “O observatório de montanha” no Volume II).

No vigésimo aniversário da Sociedade Astronômica Brasileira (SAB), objetivando complementar o trabalho de Moraes (1955), Barbuy *et al.* (1994) editaram um conjunto de depoimentos sobre a nova astronomia brasileira. No balanço geral, de tom otimista, o sucesso foi atribuído ao tripé: esforço individual de alguns para sustentar a produção científica, instituições estáveis de pesquisa e ensino, e política científica favorável.

Motoyama *et al.* (2000) elaboraram “500 anos de Ciência e Tecnologia no Brasil” para um suplemento especial da revista “Pesquisa Fapesp”, com o objetivo de mostrar que nesses 500 anos o Brasil ofereceu contribuições significativas e não ficou alheio ao desenvolvimento científico e tecnológico. A astronomia aparece no Brasil holandês, no Colégio da Bahia com o jesuíta Valentim Estancel, na vinda da família real em 1808 com a fundação da Academia Real dos Guardas-Marinhais (ARGM) e no mecenato de d. Pedro II ao IORJ.

Num artigo de oposição à adesão do Brasil ao ESO (*European Southern Observatory*), em tramitação neste momento no Congresso Nacional, Steiner *et al.* (2011) apresentaram de forma sintética uma história da pesquisa astronômica no Brasil, entrando em maiores detalhes a partir da década de 70, ao descrever os centros de pós-graduação e grupos de pesquisa espalhados pelo país, a produção científica e a formação de novos astrônomos, a infra-estrutura observacional que, através de consórcios internacionais, dá acesso agora a telescópios de ponta instalados em sítios privilegiados e o ingresso do Brasil no desenvolvimento de instrumentação astronômica.

Por fim, foi recentemente publicado trabalho de Barbuy e Maciel (2013) sobre os avanços da astronomia no Brasil nas últimas décadas, atribuídos a decisões políticas mais recentes no pano de fundo de uma longa tradição histórica.

Objetivo e justificação da obra

Esse levantamento bibliográfico revelou que na bibliografia existente: a) os novos estudos sobre episódios do passado mais remoto estão ausentes. Esses estudos encontram-se espalhados em livros, teses, monografias, artigos publicados em periódicos especializados ou comunicações publicadas em anais de encontros; b) os episódios da nova astronomia brasileira são abordados de forma isolada ou abreviada, e as obras mais abrangentes sobre a história da

nossa astronomia, que incluem as ocorrências mais recentes, até mesmo pela época em que foram escritas, ficaram apenas nos episódios da fase inicial da nova astronomia brasileira.

Ficou assim evidenciada a falta de narrativa abrangente e integrada da história da astronomia no Brasil que incorporasse tanto os episódios mais recentes, quanto os novos estudos de episódios do passado. Tinha total cabimento, portanto, lançar um projeto com o objetivo de recontar a história da astronomia no Brasil e sanar essa séria lacuna bibliográfica.

Uma obra com esse objetivo e que, por isso mesmo, deveria assumir caráter referencial, se justificava como instrumento indispensável para o autoconhecimento da comunidade astronômica em particular, e da comunidade científica em geral.

A justificação do projeto se robustece ainda mais porque, na periodização das ciências no Brasil feita por Dantes (1988: 2005), após os períodos colonial, da ilustração lusitana, do **positivismo** e da implantação das ciências básicas na “universidade de pesquisa”, a nova astronomia brasileira, iniciada na década de 60, se insere no período mais importante da história da ciência brasileira até hoje. Após a criação da USP em 1934, já em 1948 uma comunidade científica incipiente se reuniu no auditório da Associação Paulista de Medicina para fundar a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) para defender os interesses da pesquisa. Em 1951 foram criados o Conselho Nacional de Pesquisa, atual CNPq, para gerir a política científica e cuidar do financiamento da pesquisa e a CAPES, então chamada Campanha Nacional de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Assim, é na década de 50 que começa a fase contemporânea, em que a pesquisa se consolida e se diversifica e a formação de pessoal se institucionaliza. A participação do Estado na pesquisa científica, embora já existisse, agora se organiza nacionalmente, criando mecanismos permanentes de financiamento, formação de pessoal e infra-estrutura. Para isso, certamente pesou também nos nossos mandatários, após a experiência das duas Guerras Mundiais e do começo da Guerra Fria, a percepção do papel preponderante da ciência para garantir os interesses econômicos e a soberania nacional.

Surge, portanto, novo período da história das ciências no Brasil com características inéditas e duradouras, no qual se dará a formação de uma comunidade e instituições astronômicas, desta vez com o envolvimento do Estado na produção do conhecimento, fator que determina nova maneira de fazer ciência. É nesse cenário que a nossa nova astronomia já completa meio século. Embora ainda estejamos vivendo esse novo período de sucesso sem precedente, meio século já é tempo suficiente para termos acumulado muitas experiências e fazermos uma análise retrospectiva.

Utilidade da obra e público-alvo

A premissa liminar da presente narrativa é a busca incondicional da máxima objetividade e imparcialidade, mesmo sabendo *a priori* que é inatingível uma história que narre os fatos exatamente como aconteceram. Mesmo o pai da história científica, Leopold von Hanke (1795-1886), no apogeu do otimismo historicista da escola prussiana já sabia que não há história “das coisas como aconteceram”. Mas, ao menos para nos aproximarmos desse ideal, a historiografia a ser praticada aqui deve ser, antes de tudo, severamente crítica.

Porém, como os mesmos acontecimentos podem ser narrados de diferentes formas, deve-se tirar partido dessa liberdade para se escolher a narrativa que a torne o mais útil possível. Mas, para que público-alvo?

Bem, esta não é uma história universal, mas local, uma importante peculiaridade a ser levada em conta. As tendências globalizantes são avassaladoras e marca registrada dos tempos presentes. Numa tentativa de escapar delas, as tradições e instituições se fragmentam em movimentos locais, específicos e efêmeros, e os homens tendem a se agrupar em torno de identidades primárias: étnicas, religiosas, territoriais, nacionais (Ferreira, 2002). Contudo, certamente como um reflexo do fato de que o céu é de todos, os astrônomos têm vivenciado há mais tempo a internacionalização de suas atividades. Para a astronomia, isso remonta ao final da I Guerra Mundial e, mais precisamente, a 1919, ano da criação da Liga das Nações, do Conselho Internacional de Pesquisa e da União Astronômica Internacional (IAU) (Oliveira, 2009). Mas essa internacionalização não pode ser levada ao extremo, a ponto de a astronomia brasileira deixar de ser brasileira para se tornar apátrida, desfigurada, igual à de qualquer outro lugar do mundo.

O público-alvo prioritário hoje é uma comunidade, algo que praticamente inexistia quando Abrahão de Moraes escreveu “A Astronomia no Brasil” em 1955. Quando uma comunidade atinge sua massa crítica, como parece ser o caso da atual comunidade astronômica brasileira, tendem a ficar para trás os protagonismos individuais, inevitáveis na fase de implantação e pioneirismo, para ceder lugar a debates abertos e deliberações democráticas diante de escolhas cada vez mais difíceis e complexas. Essa comunidade é formada por pessoas que se agregam em torno do conhecimento dos astros e do universo, e a cujo conhecimento se devotam das mais diversas formas. Portanto, a astronomia deve ser entendida aqui no sentido amplo, não na acepção restritiva da astronomia como ciência “dura”. Essa comunidade inclui, além dos astrônomos dos departamentos de astronomia e dos pesquisadores de outros departamentos que se dedicam a trabalhos teóricos ou observacionais relacionados com a

astronomia, os pesquisadores das ciências afins à astronomia (arqueoastronomia, etnoastronomia, história da astronomia, ensino da astronomia em todos os níveis, popularização da astronomia etc.), os professores de astronomia em todos os níveis, os divulgadores da astronomia, os planetaristas, os astrônomos amadores, os jornalistas científicos, os formadores de opinião, os gestores de órgãos oficiais ou privados, nacionais ou internacionais, de promoção da ciência, tecnologia, inovação e educação, os pesquisadores de áreas de interface com a astronomia dura, tais como, matemática, física, química, computação, engenharia espacial, biologia etc., como também o vasto conjunto de profissionais liberais e cidadãos comuns interessados em ciência e tecnologia.

Na atual globalização da informação e internacionalização de empreendimentos, esta obra poderá suscitar interesse também fora do Brasil, de um público-alvo análogo de países lusófonos e da América Latina.

Todo esse público-alvo abrange uma numerosa comunidade profissional que se agrupa espontaneamente, em primeiro lugar, em função das vantagens dos esquemas de interação e colaboração. Esses são os fatores mais óbvios e imediatos para as ações do dia a dia ou, por outras palavras, dentro do horizonte da nossa memória de curto prazo. Um outro fator, de importância maior para a constituição dessa comunidade, é o compartilhamento por todos os seus membros da grande missão comum, razão de ser da comunidade, que deve sobreviver aos indivíduos que a compõem. Mantendo-se unida e alerta para cumprir essa missão da melhor forma possível, adaptando-se às mudanças e demandas do mundo ao redor, a comunidade de cada época lega à sucedânea, como uma chama a ser mantida acesa, a continuidade dessa missão. Mas, para bem poder tomar decisões aqui e agora, a comunidade precisa saber de si própria, de suas origens, da sua história e vocação, dos desafios que assumiu, dos sucessos que alcançou, assim como dos fracassos que amargou. É aqui que entra em cena a nossa memória de prazo mais longo, ou seja, a história.

Aprender e ensinar sob a mediação da história, também são capacidades evolutivas darwinianas, em que a informação herdada pelas gerações não é mais genética, mas comportamental (Bonner, 1988: 208-210). Isso fundamenta a distinção que Richard Dawkins estabelece entre genes e memes (Dawkins, 1976). Apesar dessa distinção, ambos são sujeitos à seleção evolutiva, embora se recomende que a expressão “seleção natural” fique reservada somente aos genes.

O passado nos interessa, portanto, na medida em que nos oferece orientação quando estamos diante de questões e perplexidades no presente. Ao fazer uma releitura do passado e ressignificá-lo, a história possibilita que a comunidade hoje, tome consciência dos laços intergeracionais (Borges e Magalhães,

2011) com pessoas, grupos e instituições do passado, de cuja missão continua compartilhando. É assim que uma comunidade se define, herdando traços meméticos e ganhando características distintivas de sua identidade.

Nessa linha, a utilidade maior pretendida por esta história é a de fornecer elementos que possibilitem à comunidade acima definida, descobrir suas origens, conhecer os fatores que expliquem suas peculiaridades, e que fundamentem em cada membro da comunidade o senso de pertencer a ela, por compartilhar das mesmas origens, heranças, valores e aspirações.

Reafirmando nossa ligação umbilical com o passado, através da história, aprendemos quem somos e onde estamos, mas não apenas construímos a nossa identidade. Poderemos arquitetar utopias genuinamente nossas, colocando em jogo as possibilidades ainda não exploradas, no esforço de domesticar as incertezas futuras, retroalimentando o presente com estratégias e ações conducentes à concretização desse futuro.

Como identidade e sonho de futuro não vêm prontos num pacote, mas são construídos no interior das pessoas, esta obra pretende modestamente apenas oferecer uma narrativa sobre a astronomia brasileira, não como um fim em si, mas como um texto aberto que conceda a possibilidade de uma interação intelectual e percepção de uma perspectiva histórica que ajude a superar a fragmentação de nossas identidades pessoais, imposta pela brevidade de nossas vidas, integrando experiências passadas na nossa vivência.

Além disso, interessa também que esta obra sirva de modelo e inspiração para outros trabalhos do gênero, pois seria muito pobre viver do consenso em torno de uma única obra.

Por fim esta história poderá servir ainda como fonte de informação para os professores de todos os níveis e divulgadores das atividades da comunidade astronômica brasileira.

Estruturação da obra

Em março de 2011, quando as discussões já tinham permitido elaborar uma segunda versão do projeto com definição preliminar do objetivo, justificação, utilidade e público-alvo da obra a ser produzida, foi realizada uma reunião no MAST com participantes do projeto. Desde a primeira versão até várias rodadas subsequentes de discussão, a proposta era de que a obra seria constituída de apenas um Volume, com cerca de 20 Capítulos. No tocante à nova astronomia brasileira, ela contemplaria só os temas mais sedimentados, por possibilitarem uma análise numa perspectiva histórica. Essa reunião presen-

cial no MAST foi importante por definir diretrizes para a posterior discussão e execução do projeto. Além disso, o diretor na época, Alfredo T. Tolmasquim, com sincero entusiasmo acolheu o projeto naquela Instituição, de modo que a obra resultante seria uma produção da Coordenação de História da Ciência (CHC) do MAST, e sua edição seria feita sob a égide do MAST.

Logo depois circulou uma nova versão do projeto, e as discussões que se seguiram pela *internet* foram sobre os temas a serem abordados e os potenciais autores, e também sobre a estrutura da narrativa na obra como um todo e as características editoriais.

Mas, em agosto de 2011, acatando uma sugestão de Walter J. Maciel (IAG/USP) e Alfredo T. Tolmasquim, este então já no IBICT (Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia), foi feita uma modificação substancial no projeto: a inclusão dos temas mais recentes da nova astronomia no Brasil, não só daqueles mais sedimentados, mas também dos dias atuais. Obviamente não se poderia exigir desses temas uma análise histórica com a mesma profundidade dos temas mais antigos, o que implicou no abandono da pretensão inicial de manter uma narrativa homogênea em toda a obra. Mas, como contrapartida, a história não seria truncada nos anos 80. A inclusão dos temas mais recentes implicou num aumento significativo do tamanho da obra e, consequentemente, na sua divisão em dois Volumes. Implicou também na busca de novos colaboradores.

Em janeiro de 2012, quando as sucessivas versões do projeto praticamente se estabilizaram, foi elaborada a versão final do projeto intitulado “História da Astronomia no Brasil (2013)” (HAB2013), que contava então com 56 participantes. O prazo estipulado para a elaboração dos textos era de doze meses. Mas essa fase teve que ser estendida sucessivas vezes até o final de abril de 2014, resultando num adiamento de cerca de um ano. Além disso, alguns trabalhos inicialmente programados não foram entregues. Em compensação, novos foram incluídos. Tudo isso será narrado mais adiante.

Em fevereiro de 2012 já estava acertado que a Companhia Editora de Pernambuco (Cepe), com sede no Recife, publicadora do Diário Oficial daquele Estado e com linha editorial nos campos científico, técnico, literário e artístico, publicaria a obra deste projeto, ampliando assim sua linha editorial em história da ciência. Mas esta publicação teria significado simbólico adicional. Com efeito, a Cepe fica no bairro de Santo Amaro, no Recife, local que Marcgrave, astrônomo do Brasil holandês, devia avistar do alto do observatório que edificou e foi o primeiro da astronomia moderna nas Américas (ver “Um observatório de ponta no Novo Mundo” no Capítulo “Brasil holandês”, neste Volume). Ao tomar a iniciativa de publicar a HAB2013, a Cepe valoriza a singular herança histórica do Recife no campo da astronomia. Os autores cederão os direitos

autorais de seus textos à Cepe para a publicação da obra. A Cepe cuidará da revisão final, da diagramação da obra, do desenho da capa, da obtenção do registro ISBN e da distribuição dos exemplares.

Características da obra

História local

Pelo recorte imposto pelo próprio título e conforme já foi dito, esta obra é de uma história local. Sob a vigência de uma persistente historiografia de inspiração positivista, histórias deveriam ser universais. Acreditava-se na possibilidade de uma história universal única, já que a essência humana seria universal e imutável. Hoje, após intensas discussões historiográficas envolvendo metodologia e epistemologia da história e das ciências, e como fruto da fecunda interação da história com as ciências sociais, a influência positivista foi superada e os temas de história acabaram sofrendo fragmentação temática, temporal e regional. Em vez da universalidade, o que se busca hoje intencionalmente é a diferença, base para a criação de identidades locais. Essa é a opção historiográfica que parece adequada para uma obra que pretende reconhecer as nossas peculiaridades e idiossincrasias para contribuir para a construção da nossa identidade.

Astronomia na acepção ampla

O objetivo do projeto deixou claro que, em relação aos trabalhos anteriores, a abrangência do conceito de astronomia deveria ser revisto. A astronomia, via de regra, aludia exclusivamente ao conhecimento dos astros e do universo (ciência dura) e às pesquisas relacionadas a esse conhecimento, realizadas nos departamentos de astronomia e também por astrônomos amadores. Nesta obra, porém, a astronomia será entendida na acepção mais ampla⁴, incluindo além da astronomia dura feita fora dos departamentos de astronomia, por exemplo, em meteorítica (**meteorito**), **raios cósmicos**, **ondas gravitacionais** e **cosmologia** teórica, também as disciplinas adjacentes à astronomia, tais como a arqueoastronomia, a etnoastronomia, a história da astronomia, o ensino da astronomia nos níveis fundamental e médio, a

⁴ Porém, como é usual atualmente, aqui é dissociada da astronomia a geofísica (geomagnetismo, gravimetria e sismologia) e a meteorologia que, ainda na primeira metade do século 20, recebiam guarda em observatórios astronômicos. Alegava-se que os fenômenos geofísicos não eram exclusivamente terrestres, senão fenômenos astronômicos da Terra.

popularização da astronomia etc. Isso se impôs sobretudo pelo aparecimento de cursos de pós-graduação — consequência da nova política científica —, campos de investigação, combinações interdisciplinares, contingentes de especialistas e instituições de pesquisa.

Isso se harmoniza também com a tendência contemporânea da comunidade astronômica mundial, expressa na própria estrutura organizacional da IAU. Inovação recente e relevante para a presente discussão é a legitimação pela IAU da “astronomia cultural”⁵ que abrange os campos interdisciplinares da arqueoastronomia⁶ e etnoastronomia (estudo da utilização e do significado da astronomia, respectivamente, em culturas e civilizações antigas e em sociedades contemporâneas), astronomia histórica (análise de dados astronômicos históricos), além da história da astronomia e da astrologia.

Definitivamente a astronomia no Brasil de hoje não é a mesma da década de 50. Fosse a astronomia entendida no antigo sentido restritivo, o presente trabalho seria significativamente menor e mais simples, mas seu alcance e utilidade seriam igualmente menores. Importantes interações e multidisciplinaridades, que não poderiam deixar de ser destacadas segundo uma historiografia contemporânea, permaneceriam ocultas.

Diversidade de autores

A ampliação da acepção da astronomia tornou necessária a participação de muitos colaboradores de diferentes especialidades. Não é mais possível hoje que esta obra seja escrita por uma só pessoa, nem mesmo só por astrônomos. Em consequência, o texto não poderá ter a unidade monolítica de um autor único, devendo mais ser um mosaico de temas multidisciplinares. Esta solução pareceu prometer resultado melhor tanto para a leitura corrida, quanto para breves consultas. Mas implicou na necessidade de uma escolha judiciosa de temas que se articulassem na estrutura de uma única narrativa, de modo a não resultar num aglomerado de textos desconexos.

Inclusão do tempo presente

Nossa história mais recente, aquela que ainda não se sedimentou e conta com protagonistas vivos, é posterior aos anos 80. Essa é a história do tempo presente, não a história de documentos arquivais.

⁵ Ver o Capítulo “Astronomia indígena” neste Volume.

⁶ Ver o Capítulo “Arqueoastronomia” neste Volume.

Na França, até 1880, a história ainda não era uma disciplina consolidada, com ensino especializado (Ferreira, 2002). Era uma pesquisa de eruditos autodidatas ou historiadores amadores. Porém, para o historiador profissional que logo depois surgiu, pois o uso político da história demandava o controle de sua produção, a meta era assegurar isenção e objetividade. Isso, porém, acabou expondo a história a uma crise de identidade, pois ela não podia ser testada empiricamente como a Física, por exemplo. Apelou-se então para o método empírico do uso de documentos, de preferência oficiais, para garantir a científicidade da história e diferenciá-la da literatura, da narrativa de fatos políticos e da biografia de vidas ilustres. O recuo para o passado deveria ir então até onde não existissem mais testemunhos vivos, sob a ilusão de que assim o passado estaria totalmente morto, imutável e imune a diferentes reinterpretações⁷. Para manter a imparcialidade, o historiador deveria se apartar do objeto de estudo distanciando-se dele no tempo, interpretar os documentos arquivados e gerar uma visão retrospectiva. Consequentemente, nem se podia cogitar numa história contemporânea, pois tratava-se de expressão contraditória. Sob argumentos dessa natureza, de inspiração original positivista, que ainda sobrevivem tacitamente arraigados mais do que costumamos imaginar, boa parte da segunda parte desta obra não teria lugar.

Só no final do século 20, com a revisão do conceito de memória e a sua legitimação como elo com o nosso passado, o testemunho vivo tornou-se aceitável como fonte adicional para a pesquisa histórica. Segundo Nora (1997), história é um discurso racional, conhecimento impessoal, distante e desconectado de nós. Memória é experiência afetiva, vivida, que nos conecta ao passado, um passado mais recente.

Não há argumento que justifique uma proteção da história contra distorções mediante o uso exclusivo de documentos arquivais após a morte dos protagonistas. Nem há por que truncar a narrativa histórica em função de os produtores dos documentos arquivais ainda estarem vivos. E sobretudo quando há aceleração da história, não se pode permitir que um capricho metodológico comprometa o nosso autoconhecimento, rompendo nossas ligações com o passado no seu elo mais próximo. Portanto a memória, os escritos pessoais, os diários, os depoimentos e vídeos são considerados aqui fontes legítimas de informação, independente de seu autor estar vivo ou não.

Por um momento, após a inclusão na obra do tempo presente, se cogitou na alteração do título do livro para “Astronomia no Brasil: história e memória”.

⁷ Segundo Eric Hobsbawm (1917-2012), passado é o período anterior aos fatos que um indivíduo é capaz de se lembrar diretamente (Hobsbawm, 1972: 3-17).

Mas o título original foi mantido por ser mais breve, ficando subentendido que “história” aqui inclui também o tempo presente.

Estilo

O estilo que pareceu mais adequado para esta obra foi o acadêmico, isto é, sóbrio, direto e conciso. O uso de informações, afirmações e argumentos deveria ser, na medida do possível, acompanhado da citação das fontes. Tendo em vista a ampla diversidade de formações do público-alvo, os autores foram recomendados a evitar jargão, equações e tecnicidades não essenciais para a narrativa, objetivo precípuo da obra. A transmissão de conceitos e conhecimentos e a exortação de práticas e atitudes, não sendo objetivos da obra, foram preteridas em favor da narrativa histórica. Termos técnicos inevitáveis deveriam ser elucidados no próprio texto, ou em nota de rodapé ou, se aparecessem com maior frequência, em verbetes de um Glossário colocado no final da obra. Para ajudar o leitor, nos textos, esses verbetes aparecem grifados em negrito (exceto quando a acepção é diferente). Cabe sublinhar que o Glossário foi preparado apenas como um subsídio para ajudar os leitores no acompanhamento da narrativa, não para a completa elucidação de conceitos técnicos ou científicos. Nesse sentido houve sempre uma preocupação com a correção, mas não tanto com o aprofundamento e exaustividade das explicações.

Pretendeu-se que a obra, não obstante seu estilo acadêmico, tivesse forte apelo estético, formato e espessura confortáveis para o manuseio e fosse impressa em papel de boa qualidade, com ilustrações a cores quando possível.

A língua escolhida foi a portuguesa tendo em vista a utilidade pretendida para o público-alvo. Levamos uma séria desvantagem em relação a países do hemisfério sul como Austrália e África do Sul, ou do Novo Mundo como os Estados Unidos e o Canadá que, como veremos, publicam suas histórias locais da astronomia em inglês, e estas são lidas no mundo inteiro. Mesmo as histórias em espanhol dos países latino-americanos atingem público maior que o nosso. Todavia, por se tratar de uma história nossa para ser contada prioritariamente para nós mesmos, seria inapropriado usar uma língua estrangeira, razão pela qual esta história será contada na nossa própria língua.

A obra traz no final a lista de “Siglas e Abreviações”. São muitas as instituições, associações, marcas, convênios, projetos etc., referidos usualmente por siglas. A lista traz em ordem alfabética todas as siglas e abreviações utilizadas na obra. Em cada texto, quando a sigla aparece pela primeira vez, ela vem acompanhada do nome por extenso. Mas nas vezes seguintes é usada apenas a sigla, assim como nos índices e na apresentação dos autores.

Todos os colaboradores, antes de escreverem seus textos, receberam o projeto da obra que descrevia sua motivação, objetivo, justificação, público-alvo e utilidade, temas, estrutura, estilo e apresentação. Mas a grande maioria já tinha participado da elaboração do projeto. Via de regra, para cada texto foi designado um autor responsável, podendo este, a seu critério, convidar coautores.

Mas a cada autor foi dada ampla liberdade para seguir sua própria opção historiográfica. Apenas foram dadas algumas recomendações de ordem geral no interesse da coerência e harmonia do todo. Cada texto, mesmo com temática recortada, deveria ser contextualizado no tema mais amplo do Capítulo. Foi pedido que, quanto possível, os textos não fossem meramente fatais, como relatórios apresentando uma sequência de ocorrências ao longo do tempo. Isso ofereceria apenas o conhecimento, mas não o entendimento dos fatos em que a astronomia aparecesse como uma atividade criativa do homem (Hoskin and Gingerich, 1980). A Comissão Editorial (ver adiante) recomendou também que os autores procurassem evitar julgamentos em relação a pessoas vivas citando seus nomes ou deixando-as identificáveis, o que foi repassado aos autores.

Temas

Para que a obra cumprisse a utilidade pretendida, foram excluídas biografias visando à prestação de homenagens, assim como depoimentos, pois textos dessa natureza cabem melhor em publicações concebidas para essas finalidades.

Para narrar uma história abrangente teve-se o cuidado de procurar cobrir toda a extensão temporal da nossa história, sem deixar lacunas importantes. Nesse sentido a linha do tempo seria, sem dúvida, fundamental, mas ela seria propósitadamente mantida subliminar. A articulação dos temas dos Capítulos foi considerada merecedora de maior explicitação.

Foram separados fatos, só os mais significativos, que elucidam o processo do estabelecimento e desenvolvimento das atividades astronômicas de criação de conhecimentos, de seu ensino e divulgação, da formação de profissionais, da organização da comunidade astronômica, do estabelecimento de instituições e construção de observatórios, do desenvolvimento de instrumentos, do engajamento na comunidade internacional etc. A escolha de temas foi feita de modo a responder perguntas relevantes hoje, portanto cada tema se atrela a uma questão de interesse atual. Pode-se dizer, portanto, que a abordagem é antes de tudo temática, sem deixar de ser diacrônica. A analogia do mosaico deve ser entendida, não como uma juxtaposição de figuras desconexas, senão como

um painel em que partes distintas dialogam entre si para construir significado único. Reforçando isso, também são feitas citações cruzadas entre conteúdos de diferentes textos que se entrelaçam.

O número de temas logo se estabilizou ao redor de 40. Cada tema seria objeto de um Capítulo da obra, mas cada Capítulo poderia ser composto por um ou mais textos com cerca de 20 páginas na média. Visando o conforto do leitor decidiu-se que a obra seria dividida em dois Volumes. Numa esquematização preliminar, logo saltou à vista que seria possível dividir a obra praticamente ao meio entre os dois Volumes, separando temas anteriores e posteriores aos anos 60. Apesar da enorme discrepância da cobertura cronológica, os dois Volumes acabaram ficando quase do mesmo tamanho, o que parece ser explicável principalmente pelo atual fenômeno da aceleração da história, que atingiu também a nossa astronomia que tem crescido de forma exponencial, como pode ser demonstrado quantitativamente através de diversos indicadores. Enquanto a narrativa é cada vez mais lenta em direção ao passado, ela é mais rápida à medida que se aproxima do presente. Isso tem a ver também com a menor quantidade de documentação antiga e com o fato de que, *mutatis mutandis*, os desafios do passado eram bem maiores e, portanto, demandavam mais tempo que os atuais.

Volume I

Para a época mais remota coberta pelo Volume I, as novidades são resultado de estudos recentes feitos sobre documentos preservados, publicados em teses, artigos, livros e comunicações. Esses estudos, de um modo geral tratam de temas mais delimitados, porém mais profundamente analisados e interpretados em relação ao contexto da época. Isso dá lugar não só a abordagens que buscam generalizações através de inferências (caso de eventos, ações ou dados quantitativos que formam conjuntos passíveis de um tratamento estatístico), mas também à hermenêutica, que busca atribuir significado a eventos singulares. Embora por isso mesmo a hermenêutica não seja capaz de fornecer demonstrações, pode no entanto conferir a esses eventos alguma inteligibilidade na forma de uma significação contextual, que emerge numa trama ou enredo construído para dar sentido à narrativa. Nesse esquema, não só o registro dos fatos passados é subjetivo porque envolve a ideologia e a percepção de quem fez o registro, mas também a interpretação ou julgamento feito hoje desse registro, pela mesma razão. Mesmo assim a hermenêutica pode dar resposta a nossas indagações de hoje, segundo nossos interesses atuais, às fontes históricas do passado. Assim, essa inter-

interpretação ascende ao nível de nosso entendimento ou compreensão, não das razões explanatórias do passado, mas das causas meramente fatais que, nem por isso, carecem de sentido e têm potencial para iluminar e balizar nossas posições e decisões hoje.

Mesmo que instituições tenham sido criadas nesse período em nosso país, seu alcance e efetividade foram severamente limitados, primeiro pela condição politicamente subalterna do Brasil, depois, até muito recentemente, pela aceitação conformista da postura de um país periférico em relação aos chamados centros culturais europeus. Os agentes dessas instituições eram tão poucos, que nem chegaram a constituir uma comunidade. Assim, no geral, prevaleceram as ações individuais.

Estudos sobre essa época se alinham em geral com a orientação das atuais revistas especializadas em história da astronomia. O *Journal for the History of Astronomy*, fundado em 1970, é devotado à história a serviço da astronomia, à história de ramos relevantes da matemática e da física na astronomia e do uso de registros históricos na astronomia. Desde 2003 inclui a arqueoastronomia que aparecia como um mero suplemento criado em 1979.

O *Journal of Astronomical History and Heritage*, fundado em 1998, publica artigos, resenhas de livros, breves comunicações, relatórios da IAU sobre todos aspectos da história da astronomia, estudos que colocam a evolução da astronomia no contexto político, econômico e cultural. O tema do patrimônio material abrange telescópios e observatórios históricos, projetos de conservação, inclusive conversão de observatórios históricos em museus, investigações histórico-arqueológicas de sítios e edificações astronômicos. Esses estudos contam com a bênção institucional da IAU que, em 1948, criou a Comissão de História da Astronomia (Comissão 41), que tem hoje os seguintes Grupos de Trabalho: Arquivos, Astronomia e Patrimônio Mundial, Instrumentos históricos, Johannes Kepler e Trânsitos de Vênus. Desde 2001 passou a existir também uma Comissão Associada de História da Astronomia para abrigar acadêmicos historiadores que, não sendo astrônomos, não podem ser membros da IAU. Tudo isso revela saudável postura dos astrônomos, de não fechamento em seu próprio mundo, mas de abertura para o diálogo com outras áreas das ciências naturais e sociais.

Os textos do Volume I foram preparados pelos autores com o pedido de que integrassem suas contribuições, de horizonte mais limitado, à temática mais ampla de cada Capítulo. A contribuição essencial desse Volume deverá consistir no novo olhar, ajustado aos interesses de hoje, lançado sobre os episódios do passado mais distante. O objetivo é ampliar a experiência do leitor, transportando-o para outra época, ajudando-o a ver os problemas como eles

eram percebidos, as teorias e os instrumentos com que contavam, as evidências disponíveis na época, a interação com os colegas, a comunicação interna e com a comunidade externa.

O Volume I traz logo no início a arqueoastronomia e a astronomia dos nossos índios. Isso porque, embora as pesquisas nesses temas sejam recentes entre nós, os usos e significados da astronomia aí estudados são, em geral, ancestrais. Embora a astronomia na educação básica tenha se tornado objeto de pesquisa só recentemente, o tema remonta à proposta curricular do Colégio Pedro II de meados do século 19 e até mesmo ao ensino dos jesuítas em seus colégios nos séculos anteriores, daí a inclusão desse tema nesse Volume. A inclusão de outros temas é mais óbvia.

Volume II

O Volume II foi reservado principalmente à nova astronomia brasileira. Nele, ao contrário do Volume I, a narrativa de cada texto tende a ser predominantemente fatal, com menos análise e interpretação. A sequência dos temas ainda é basicamente diacrônica, mas diante da alta densidade de ocorrências dentro da escala de tempo de 50 anos, a narrativa do conjunto dos Capítulos tende a ser sincrônica e também estruturalista.

Uma característica dos nossos tempos é o controle das atividades humanas em escala global por regras de jogo universais inventadas e convencionadas pelo próprio homem. Disso resulta uma estrutura artificial que, embora não seja imutável e perene, pode estabelecer hábitos e um *ethos*⁸. Estruturas tendem a ser tanto mais estáveis, quanto maior o seu porte. Então os eventos não ocorrem mais em isolamento, mas fazem parte da estrutura, o que torna apropriada uma historiografia estruturalista (Reis, 2008), que tematize as instituições e suas interações internas e externas. Várias interações importantes acontecem na estrutura ao mesmo tempo. Assim é que no Volume II se torna necessário falar ao mesmo tempo da astronomia e das ciências afins; da produção de novos conhecimentos e da formação de pessoal através da pós-graduação; do desenvolvimento de instrumentação e dos consórcios internacionais de observatórios e das modernidades da *e-Science* e *e-Research*⁹; da constituição de uma comunidade científica e da interação dessa comunidade com os pesquisadores que se dedicam aos **raios cósmicos**, à **cosmologia** teórica, às **ondas**

⁸ Crenças, aspirações e valores que dão especificidade à nossa cultura.

⁹ O prefixo “*e*”, de *electronic facilitation*, refere-se ao uso de computação paralela intensiva em grandes volumes de dados.

gravitacionais, à meteorítica etc., assim como com os astrônomos amadores; da comunicação social do conhecimento através de publicações especializadas e encontros, assim como através do ensino na graduação, no ensino médio e fundamental, e da popularização da astronomia através dos planetários e outros espaços de educação não formal em ciências.

Abordando aspectos predominantemente estruturalistas, tais como a organização institucional, suas interações internas e com o mundo externo, a divisão de tarefas, ou seja, o *modus operandi*, os textos do Volume II praticamente não abordam teorias astronômicas¹⁰, daí resultando em toda a obra uma proporção de discussão teórica até mesmo maior na educação básica em astronomia, na popularização da astronomia, na astronomia cultural e na história da astronomia do que na própria astronomia! Esta tem sido mais um campo de aplicações tópicas de teorias físicas. Para a astronomia dura, o período coberto pelo Volume II tem sido mais propício para o desenvolvimento e inovação nos campos técnico, observacional e instrumental, do que para grandes disputas no campo teórico fundamental. A astronomia parece estar vivendo um período típico da “ciência normal” de Kuhn (1998), desfrutando de um interregno de bonança entre “revoluções científicas”. No interregno a comunidade científica adota por consenso social, ainda segundo Kuhn, um paradigma que é explorado e utilizado enquanto ele não cai em contradição ou se esgota.

A ausência também de trabalhos sobre a epistemologia do conhecimento astronômico, como poderia ser, por exemplo, a crítica dos princípios adotados pelos astrônomos, tais como o cosmológico, o antrópico, o da uniformidade da natureza, o da mediocridade etc., reflete uma real raridade de discussões e estudos nessa área.

Outra característica, até mesmo previsível do Volume II, é que seus autores são na maioria astrônomos ou físicos, ou seja, protagonistas da “nova astronomia”. Essa tem sido a tradição de histórias da nossa astronomia, na maioria referentes ao ON, segundo uma análise feita por Videira (2001). É importante que essa tradição seja mantida (e o Volume II contribui para isso), pois a história da astronomia contada pelos próprios astrônomos traz no texto e contexto contribuições que só quem esteve imerso no mundo dos astrônomos pode oferecer. Além disso, não é incomum que os documentos preservados e os

¹⁰ A matéria e energia escuras, componentes supostamente majoritárias do universo, foram constatadas observacionalmente por astrônomos, mas, no esquema atual de divisão de tarefas na comunidade científica, acabaram colocando um problema teórico para os físicos (ver o Capítulo “Cosmologia teórica” no Volume II).

trabalhos publicados não registrem o que, de fato, ocorreu (Devorkin, 2013). Portanto é importante que os astrônomos não só escrevam histórias, mas também colaborem com os historiadores ajudando a fazer registros, a selecioná-los, organizá-los e preservá-los.

Mas cabe aqui uma breve discussão sobre a historiografia astronômica. *Grosso modo*, a história contada pelos próprios cientistas tem sido autobiográfica, ou pedagógica visando expor didaticamente o desenvolvimento de ideias, ou como relatório de atividades tanto para prestar contas a entidades financeiras, quanto visando a superar o fosso entre a ciência e a sociedade, legitimando perante esta última as ações e os custos da ciência.

Como vimos, a história autobiográfica, às vezes chamada hagiográfica, não faz parte desta obra. A história com objetivo propedêutico, além dos mitos cosmológicos de autores anônimos, tem a tradição mais antiga na astronomia. Aristóteles (2013) menciona frequentemente concepções astronômicas e cosmológicas de seus predecessores, principalmente dos pitagóricos em *Metafísica I*, *Sobre o Céu* (*Física II*). Ptolomeu cita Aristóteles, Hiparco e Timocharis no *Almagesto* (Ptolemy, 1998). Após o advento da imprensa essa modalidade de história foi usada no século 17 por Johannes Kepler (1571-1630), Christen Longomontanus (1562-1647), Giovanni Battista Riccioli (1598-1671) e Ismael Boulliau (1605-1694). Todos os autores eram astrônomos e a astronomia, sendo ainda eminentemente especulativa, era considerada um conjunto de ideias que tinham seus autores, defensores e detratores. E mesmo hoje os astrônomos costumam fazer introduções históricas propedêuticas ao relatar seus trabalhos.

Não sendo esta obra destinada ao ensino da astronomia, a historiografia propedêutica não será preponderante aqui. Mas, no atual agravamento da crise educacional amplamente reconhecido, em particular no ensino básico de ciências, não podemos deixar escapar esta oportunidade para sugerir que a história da ciência, inclusive da astronomia, seja convocada para ajudar a, pelo menos, amenizar essa crise. O ensino de ciências não se faz pela transferência de conteúdos abstratos para a mente dos alunos, através da audição ou leitura de enunciados, mas o conhecimento científico precisa ser gerado de novo em cada mente que aprende, pelo próprio aprendiz, o que requer a repetição de todo o ciclo de descoberta pessoal vivenciando a dúvida, o questionamento, as tentativas-e-erros e a reestruturação mental. A história pode se tornar uma ferramenta pedagógica, se demonstrar que o conhecimento científico é construído por seres humanos, como nós, com diferentes pendores, chances e motivações, tateando como cegos o mundo exterior, tentando adivinhar do que se trata.

Podemos adotar como divisor simbólico de águas na historiografia astronômica, o momento em que, com Galileu Galilei (1564-1642), a observação dos astros passou a ser feita com ajuda do telescópio. A astronomia deixou de ser um conjunto de ideias geradas pela especulação baseada na observação a olho nu, passando a se apoiar na observação cada vez mais quantitativa, assistida por instrumentos. Coerentemente com essa nova forma de construir o conhecimento, a história da astronomia passou a valorizar os resultados observacionais obtidos com novos instrumentos. Em 1679 Giovanni Domenico Cassini (1625-1712) publicou *De l'origine et du progrès de l'astronomie, et de son usage dans la géographie et dans la navigation*, uma das primeiras obras a tratar puramente da história da astronomia (Steele, 2012: 45). Estava nas intenções do autor, primeiro diretor do *Observatoire de Paris*, legitimar o patrocínio oficial às atividades observacionais. Com a adesão da astronomia à concepção baconiana da ciência como fonte de poder, a história propedêutica foi substituída por uma história legitimadora da astronomia e dos astrônomos. Os astrônomos que escrevem essa história passam a ser os arautos da revolução científica, garantindo à ciência, desde cedo, um lugar hegemônico no iluminismo.

Em 1725 foi publicada postumamente *Historia Coelestis Britannica* de John Flamsteed (1646-1719), o primeiro astrônomo real. Tratava-se de catálogo de estrelas em três volumes, bem mais preciso que os anteriores. No extenso prefácio do terceiro volume apareceu a primeira história maior da astronomia do século 18 (Steele, 2012: 45-47), em que Flamsteed situa o seu trabalho no contexto histórico. Uma característica comum a Flamsteed e aos autores depois dele, em flagrante contraste com os autores do século 17, é a superficialidade no trato da teoria astronômica e das cosmologias de Ptolomeu e Copérnico, e o grande destaque dado à observação e instrumentação astronômica (Steele, 2012: 51-52). Para legitimar o suporte oficial aos observatórios e academias nacionais, os astrônomos davam publicidade às suas atividades que, na época, se resumiam às observações e ao desenvolvimento instrumental.

Desde o fim da II Guerra Mundial e da Guerra Fria a ciência, antes propalada como a via do bem-estar e prosperidade, passou também a ser vista com desconfiança e isso está muito longe de ter acabado. Depois de entronizada na sociedade com expectativas exageradamente otimistas, hoje a ciência, apesar dos benefícios que trouxe, também é vista como algo desajustado à natureza e ameaçador ao homem. A percepção da ciência pelo público que paga tributos e patrocina a atividade científica não é unanimemente positiva, mas suscita muitas vozes dissonantes.

Soma-se a isso que, dentro da própria comunidade científica, também há competição por verbas e prestígio. Uma grande novidade dos nossos tempos é a *Big Science*, um modelo de gestão científica herdado da aplicação

militar da ciência desde a II Guerra, que envolve grandes equipamentos, muito dinheiro e muita gente, sob o patrocínio de agências governamentais, internacionais e poderosas fundações privadas. As áreas beneficiadas universalmente pela *Big Science* são a geofísica, a física, a biologia e também a astronomia. Esta no Brasil, seguindo a tendência mundial, migrou na última década para o modelo de financiamentos coletivos, tornando menos comuns os projetos individuais que eram padrão nas décadas anteriores (ver os Capítulos “Empreendimentos internacionais”, “Desenvolvimento de instrumentação” e “Financiamento da astronomia” no Volume II). Mas tudo isso traz questionamentos e dilemas cada vez mais complexos e controversos sobre como avançar mais, como melhorar a qualidade da pesquisa e do ensino, como se manter “na crista da onda”, como o Brasil poderá ingressar na era da astronomia espacial (ver o Capítulo “Astronomia espacial” no Volume II) etc. Esses questionamentos ocorrem não só dentro da comunidade astronômica, mas também em outras comunidades fronteiriças. Por tudo isso, um esforço legitimador renovado, adaptado às necessidades e interesses dos novos tempos, é necessário e não há como isso não ser feito pelos próprios astrônomos. Nesse sentido a presente obra, e particularmente o Volume II, em que os astrônomos procuram dar conta à própria comunidade astronômica e a toda a sociedade dos seus trabalhos e de como os têm realizado, tem um objetivo predominantemente legitimador.

Historicamente a astronomia ganhou validação e prestígio quando seus sucessos teóricos ou a utilidade das suas aplicações foram reconhecidos. A astronomia teve a sua utilidade universalmente reconhecida pela elaboração do calendário, fornecimento da hora certa e dados para a localização em alto-mar. Hoje ela já não invoca essas aplicações para angariar prestígio, o que não significa que a astronomia tenha se tornado desnecessária e esteja ausente nas aplicações acima citadas (ver o Capítulo “Difusão da hora legal” neste Volume). Ela continua conceitualmente presente com toda a efetividade, mas perdeu visibilidade, talvez porque as funções astronômicas implicadas tenham assumido um caráter mais rotineiro e tenham se banalizado, ao mesmo tempo em que a pesquisa e desenvolvimento tecnológico e instrumental nessas áreas tenham migrado dos observatórios astronômicos para os laboratórios de física.

Atualmente, com telescópios cada vez mais poderosos, a exploração astronômica se volta para regiões mais remotas e inatingíveis, de cujo conhecimento não se pode esperar alguma aplicação prática imediata. Portanto o prestígio da astronomia pela retórica da sua utilidade prática parece definitivamente esgotado.

A astronomia ingressou ultimamente num novo estágio, em que ela contribui para o desenvolvimento tecnológico colocando demandas concretas e inovadoras para os setores da instrumentação observacional, da engenharia espacial e da computação. Um caso que ilustra isso é o dos *chips* de CCD (*Charge Coupled Device*). Embora desenvolvidos inicialmente para fotografias astronômicas, sua invenção foi possível graças a um novo conhecimento básico originário não da astronomia, mas da física de estado sólido. O CCD, hoje popularizado nos celulares e nas câmaras de segurança, é um produto tecnológico que envolveu contribuições de tantas áreas distintas, que a participação da astronomia nesse invento acabou se diluindo num caldeamento multidisciplinar e anônimo.

Atualmente a observação astronômica automatizada dos mais variados tipos, em solo e no espaço, gerando gigantescos bancos de dados que, depois, precisam ser gerenciados pelas modernas tecnologias da informação e comunicação, também passou a demandar um desenvolvimento próprio que, por desafiar nossa própria capacidade industrial, tecnológica e de inovação, e por poder ser realizada pelos próprios astrônomos, se transformou para estes em moeda de troca para o financiamento e sustentabilidade da astronomia (ver os Capítulos “Desenvolvimento de instrumentação” e “Empreendimentos internacionais” no Volume II).

Em função de suas pesquisas e questionamentos, a astronomia atual se caracteriza mais como geradora de demandas e mola propulsora do desenvolvimento tecnológico (ver também o Capítulo “Ondas gravitacionais”), sendo que a geração de conhecimentos básicos para esse desenvolvimento está a cargo de outros setores da ciência pura. Parece insuficiente invocar as aplicações tecnológicas criadas a partir de demanda astronômica para justificar a atividade astronômica e angariar-lhe prestígio. Mas a atividade astronômica pode ser defendida através de argumento radical: a capacidade que ela tem de oferecer aos homens, além das aplicações e conhecimentos úteis para sua sobrevivência básica, os conhecimentos para a sua adaptação ao mundo que nós mesmos transformamos continuamente, tornando-o mais complexo tanto objetivamente, quanto na internalização que dele fazemos através do conhecimento (Vieira, 1993). Com efeito, para sermos plenamente humanos, não basta satisfazermos as necessidades básicas para a sobrevivência do dia-a-dia, senão também a nossa irreprimível curiosidade sobre o sentido da nossa existência, o lugar em que estamos e o universo do qual fazemos parte e com o qual evoluímos. Do ponto-de-vista da sobrevivência, esse conhecimento do universo, isto é, do ambiente em que vivemos, não oferece a saída para uma crise imediata, mas contribui para a teia complexa de conhecimento para o enfrentamento de crises futuras que prometem ser mais complexas.

Historiografia

Todos os autores, antes de escreverem seus textos, receberam o projeto da obra que descrevia sua motivação, objetivo, justificação, público-alvo e utilidade, temas, estrutura, estilo e apresentação. Na verdade, a grande maioria tinha participado da elaboração do projeto. Via de regra, para cada texto foi designado um autor responsável, podendo este, a seu critério, convidar coautores.

Mas a cada autor foi dada ampla liberdade para seguir sua própria opção historiográfica. Apenas foram dadas algumas recomendações de ordem geral no interesse da coerência e harmonia do todo. Cada texto, mesmo com temática recortada, deveria ser contextualizado no tema mais amplo do Capítulo. Foi pedido que, quanto possível, os textos não fossem meramente fatuais, como relatórios apresentando uma sequência de ocorrências ao longo do tempo. Isso ofereceria apenas o conhecimento, mas não o entendimento dos fatos em que a astronomia aparecesse como uma atividade criativa do homem (Hoskin and Gingerich, 1980). A Comissão Editorial (ver adiante) recomendou também que os autores procurassem evitar julgamentos em relação a pessoas vivas citando seus nomes ou deixando-as identificáveis, o que foi repassado aos autores.

Execução do Projeto HAB2013

Resumos estendidos. Comissão Editorial

Com a distribuição do projeto final, elaborado em janeiro de 2012, foi dada a largada para o início dos trabalhos em 1º de março de 2012. Foi dado prazo de 12 meses para a preparação dos textos. Assim, a previsão era de que a obra poderia estar pronta para a distribuição no segundo semestre de 2013.

Nessa fase coube à coordenação do projeto o papel de atuar como elo entre os autores dos textos e a Editora. Isso envolveu a tarefa de zelar pela manutenção da equipe de colaboradores, estabelecer um cronograma de ações, manter o entusiasmo, acompanhar os trabalhos, esclarecer dúvidas, resolver problemas, opinar sobre os primeiros rascunhos, cobrar os resultados etc.

Como tarefa inicial, foi solicitado aos autores que preparassem um resumo estendido de seus textos. Isso serviria aos autores não apenas como um roteiro para a redação de seus textos, mas possibilitaria também a produção de coletânea de resumos estendidos que foi efetivamente distribuída em agosto de 2012, para proporcionar a todos os participantes uma visão de conjunto da obra.

Análise crítica dos resumos estendidos foi feita pelos membros da Comissão Editorial da obra, criada em meados de 2012 com função consultiva e com os seguintes membros: Alfredo T. Tolmasquim, A. Augusto P. Videira, Christina Barboza e Walter J. Maciel. Em seguida, junto com a coletânea dos resumos foi distribuído um Guia de Redação acompanhado de um *template* (gabarito eletrônico) para a produção digital do texto, além dos comentários e sugestões da Comissão Editorial elaborados para cada autor. Essa análise crítica repassada aos autores foi extremamente útil para sanar, logo no início, eventuais mal entendidos, evitando assim perdas de tempo e de trabalho.

Expoidea 2012

Em maio de 2012 este projeto foi apresentado à presidência da Cepe e, ao mesmo tempo, ao grande público pela primeira vez, na versão daquele ano do evento “Expoidea, a Feira do Futuro” no Recife. Esse evento, realizado com a participação do Governo de Pernambuco, promove o diálogo entre gestores públicos, a iniciativa privada e a academia, articulando ideias entre tecnologia, sustentabilidade e cultura.

Simpósio Temático

Por sugestão de Moema Vergara, na época chefe da CHC do MAST, foi proposta a realização do Simpósio Temático “História da Astronomia: novas abordagens” durante o 13º Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia na FFLCH/USP em setembro de 2012. A proposta foi aceita pelos organizadores do Seminário que, para este projeto, proporcionou uma excelente oportunidade para a sua apresentação, discussão e divulgação num meio que não poderia ser mais apropriado. Para o futuro, oxalá o número de historiadores da astronomia cresça e culmine na criação de comunidade devotada a essa especialidade!

Alterações

Daqueles 56 colaboradores (entre os quais me incluo) listados no projeto original de janeiro de 2012, 5 acabaram não contribuindo. Um desistiu e deixou o trabalho por conta do seu coautor. Outros quatro não entregaram os textos que tinham os seguintes temas: as expedições astronômicas dos franceses Pierre Couplet (1670-1744) na Paraíba em 1698 e Charles Marie de La Condamine (1701-1774) na região amazônica em 1773-1774; os jesuítas, seus colégios e suas observações astronômicas nos séculos 17 e 18; as expedições do ON de meados

do século 19 até as primeiras décadas do século 20 para demarcação de fronteiras, exploração do Planalto Central e observações astronômicas de eclipses e do trânsito de Vênus de 1882; e influências europeias na astronomia brasileira. Este último trabalho não pode ser concluído porque Ronaldo Rogério de Freitas Mourão teve problemas de saúde¹¹. Restaram então 51 colaboradores.

Mas, após agosto de 2012, onze novos colaboradores se engajaram no projeto, sendo que 7 se propuseram a elaborar textos sobre temas considerados pertinentes, e 4 se juntaram como coautores de trabalhos que já estavam em elaboração.

No fim, contando com 62 colaboradores (entre os quais me incluo), a obra ficou com 16 Capítulos e 22 textos no Volume I e 18 Capítulos e 22 textos no Volume II.

Como foi dito, a fase de elaboração dos textos teve que ser estendida. Os motivos do atraso foram os mais variados. A diretriz adotada pelo coordenador do projeto foi manter um equilíbrio, não flexibilizando demais o prazo de modo a prejudicar os que foram pontuais na entrega (por exemplo, com a desatualização de seus textos), ou a Editora na programação de sua produção, nem exercendo pressão exagerada a ponto de comprometer a qualidade dos textos ou, até mesmo, a realização do projeto. No curso dos trabalhos ocorreram momentos angustiantes em que o coordenador chegou a duvidar da concretização do projeto. Só na transição de 2013 para 2014 é que foi possível ter, pela primeira vez, uma certeza palpável de que uma massa crítica de textos com qualidade e condizente com o objetivo inicial, estava assegurada.

Todos os textos foram revisados pelo organizador da obra, isto é, pela mesma pessoa, num esforço para assegurar um mínimo de homogeneidade no padrão adotado para a obra.

Os textos, o índice, a galeria dos autores com fotos e currículos resumidos, a lista de Siglas e abreviações, o Glossário, os dizeres para as capas e contracapas dos dois Volumes foram elaborados e organizados em duas pastas digitais, correspondentes aos dois Volumes, e entregues para a Cepe em meados de maio de 2014.

Enquanto a Cepe adiantava a diagramação e revisão da obra, um convênio de cooperação entre a Secretaria de Ciência e Tecnologia de Pernambuco (SEC-TEC) e a Cepe foi firmado, de sorte que a publicação desta obra é fruto de uma parceria entre essas duas instituições. Com efeito, essa Secretaria tem à frente o

¹¹ Na revisão final adicionamos esta nota para registrar, com pesar, a perda do colega e amigo Ronaldo Rogério de Freitas Mourão em 25 de julho de 2014. O estado de saúde não lhe permitiu contribuir nesta obra como desejava, mas fica consignado aqui o agradecimento pelo encorajamento a levar adiante o projeto HAB2013, que ele avaliou como “muito importante”.

engenheiro José Antônio Bertotti, de rara sensibilidade humanística, que se engajou no projeto HAB2013 desde que este nasceu, quando ainda era Secretário de Ciência e Tecnologia do Recife, por entender que Pernambuco, com seu passado singularmente rico na história da ciência brasileira, além de promover com dinamismo a ciência, a tecnologia e a inovação para o desenvolvimento social, deveria também participar da pesquisa e divulgação dessa história.

Produto final

Este produto final é apenas “uma”, e não “a” história da astronomia no Brasil. Sua maior contribuição, além de preencher uma série lacuna bibliográfica, poderá ser a de inaugurar uma tradição de várias histórias da nossa astronomia. Afinal, é na diversidade que a auto-consistência das narrativas poderá ser testada, e somente assim o nosso autoconhecimento poderá ser aprimorado e consolidado. Se esta obra apenas suscitar novas dúvidas e, consequentemente, novos estudos históricos, já terá mostrado a que veio.

Esta obra deverá também fortalecer o senso de pertencimento dos indivíduos à comunidade astronômica e promover um maior apreço recíproco e interação mais intensa e construtiva entre os profissionais das disciplinas e subáreas que compõem a astronomia *lato sensu*.

A revelação mais impressionante e gratificante ao final da leitura desta obra é a mudança radical do *status* da astronomia brasileira nas últimas décadas. Moraes (1955) falava que a astronomia brasileira não ocupava lugar de destaque. Era verdade, mas, pouco depois, ele mesmo, com a colaboração e o companheirismo de Luiz Muniz Barreto, lançou as bases da nova astronomia brasileira. Graças à conjugação favorável de uma política científica nacional que institucionalizou a pesquisa, seu financiamento e a formação de novos profissionais, com o advento de novas tecnologias que modificaram a face da Terra (rápido transporte aéreo, informática, *internet*, exploração espacial etc.) e, até mesmo, das crises financeiras mundiais mais recentes, que abriram espaço para países emergentes como o Brasil no cenário mundial, a comunidade astronômica brasileira atingiu a massa crítica para a sustentabilidade de suas ações e a astronomia brasileira começa a ganhar destaque internacional. Finalmente aquele país conformado secularmente a ser periférico, nestas últimas décadas começa a acreditar que pode se tornar protagonista.

A alma da nova astronomia brasileira foi certamente a pós-graduação. Isto equivale a dizer que a alma da nova astronomia brasileira foi a formação de pessoas. Prédios, bibliotecas, observatórios, instrumentos e computado-

res, claro, também são necessários, mas toda essa infraestrutura material só adquire vida através de pessoas. A Reforma Universitária de 1968 estruturou o ensino superior de modo a romper definitivamente com o tradicional ensino humanístico e impor o ensino científico e profissionalizante. O modelo adotado na reforma foi o americano, que preconizava a indissociabilidade entre ensino e pesquisa, o fim da cátedra, a implantação de departamentos, do sistema de créditos e da pós-graduação. Mas esse modelo, cuja escolha foi determinada pelas diretrizes políticas e ideológicas da ditadura militar e também envolvia cooptações, já nas suas origens era vinculado mais às demandas de mercado do que sociais (Bretas, 2008).

A atual produção da pesquisa no Brasil ainda segue o modelo neoliberal de universidade-empresa, buscando metas quantitativas, utilizando instrumentos burocráticos para medir a decantada produtividade de publicações científicas, o que Zanotto (2005) considera um legado do **positivismo** para a pesquisa da universidade brasileira. Portanto, olhando para o futuro, mesmo que o novo modelo acadêmico tenha sido particularmente benéfico para a nova astronomia, certamente já agora podem ser apontados nele aspectos merecedores de correções.

Por fim, um conjunto de histórias da astronomia de diferentes países poderia propiciar um diálogo proveitoso para o mútuo reconhecimento, compreensão e valorização das diferenças e semelhanças. Esse estudo comparativo de histórias da astronomia poderia ser especialmente interessante em relação a países do Novo Mundo e do hemisfério austral como Austrália e África do Sul, com os quais compartilhamos uma história colonial. Para isso, pelo menos já temos uma história da nossa astronomia.

Uma história da astronomia na Austrália foi publicada por Haynes *et al.* (1996). Muito similar à nossa, ela também aborda toda a história local incluindo a astronomia abórigene, a astronomia dos primeiros exploradores europeus, a implantação de observatórios oficiais, a contribuição de astrônomos amadores, as pesquisas com os telescópios ópticos de Mt Stromlo e Siding Spring e vários radiotelescópios famosos nas décadas de 50 e 60.

Há uma história da astronomia da África do Sul de Fisher (1970).

Na Argentina, Romero *et al.* (2009) publicaram recentemente uma história da astronomia argentina incluindo a história dos observatórios argentinos e as respectivas observações. Muriel (2013) descreveu as origens e a situação atual da astronomia naquele país (instituições de pesquisa, facilidades observacionais, formação do pessoal, organização da comunidade, instituições de fomento à pesquisa e perspectivas futuras).

No México há histórias centradas no *Observatorio Astronómico Nacional* que concentra o grosso das atividades astronômicas daquele país. Um bom

levantamento dessas histórias foi feito por Biro (2013). Após uma breve revisão histórica Lee (2013) descreveu o atual perfil da comunidade astronômica daquele país, suas instituições, infraestrutura e perspectivas com base nos projetos de hoje.

No Canadá a referência padrão é Jarrell (1988).

Nos EUA o livro de Lankford (1997) apresenta uma biografia coletiva da comunidade devotada à pesquisa e ensino de 1859 a 1940. Mas, estranhamente, ainda não há uma compilação abrangente desde os tempos coloniais, senão uma coleção de ensaios sobre diferentes épocas por diferentes autores. Assim há trabalhos cobrindo o período colonial; o século 19 é coberto por monografias de diferentes observatórios e o século 20 por biografias de personalidades destacadas, além da já citada obra de Lankford¹². Rothenberg (1985) dizia que muitos estudos sobre temas delimitados tinham proliferado ultimamente naquele país, mas se queixava da falta de uma visão panorâmica adequada da história da astronomia, classificando essa área como subdesenvolvida. Esse comentário é velho, mas pelo visto essa situação permanece.

Agradecimentos

Finalizo agradecendo em primeiro lugar a Christoph Ostendorf, diretor do Centro Cultural Brasil-Alemanha no Recife, idealizador do Simpósio Marcgrave 400 anos realizado no Instituto Joaquim Nabuco em 2010, no qual brotou a ideia seminal deste projeto; a Leda Alves, presidente, Ricardo Melo, diretor de Produção e Edição e Everardo Norões, presidente do Conselho Editorial, todos da Cepe, pela acolhida generosa a esta obra para a sua publicação; a José Antônio Bertotti, antes secretário de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico do Recife e, atualmente, Secretário de Ciência e Tecnologia de Pernambuco, e Silvio Batusanschi, seu assessor, por acompanharem com interesse todas as fases deste projeto, especialmente por abrirem os caminhos junto à Cepe, pelo espaço que reservaram ao projeto na Expoidea 2012, pela participação pessoal de Bertotti defendendo os interesses do projeto no Simpósio Temático do 3º Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia na FFLCH/USP em setembro de 2012, culminando na parceria com a Cepe para a publicação desta obra; a Alfredo T. Tolmasquim por ter acolhido o projeto na instituição quando era diretor do MAST, assim como a seus sucessores, Maria

¹² Estas informações sobre a história da astronomia nos EUA foram gentilmente passadas por Sara J. Schechner, do Departamento de História da Ciência da Universidade de Harvard.

Margaret Lopes e Heloisa Bertol Domingues que asseguraram o guarda-chuva institucional para este projeto até o fim; também a Moema de Rezende Vergara e sua sucessora, Marta de Almeida, na chefia da CHC do MAST, que ancorou o projeto desde as discussões iniciais até o fim; aos 61 colaboradores pela forma entusiástica com que aceitaram o convite para recontarmos juntos esta história, contribuindo com garra e edificante empenho não apenas com seus textos, mas também com brilhantes ideias e sugestões para a obra como um todo; a Walter J. Maciel (IAG/USP) e Alfredo T. Tolmasquim (IBICT/MCTI) que me convenceram a não deixar de fora a história do tempo presente da astronomia no Brasil; aos membros da Comissão Editorial (Alfredo T. Tolmasquim, Antonio Augusto P. Videira, Christina Helena Barboza e Walter J. Maciel) pelos pareceres judiciosos todas as vezes que foram consultados; a Olival Freire Jr., quando presidente da Sociedade Brasileira de História da Ciência (SBHC), pelo encorajamento para levar adiante o projeto e pela sugestão do tema da questão do gênero na astronomia; a Sueli Viegas (IAG/USP) por sugerir os temas do financiamento da astronomia e do desenvolvimento instrumental; a Othon C. Winter (UNESP/Guaratinguetá) pela ajuda em verbetes do Glossário; a Thales W. Trigo por um esclarecimento dentro de sua especialidade em fotografia; a Santiago Paolantonio do Observatório Astronômico de Córdoba, Argentina; Sara J. Schechner, do Departamento de História da Ciência da Universidade de Harvard e Susana Biro, da Coordenação-Geral de Divulgação da Ciência da Universidade Nacional Autônoma do México pelas informações sobre a história da astronomia de seus países.

Coordenar este projeto foi uma grande experiência e grande privilégio. Nos quatro anos que durou (dois para a discussão e elaboração do projeto e dois para a elaboração dos textos), o trabalho foi sempre prazeroso e estimulante graças ao comprometimento e entusiasmo de todos os colaboradores. O Guia de Redação antes citado, que objetivava imprimir uniformidade e coerência à obra, foi bem observado. O mais gratificante foi ouvir da maioria, na entrega do texto, que para ela tinha sido a oportunidade de rara reflexão sobre suas próprias vidas, e que tinha valido a pena. A diversidade de formações só enriqueceu as interações. Principalmente para aqueles que lidam no cotidiano com a racionalidade da ciência dura, a tarefa tão diferente de fazer uma narrativa histórica é difícil, por demandar outro olhar para a complexidade e o fator humano. Esse esforço foi reconhecido.

Agradeço a ajuda espontânea e amiga de Roberto D. Dias da Costa (IAG/USP) na fase corrida da revisão final dos textos pelos autores. Agradeço à Cepe por ter concedido a todos os autores a oportunidade de fazer a revisão final de seus textos.

Referências

- Aristóteles (2013), *Obras Completas de Aristóteles. Tradução Anotada*, António Pedro Mesquita (Coord.), www.obrasdearistoteles.net/index.php?option=com_content&task=view&id=22&Itemid=66 (em construção, acesso em 20/5/13).
- Barbuy, Beatriz L., Braga, João e Leister, Nelson V. (1994), *A Astronomia no Brasil: depoimentos*, SAB, São Paulo: IAG/USP.
- Barbuy, Beatriz and Maciel, Walter J. (2013), Astronomy in Brazil in André Heck (Org.) *Organizations, People and Strategies in Astronomy*, Vol. 2, 99-118, Duttlenheim: Venngeist.
- Biro, Susana (2013), Las historias de la astronomia en México, in M. J. Kleiche, J. Zubietta y M. L. Rodríguez-Sala (Coords.), *La institucionalización de las disciplinas científicas en México. Siglos XVIII, XIX y XX: estudios de caso y metodología*, Ciudad de México: UNAM-IIS/IRD.
- Bonner, John Tyler (1988), *The Evolution of Complexity by Means of Natural Selection*, Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Borges, Carolina de Campos e Magalhães, Andrea Seixas (2011), “Laços intergeracionais no contexto contemporâneo”, *Estudos de Psicologia*, 16, 2, mayo-agosto, 171-177, disponível em <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=26121088008>, acesso em 25/4/14.
- Bretas, Silvana Aparecida (2008), “Historiografia e História da Ciência. Possibilidades para os estudos das instituições de educação superior”, *Revista HISTEDBR On-line*, 29, Mar., 198-214.
- Cap, Leon (1929), “L'astronomie au Brésil”, *Gazette Astronomique*, 5, 185, 25-31.
- Dantes, Maria Amélia M. (1988), “Fases da Implantação da Ciência no Brasil”, *Quipu*, 5, 2, 265-275.
- Dantes, Maria Amélia M. (2005), “As ciências na história brasileira”, *Ciência e Cultura*, 57, 1, Jan./Mar., 26-29.
- Dawkins, Richard (1976), *The Selfish Gene*, New York: Oxford University Press. Disponível em <https://archive.org/details/TheSelfishGene>, acesso em 25/4/14.
- Devorkin, David H. (2013), History is too important to be left to the historians in André Heck (Org.) *Organizations, People and Strategies in Astronomy*, Vol. 2, Duttlenheim: Venngeist, 417-440.
- Ferraz-Mello, Sylvio (1986), “Astronomy in Brazil”, *Rev. Mexicana Astron. Astrof.*, 12, 13-18.
- Ferreira, Marieta de Moraes (2002), “História, tempo presente e história oral”, *Topoi*, 1, 5, Dez., 314-332.

Fisher, Helene Anne (1970), *The history of astronomy and observatories in South Africa with special reference to the Royal Observatory, Cape of Good Hope: a bibliography*, Cape Town: University of Cape Town Libraries.

Haynes, Raymond; Haynes, Roslyn; Malin, David and McGee, Richard (1996), *Explorers of the Southern Sky. A History of Australian Astronomy*, Cambridge: Cambridge Univ. Press.

Hobsbawm, Eric J. (1972), The social function of the past: some questions, *Past and Present*, 55, 3-17.

Hoskin, Michael and Gingerich, Owen (1980), On writing the history of modern astronomy, *Journal for the History of Astronomy*, 11, 145-146.

Jarrell, Richard A. (1988), *The Cold Light of Dawn: A History of Canadian Astronomy*, Toronto: University of Toronto Press.

Kuhn, Th. S. (1998), *A Estrutura das Revoluções Científicas*, Coleção Debates, São Paulo: Editora Perspectiva.

Lankford, John (1997), *American Astronomy: Community, Careers, and Power, 1859-1940*, Chicago: University of Chicago Press.

Lee, William H. (2013), Astronomy in Mexico, in André Heck (Org.) *Organizations, People and Strategies in Astronomy*, Vol. 2, Duttlenheim: Venngeist, 133-144.

Marques dos Santos, Paulo (2005), *Instituto Astronômico e Geofísico da USP. Memória sobre sua formação e evolução*, São Paulo: Edusp.

Moraes, Abrahão de (1955), “A Astronomia no Brasil” (com a colaboração de A. Szulc), Cap. 2 in F. Azevedo (Org.), *As Ciências no Brasil*, São Paulo: Edições Melhoramentos, 84-161 (2^a edição em 1994, Rio de Janeiro: Editora UFRJ).

Motoyama, Shozo; Queiroz, Francisco A. de; Oliveira Filho, J. Jeremias de; Dantes, Maria Amélia; Nagamini, Marilda; Vargas, Milton e Fidalgo, Oswaldo (2000): “Das canoas aos raios cósmicos”, 500 anos de Ciência e Tecnologia no Brasil, *Pesquisa Fapesp*, Suplemento Especial, 52, 1-40.

Mourão, Ronaldo Rogério de Freitas (1979), “A astronomia no Brasil”, Cap. 10 in Mário Guimarães Ferri e Shozo Motoyama (Coords.), *História das Ciências no Brasil*, 409-441, São Paulo: EPU/EDUSP.

Mourão, Ronaldo Rogério de Freitas (1993), “II. Astronomia no Brasil” in “Astronomia”, verbete da *Encyclopédia Mirador Internacional*, 945-948, São Paulo: Encyclopaedia Britannica do Brasil Ltda.

Muriel, Hernán (2013), Astronomy in Argentina in André Heck (Org.) *Organizations, People and Strategies in Astronomy*, Vol. 2, Duttlenheim: Venngeist, 73-98.

- Nora, Pierre (1997), *Les Lieux de Mémoire*, Paris: Gallimard.
- Oliveira, Raquel dos Santos (2009), “A participação do Observatório Nacional na União Astronômica Internacional: instrumentos da diplomacia (1919-1938)”, *XXV Simpósio Nacional de História*, Fortaleza, CE: ANPUH, disponível em <http://anpuh.org/anais/wp-content/uploads/mp/pdf/ANPUH.S25.1233.pdf>, acesso em 18/3/14.
- Ptolemy, Claudius (1998), *Ptolemy's Almagest*, G. J. Toomer (Transl.), Princeton: Princeton University Press.
- Reis, José Carlos (2008), “História da História (1950/60). História e Estruturalismo: Braudel versus Lévi-Strauss”, *História da Historiografia*, 1, Ago., 8-18.
- Rodrigues, Teresinha de Jesus Alvarenga (2012), *Observatório Nacional 185 anos. Protagonista do desenvolvimento científico-tecnológico do Brasil*, Rio de Janeiro: ON.
- Romero, Gustavo E.; Cellone, Sergio A. y Cora, Sofía A. (Eds.) (2009), *Historia de la Astronomía Argentina*, La Plata: Asociación Argentina de Astronomía Book Series, Nº2, disponível em http://www.astronomiaargentina.org.ar/archivos/publicaciones/AAABS2_sup.pdf, acesso em 21/5/13.
- Rothenberg, Marc (1985), History of Astronomy, *Osiris*, 2nd Series, Vol. 1, Historical Writing on American Science, 117-138, Chicago: The University of Chicago Press.
- Schwartzman, Simon (1979), *Formação da Comunidade Científica no Brasil*, GEDEC/FINEP, Rio de Janeiro: Companhia Editora Nacional.
- Schwartzman, Simon (2001), *Um Espaço para a Ciência: a Formação da Comunidade Científica no Brasil*, Sérgio Bath e Oswaldo Biato (Trads.), Brasília: Ministério de Ciência e Tecnologia.
- Steele, J. M. (2012), *Ancient Astronomical Observations and the Study of the Moon's Motion (1691-1757)*, Sources and Studies in the History of Mathematics and Physical Sciences, New York: Springer.
- Steiner, João; Sodré, Laerte; Damineli, Augusto e Oliveira, Cláudia Mendes de (2011), “A pesquisa em astronomia no Brasil”, *Revista USP*, 89, Mar./Mai, 98-113.
- Videira, Antonio Augusto P. (2001), “Astrônomos e Histórias da Astronomia no Brasil”, *Actas do 1º Congresso Luso-Brasileiro de História da Ciência e da Técnica, Universidade de Évora e Universidade de Aveiro*, 22 a 27 de outubro de 2000, 516-524, Évora: Universidade de Évora.
- Vieira, Jorge Albuquerque (1993), “O universo complexo, *Perspicillum*”, 7, 1, 25-40.
- Zanotto, Marijane (2005), “O legado do positivismo sobre a pesquisa na universidade brasileira”, *Revista HISTEDBR On-line*, 18, Jun., 134-140.



Capítulo

2

ARQUEOASTRONOMIA

Arqueoastronomia no Brasil

Germano Bruno Afonso

(Museu da Amazônia, FAPEAM/CNPq)

Carlos Aurélio Nadal

(Departamento de Geomática/UFPR)

O estudo da arqueoastronomia requer a colaboração de especialistas em astronomia, arqueologia, antropologia e história da arte entre outros, pois as evidências são frequentemente fragmentadas, sutis e sujeitas a diversas interpretações. Neste Capítulo serão apresentados alguns dos principais sítios arqueológicos brasileiros conhecidos, com possíveis conotações astronômicas, tais como círculos e alinhamentos de rochas orientados para os pontos cardeais, pinturas e gravuras rupestres que representam astros e estrelas, além de petróglifos e geoglifos. Além disso, esses sítios serão analisados utilizando-se a astronomia indígena.

Introdução

Desde a pré-história o homem observou que havia variações do clima e que os animais, as flores e os frutos mantinham relação com as estações do ano. Assim, ele começou a registrar os fenômenos celestes, principalmente os movimentos aparentes do Sol, da Lua e das **constelações**.

A arqueoastronomia é a disciplina que estuda os conhecimentos astronômicos legados pelas culturas pré-históricas (ágrafas), através de vestígios duradouros como a arte rupestre e os monumentos de rochas e por povos antigos, capazes de elaborar textos escritos, tais como os mesopotâmios, os egípcios, os gregos e os maias. As descobertas da arqueoastronomia também podem ser úteis para o astrônomo documentar antigos eventos celestes, tais como a aparição de um cometa muito brilhante, a explosão de uma **supernova**, a conjunção de planetas ou, até mesmo, a possibilidade do estudo da desaceleração secular da rotação da Terra através de registros de eclipses.

A mais conhecida evidência de que o homem antigo utilizava o céu é Stonehenge, próximo a Salisbury, Inglaterra. Em 1740, William Stukeley foi o primeiro a estudar Stonehenge do ponto de vista astronômico. Ele percebeu que o eixo principal do monumento estava orientado na direção do nascer do sol no solstício de verão (Stukeley, 2013).

A arqueoastronomia desenvolveu-se com as pesquisas do astrônomo Sir Joseph Norman Lockyer, fundador da conceituada revista britânica *Nature*. Em 1891, ele estudou as orientações astronômicas de certos templos da Grécia clássica e das pirâmides e templos do antigo Egito. Mais tarde, forneceu explicações astronômicas mais detalhadas sobre os **megalitos** de Stonehenge e os **menires** da Bretanha, no noroeste da França (Lockyer, 1893).

Há cinco décadas a arqueoastronomia recebeu novos reforços com as pesquisas do astrônomo Gerald Stanley Hawkins. Em 1963 ele escreveu o livro “Stonehenge Decodificado”, mostrando que essa construção megalítica, iniciada há mais de 4 mil anos, poderia ser utilizada como observatório solar e lunar para a previsão de eclipses (Hawkins, 1963).

A partir de 1970 a arqueoastronomia começou a ser ministrada como disciplina em algumas universidades, sobretudo nos Estados Unidos e na Europa.

Atualmente as pesquisas em arqueoastronomia se intensificam em todo o mundo. Em 1998, por exemplo, foi descoberta na região de Nabta, no sul do Egito, por John McKim Malville e sua equipe, uma construção ceremonial com cerca de 5 mil anos, mais antiga que os **megalitos** da Europa e as pirâmides do Egito. Ela possui rochas alinhadas para os pontos cardeais e para as direções do nascer e do pôr do sol nos solstícios (Malville *et al.*, 1998).

A astronomia dos indígenas atuais fornece algumas referências para o conhecimento astronômico das sociedades antigas que habitaram o Brasil.

Frequentemente tendemos a julgar a **cosmologia** de outras civilizações através de nossos próprios conhecimentos. No entanto, a visão indígena do universo deve ser considerada no contexto dos seus valores culturais e conhecimentos ambientais. É evidente que nem todas as culturas atribuem significado igual a um mesmo fenômeno astronômico, considerando-se que cada comunidade possui sua própria estratégia de sobrevivência, que se reflete na adequação entre as atividades de subsistência e o ciclo das estações, por exemplo. Além disso, todas as comunidades indígenas não dependem de suas moradias, da caça, da pesca ou dos trabalhos agrícolas da mesma maneira. As **constelações** sazonais, por exemplo, podem ter significado e utilidade diferente para cada uma delas. Devemos diferenciar, também, a maneira de ver o universo dos indígenas que vivem no litoral, daqueles que vivem no interior, bem como considerar a localização geográfica e as condições geomorfológicas do terreno de onde são feitas as observações.

Em arqueoastronomia deve-se ter sempre em mente que a percepção do céu atual não é o mesmo daquele do passado distante, que sua visão é distinta para cada cultura e que também pode ser distinta em diferentes períodos de uma mesma cultura.

É importante salientar que muitos arqueólogos brasileiros demonstram certa resistência em aceitar que os monumentos **megalíticos** ou a arte rupestre possam ter alguma relação com a astronomia e, talvez por isso, as pesquisas de arqueoastronomia no Brasil sejam tão escassas. No entanto, as pesquisas realizadas no exterior, nessa área, são publicadas nas mais conceituadas revistas do mundo.

Monumentos megalíticos

Monumento megalítico ou **megalito** é o termo usado para designar uma construção com grandes blocos de rocha, edificada principalmente com objetivos religiosos, funerários e astronômicos. Diversas pesquisas, em inúmeras localidades do mundo, comprovaram a efetiva orientação astronômica de estruturas megalíticas. Essa tendência de orientar determinado monumento, além da óbvia função de calendário, entrelaça-se com a organização social ao relacionar-se com períodos cerimoniais (Baity, 1973 e Aveni, 1986).

Os monumentos megalíticos são registrados, com frequência, em todas as partes do mundo, construídos por diferentes culturas e períodos, abrangendo

desde o neolítico até o século 19. Vários pesquisadores constataram a existência dessas construções em rocha, feitas pelos seus antigos habitantes.

O termo “megalitismo” surgiu em 1867 na Europa e, com o sucessivo desenvolvimento das pesquisas arqueológicas, tornou-se um termo empregado no mundo inteiro.

Distinguem-se quatro tipos específicos de monumentos megalíticos: **menir**, alinhamento, **cromlech** e **dólmen**.

O **menir** é um bloco de rocha bruta, pouco trabalhado artificialmente, de forma e altura variáveis, colocado verticalmente no solo. Quando se encontra isolado é chamado, também, de monólito.

O alinhamento consiste de uma série de **menires** dispostos em fila, cujo mais famoso exemplo é o de Carnac, na França. Alinhamentos de rochas encontram-se espalhados pelo mundo e têm sido registrados principalmente na Europa, Ásia e África. Alguns desses alinhamentos possuem a idade estimada em 5 mil anos, enquanto outros parecem ser menos antigos.

Os agrupamentos circulares de **menires** são denominados **cromlech**.

Os **dólmens** podem ser considerados como monumentos megalíticos tumulares coletivos, possivelmente construídos entre os séculos 5º e 3º AEC na Europa, e até o século 1º no Extremo Oriente.

A arqueoastronomia, em geral, estuda os monumentos orientados para os pontos cardinais ou para as direções do nascer e ocaso do sol, da Lua ou de estrelas brilhantes, passíveis de medições astronômicas. Esses monumentos, possivelmente, teriam utilidade prática na determinação do calendário e na orientação geográfica.

Alinhamentos de Monte Alto, BA

O primeiro a estudar um sítio arqueológico com alinhamentos de rochas foi o engenheiro Theodoro Fernandes Sampaio (1855-1937) em Monte Alto, sudoeste da Bahia, em 1879. No entanto, para não criar polêmicas, omitiu essa descoberta até 1922. Ao organizar o verbete sobre arqueologia na importante publicação do centenário promovido pelo Instituto Histórico Geográfico Brasileiro (IHGB), descreveu que na região do Riacho das Pontas, existiria extenso alinhamento de rochas, com altura média de meio metro, fincadas equidistantemente por cerca de 1 km (Sampaio, 1922).

Apesar de sua reputação, Theodoro Sampaio recebeu muitas críticas, tais como as do arqueólogo Angyone Costa que, em 1936, na primeira publicação especializada em arqueologia no Brasil, colocou Monte Alto na mesma categoria que outros locais fantasiosos, como Vila Velha, PR, e as Sete Cidades, PI (Costa, 1980).

Esse preconceito ideológico deve-se, em parte, ao impacto ainda presente nessa época em nosso país, dos antigos mitos oitocentistas envolvendo civilizações perdidas (Langer, 1997). Uma das raras exceções foi o arqueólogo Anthero Pereira Jr. que, em artigo para a *Revista do Arquivo Municipal de São Paulo*, alertava para a verificação *in loco* dos vestígios em questão (Pereira Jr., 1944).

O próximo acadêmico a visitar Monte Alto foi novamente um engenheiro, Herman Kruse, em 1940. Realizou trabalhos topográficos e forneceu algumas referências geodésicas sobre o local, sempre insistindo que o alinhamento não havia sido edificado para finalidades de cercamento ou curral. Infelizmente seu trabalho permaneceu inédito, sendo parcialmente descrito apenas em 1996 por seu colega de topografia, Waldemar Moura (Moura, 1996).

Em julho de 1996, com uma equipe formada por pesquisadores do Museu Nacional (UFRJ) e da Universidade Federal do Paraná (UFPR), os autores deste texto estiveram realizando pesquisas de arqueoastronomia em alguns sítios arqueológicos no interior da Bahia, com a professora Maria Beltrão, coordenadora do Projeto Central (Beltrão e Lima, 1986).

Em Monte Alto ($14^{\circ} 20' 56''$ S; $43^{\circ} 03' 54''$ O; altitude 1.020 m), a uma distância de 500 km de Salvador, foram estudados certos alinhamentos de rochas, limitados por um riacho (Afonso *et al.*, 1999). O primeiro fato que chamou a atenção foi que não havia necessidade dessas rochas se encontrarem tão próximas umas das outras para constituírem alinhamento, pois era possível visualizar diversas delas em uma mesma linha reta. Em segundo lugar, não poderiam servir mesmo como um curral, devido às suas alturas e afastamentos, tendo em vista que a altura das rochas é de 0,70 m e a separação entre elas de 2,55 m, sendo esses dois valores considerados em média.

Foi efetuado levantamento topográfico planialtimétrico dos alinhamentos e determinadas as coordenadas geodésicas do sítio. Esse levantamento foi dificultado pelas condições do terreno, encoberto pela vegetação que foi preservada. Foram contados 260 blocos rochosos que formavam diversas linhas retas, com diferentes **azimutes**, totalizando 930 m de comprimento. Alguns desses blocos se encontravam caídos, enquanto outros foram removidos do local provavelmente por caçadores de tesouro. Com base nos dados obtidos nos levantamentos efetivados, se os alinhamentos fossem preenchidos com os blocos rochosos, que possivelmente foram removidos, se obteria um total de 365 blocos, aproximadamente. Esse número sugeriu que os blocos poderiam corresponder ao número de dias em 1 ano.

Os alinhamentos de Monte Alto não se orientam para nenhum ponto astronomicamente relevante (nascer ou pôr do sol ou de estrelas brilhantes) e

a estranha figura desenhada pelas rochas não se parece com nenhum animal ou vegetal conhecido. Assim, resolveu-se procurar alguma correlação entre o desenho na Terra com as estrelas do céu, visíveis do local.

A região do céu que mais se assemelha ao desenho dos alinhamentos de Monte Alto se situa entre o Grande Quadrado de Pégaso e o aglomerado estelar das Plêiades. Assim ele poderia representar a projeção vertical do céu na superfície terrestre, no instante do aparecimento das Plêiades. Nele, a **Via Láctea** poderia estar representada pelo riacho.

Aproximadamente durante um mês, a cada ano, as Plêiades ficam muito próximas do Sol no céu, não podendo ser observadas. O nascer **helíaco** das Plêiades ocorre quando elas se tornam visíveis, no lado leste, pouco antes do nascer do sol. O primeiro dia em que isso acontecia, perto de 5 de junho, marcava o início do ano para vários grupos indígenas brasileiros que observavam as Plêiades para elaborarem seus calendários. Nesse dia as Plêiades podem ser observadas por apenas alguns minutos, cerca de uma hora antes do nascer do sol, próximas à linha do horizonte. Logo depois, devido ao movimento de rotação da Terra de oeste para leste, o Sol surge no lado leste ofuscando a visão das Plêiades.

Em virtude do movimento de translação da Terra, também de oeste para leste, as estrelas se adiantam em média 3 minutos e 56 segundos por dia, em relação ao Sol. Logo, a observação das Plêiades nos dias seguintes ao do nascer **helíaco** se torna mais fácil, pois elas nascem cada dia mais cedo de noite em relação ao Sol até que, por volta de 10 de novembro, elas passam a nascer quando o Sol ainda está se pondo. A partir desse dia, não podemos mais observar o nascer das Plêiades, pois ao escurecer elas já se encontram acima do horizonte, se deslocando a cada dia para o lado oeste, até desaparecerem ao pôr do sol (ocaso **helíaco**). O ocaso **helíaco** ocorre perto do dia 28 de abril, não sendo mais visíveis à noite até perto do dia 5 de junho quando ocorre, novamente, o seu nascer **helíaco**.

A maioria dos povos antigos marcava o início do ano no dia do nascer **helíaco** de uma determinada estrela ou **constelação**. Os antigos egípcios, por exemplo, desde cerca de 5 mil anos atrás, utilizavam o dia do nascer **helíaco** de Sirius, a estrela mais brilhante do céu noturno, que coincidia com o início da cheia do rio Nilo (inundação) para iniciar o seu ano. Possivelmente os astrônomos determinavam o dia e o local do nascimento dessa estrela utilizando a reta imaginária que passa pelas Plêiades, Aldebarã e Sirius. Em geral, nas noites de verão, utilizamos esse alinhamento de estrelas brilhantes para encontrar as Plêiades. Devemos salientar que essas estrelas nascem após as Plêiades.

Tendo em vista que cada bloco rochoso poderia representar um dia do ano, foi levantada a seguinte hipótese: os alinhamentos serviriam como calendário anual cuja origem seria o primeiro dia em que o aglomerado estelar das Plêiades fosse visível antes do nascer do sol (nascer **helíaco**). Essa hipótese, embora astronomicamente correta, jamais poderá ser comprovada. No entanto, pode-se utilizar o desenho dos alinhamentos de Monte Alto para elaborar um calendário de rochas que se inicia no dia do nascer **helíaco** das Plêiades.

A ausência de estrelas bastante brilhantes antes do nascer das Plêiades justificaria a realização pelo homem pré-histórico de um desenho de rochas, partindo do grande quadrado de Pégaso, para efeito de memorização do céu.

Após a elaboração da hipótese acima, foi verificado que no clássico livro de Claude d'Abbeville escrito em 1614 (Abbeville, 1975), este afirmava que havia uma constelação que os Tupinambá do Maranhão chamavam Tinguaçu, que precedia o aparecimento das Plêiades em cerca de quinze dias e, em trabalho de campo, foi constatado que os Guarani também possuíam uma constelação chamada Tinguaçu que anunciava o aparecimento das Plêiades. Tinguaçu, em Tupi e em Guarani, significa pássaro de bico grande (gênero *Attila* de pássaros tropicais americanos), encontrado em todo o Brasil. Então, o desenho de Monte Alto poderia ser uma representação desta ou de outra ave, sem necessariamente estar relacionado aos Tupi ou aos Guarani, pois diversos outros grupos poderiam fazer essa mesma associação.

Para determinar a posição e a data do nascer **helíaco** das Plêiades, os Guarani usam o seguinte método empírico na região do céu que se situa entre o Grande Quadrado de Pégaso formado pelas estrelas α (alfa) de Andrômeda, α de Pégaso, β (beta) de Pégaso, γ (gama) de Pégaso e as Plêiades. A partir do Grande Quadrado de Pégaso, seguindo as estrelas δ (delta) da **constelação** de Andrômeda, α do Triângulo e 41 da **constelação** de Áries encontramos as Plêiades, pois elas se encontram na reta imaginária que une essas três estrelas. As estrelas, utilizadas no método, na ordem decrescente de seu brilho são: α de Andrômeda, α de Pégaso, β de Pégaso, γ de Pégaso, δ de Andrômeda, α do Triângulo, 41 de Áries e Plêiades (NGC 1432). Essas estrelas formam a constelação que os Guarani chamam de Arapuca, a armadilha para pegar passarinhos (Figura 1). A figura formada pelos alinhamentos de Monte Alto parecem refletir na Terra a figura dos alinhamentos celestes, que formam a constelação da Arapuca.

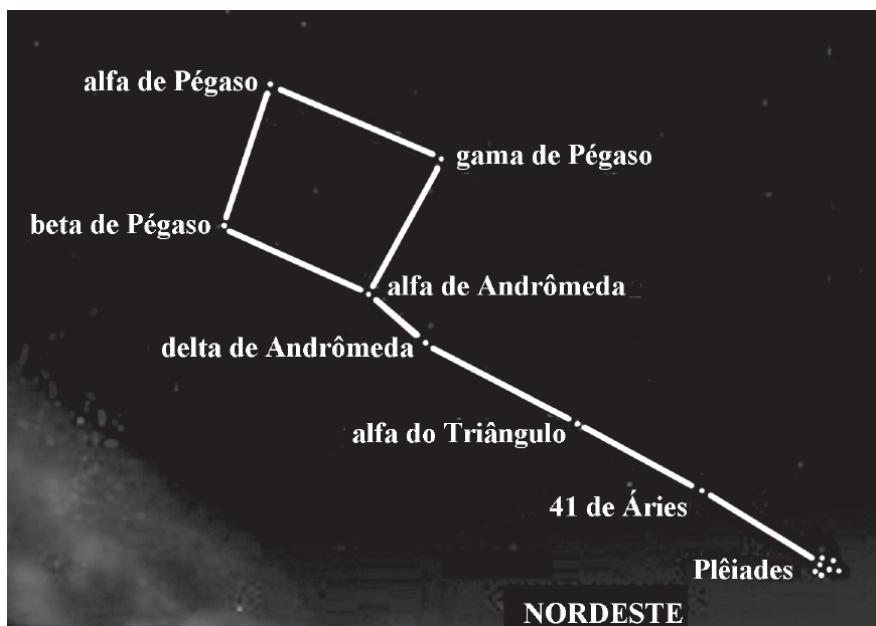


Figura 1. A Constelação Guarani da Arapuca

O nascer **helíaco** dessas três estrelas alinhadas precede o nascer **helíaco** das Plêiades, aproximadamente, nos seguintes intervalos de tempo entre parênteses: δ de Andrômeda (45 dias), α do Triângulo (30 dias) e 41 de Áries (15 dias).

Assim, registrando a data e a direção do nascimento dessas três estrelas, pode-se prever a data e a direção do nascimento **helíaco** das Plêiades que nascem no mesmo lugar onde nasce o Grande Quadrado de Pégaso.

A partir do dia do desaparecimento das Plêiades ao escurecer, o Grande Quadrado de Pégaso já é bem visível antes de amanhecer. E tudo recomeça...

Diversas etnias de outras regiões do mundo, principalmente das Américas, marcavam o início do ano com o surgimento das Plêiades, assim como muitos grupos indígenas brasileiros. Sua principal utilidade consiste em desenvolver sistemas de visualização para o controle da estação agrícola. Estruturas monumentais orientadas para esse aglomerado estelar também são encontradas em diversas outras regiões do Planeta.

Com base em cerâmicas encontradas nas proximidades dos alinhamentos de Monte Alto, pode-se estimar a sua idade como sendo de aproximadamente 2 mil anos.

O sítio arqueológico onde se situam os alinhamentos de Monte Alto se encontra abandonado e bastante depredado. É objetivo dos autores recuperá-lo,

depois de realizar pesquisa mais detalhada. Assim, o complexo poderia servir como equipamento de educação ambiental que atrairia turistas para a região, como ocorre em Stonehenge e em muitos outros locais.

O Sítio de Calçoene, AP

O norte de Amapá é rico em sítios arqueológicos com **megálitos**. No município de Calçoene, localizado a 390 km ao norte de Macapá, há diversos sítios arqueológicos, sendo o mais conhecido deles o sítio do Rego Grande. Ele conta com aproximadamente 147 **megálitos** talhados e colocados no topo de uma colina, formando circunferência de 30 m de diâmetro. O bloco maior tem mais de 3 m de altura e mais de 3 t (Figura 2).



Figura 2. O sítio do Rego Grande em Calçoene, AP

Em 1895 o naturalista e zoólogo suíço Emílio Goeldi (1859-1917) organizou pelo Museu Paraense expedição científica na região. Nessa expedição, localizou e registrou o sítio de Calçoene. Entre as peças coletadas pela equipe havia várias vasilhas cerâmicas inteiras. A delicadeza das pinturas e dos motivos modelados e a originalidade das formas fizeram com que Goeldi afirmasse

que aqueles eram alguns dos “melhores produtos cerâmicos conhecidos dos indígenas da região amazônica” — uma cerâmica chamada pelos arqueólogos de “Aristé” (Goeldi, 1905).

Depois Calçoene foi visitada pelo etnólogo e antropólogo alemão Curt Nimuendajú, que teria contado 150 blocos verticais, erigidos intencionalmente. Nimuendajú acreditava que esses alinhamentos teriam ligações com práticas religiosas, sendo o sítio considerado um local sagrado. Suas viagens pela região amazônica entre 1922 e 1927 foram publicadas em Stuttgart, sob o título *Streifzüge in Amazonien* em 1929 (Nimuendajú, 1929).

Na década de 1950 o casal norte-americano Betty Meggers e Clifford Evans também esteve pesquisando nessa região. Esses arqueólogos concluíram que o sítio seria utilizado para fins ceremoniais (Meggers and Evans, 1957), concordando com Nimuendajú quanto à finalidade dos **megálitos**. Achando que o ambiente da Amazônia fosse pobre demais para suportar aldeias densas e permanentes, atribuíram o sítio às chamadas sociedades complexas da Amazônia e concluíram que ele fora obra dos índios Aruã, da família linguística aruaque, que desceram do Caribe e ocuparam a foz do Amazonas.

Desde 2006, o sítio de Calçoene está sendo estudado pelos arqueólogos Mariana Petry Cabral e João Darcy de Moura Saldanha, do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá (IEPA). No início de seus trabalhos esses pesquisadores verificaram que a sombra de um fino **megálito** desaparece quando o Sol se encontra no ponto mais alto de sua trajetória diurna (**passagem meridiana**), no solstício do inverno do hemisfério norte. Isso significa que o **megálito** aponta exatamente para o Sol nesse instante, no dia 21 ou 22 de dezembro, pois o sítio arqueológico fica no hemisfério norte.

Com essa descoberta os pesquisadores anunciaram duas hipóteses sobre o sítio arqueológico: era observatório astronômico e fora construído por uma sociedade complexa e organizada, concordando com a conclusão de Meggers e Evans (Lopes, 2006).

Em maio de 2006 o primeiro autor deste artigo foi consultado sobre essas hipóteses pela imprensa, que forneceu diversas fotos do sítio arqueológico. Com base em outros sítios brasileiros com **megálitos** que o autor já tinha estudado, e que tinham conotação astronômica, ele concordou com a hipótese de que o sítio de Calçoene poderia servir, também, como observatório astronômico, mas discordou de que haveria necessidade de uma sociedade mais complexa e organizada do que a da maioria dos indígenas que habitavam o Brasil, para construí-lo (Lopes, 2006).

Continuando suas pesquisas, os arqueólogos Cabral e Saldanha realizaram três datações por Carbono 14, de fragmentos de carvão encontrados dentro de

poços funerários do sítio de Rego Grande. Também foram datados outros 10 sítios do Amapá, três deles com **megálitos**, e todos parecem ter sido ocupados entre 700 e mil anos atrás.

Nos sítios arqueológicos que pesquisaram na região de Calçoene, foram encontradas urnas funerárias feitas no estilo cerâmico Aristé. Comum em todo o litoral norte do Amapá e na Guiana Francesa, a elaborada cerâmica Aristé deixou de ser produzida depois da chegada do europeu às Américas. Nas pesquisas, não foi encontrado nenhum vestígio de material Aruã, o que invalida a hipótese feita pelos arqueólogos norte-americanos Meggers e Evans, sobre os construtores desses sítios **megálitos** (Cabral et Saldanha, 2009).

Em 21 de março de 2012, no equinócio da primavera, o primeiro autor deste texto foi convidado pela Secretaria de Turismo do Amapá para conhecer o sítio arqueológico de Rego Grande, em Calçoene, aonde chegou logo depois do pôr do sol. Ele estava interessado em analisar principalmente duas formações rochosas que já tinha visto nas fotos, e que são semelhantes às que ele já havia encontrado em outros sítios arqueológicos no Brasil: uma rocha de 3 m de altura em que foi feito orifício circular de 30 cm de diâmetro e a própria circunferência formada pelos **megálitos** com 30 m de diâmetro (todos os valores são aproximados). É comum encontrar no Brasil rochas com orifício, que permitem a observação do Sol pela passagem de seus raios. Em geral essas observações são possíveis nos solstícios e nos equinócios.

Em Calçoene não foi possível observar esse fenômeno, pois já estava anotescendo quando lá o autor chegou. No entanto Vênus e Júpiter estavam visíveis, perto do horizonte oeste. Foi calculado o instante em que esses planetas estariam na direção do ponto cardeal oeste e foi obtida foto na qual os planetas aparecem no orifício circular. Ela mostra que o orifício está orientado na linha leste-oeste (Figura 3).



Figura 3. Vênus e Júpiter se pondo em Calçoene, AP

Deve-se ressaltar que o bloco com o orifício está um pouco inclinado, principalmente para o leste, talvez devido a deslocamentos do bloco ou do terreno com o passar do tempo. Em geral, os blocos encontrados em outros sítios arqueológicos estavam colocados na posição vertical. Além do orifício, há casos de estrutura de rochas sobrepostas que permitem fazer esse tipo de observação do Sol, como é o caso de Garopaba, SC, onde o Sol nasce sobre o mar no dia do solstício de inverno (Figura 4).

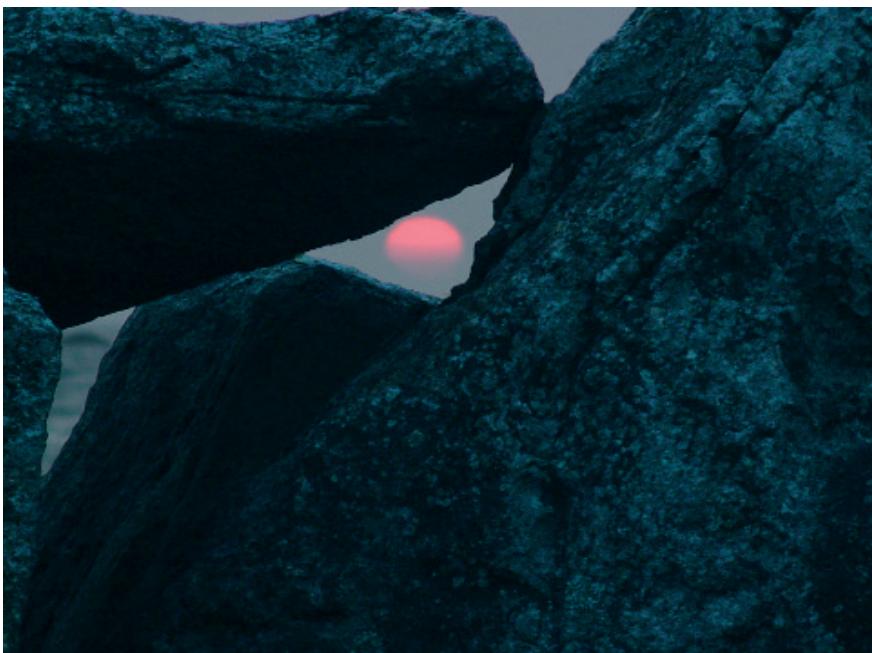


Figura 4. Sol nascendo no solstício de inverno em Garopaba, SC (Foto Lucio Silva)

Quase todos os registros dos movimentos aparentes do Sol eram obtidos pelos povos antigos através de um dos mais simples e antigos instrumentos de astronomia: o gnômon vertical ou haste do relógio solar. Ele consiste de haste cravada verticalmente no solo, da qual se observa a sombra projetada pelo Sol sobre terreno horizontal. O gnômon foi utilizado também nas civilizações maiores: no Egito (obeliscos) no século 15 AEC; na China no século 11 AEC; na Grécia no século 7º AEC. O gnômon, simples bastão vertical, teve então papel muito importante e às vezes subestimado no desenvolvimento da astronomia.

Os índios brasileiros também utilizavam o relógio solar (gnômon) e, em geral, a sua haste era feita de madeira ou de rocha grande, isolada (monólito), colocada verticalmente.

Durante o ano de 1991 os autores deste texto estudaram um monólito vertical, com cerca de 1,5 m de altura, encontrado em sítio arqueológico às margens do rio Iguaçu, na região que foi inundada pelo reservatório da usina hidrelétrica de Salto Segredo, PR. Ele tinha as faces talhadas artificialmente, apontando para os quatro pontos cardinais, sendo que o topo retangular estava orientado na direção L-O (Figura 5). Em volta desse monólito havia um círculo de pedras menores que, aparentemente, indicavam as direções do nascer e ocaso do sol nas estações do ano. A maioria dessas pedras foi um pouco deslocada de sua posição original por caçadores de tesouro.

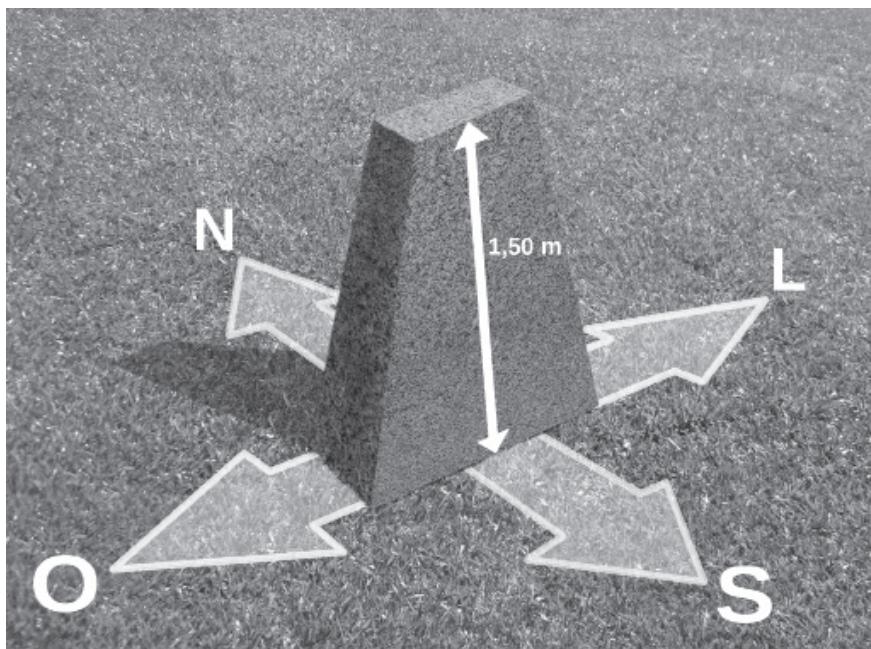


Figura 5. Representação do monólito de Salto Segredo, PR

É importante ressaltar que a região onde se encontrava o monólito estava ligada à margem do rio Iguaçu por um caminho pavimentado por pedras irregulares. Toda essa região foi representada cartograficamente, sendo a posição do monólito determinada por observações astrométricas. Nos dias dos equinócios foram efetuadas observações detalhadas do nascer e do pôr do sol, que comprovaram o alinhamento do topo do monólito na direção L-O.

Considerando que esses monólitos talhados para os pontos cardeais, encontrados em diversas regiões do Brasil, foram colocados na posição vertical, e que muitas tribos de índios brasileiros usavam e ainda usam o relógio de Sol, surgiu a ideia de que eles poderiam servir também como relógio solar mais aperfeiçoado, pois poderiam fornecer os pontos cardeais, mesmo na ausência do Sol. Na maioria das cosmogêneses indígenas, o ponto mais alto do céu (chamado zênite) representa a morada do deus maior da etnia considerada e os quatro pontos cardeais os domínios dos quatro deuses criados por ele (Afonso, 2001).

Ao comparar, então, o círculo de pedras de Rego Grande com outros que já eram conhecidos, percebeu-se que faltava um monólito no centro do círculo, que serve como referência. Perguntou-se desse monólito ao Garrafinha, como gosta de ser chamado Lailson Carmelo da Silva, capataz do sítio que acompanhava a equipe de pesquisadores. Ele respondeu que, de fato, existia um monólito no centro do círculo, que ele encontrou caído logo que se mudou para o sítio, e o havia transportado para fora do círculo. Garrafinha mostrou o lugar em que se encontrava esse monólito central.

Observando do centro do círculo, ficava evidente que na direção do solstício do inverno não havia nenhuma rocha. Novamente perguntou-se ao Garrafinha sobre essa rocha. Ele levou os interessados ao lugar que fora apontado e mostrou que lá havia uma rocha em pé, no entanto, atualmente ela estava caída.

Espantado, Garrafinha disse que nunca tinham feito tais perguntas a ele. Foi-lhe explicado que essas perguntas foram feitas comparando esse sítio com outros com **megálitos** já conhecidos, e que todas essas semelhanças mostravam que, realmente, o sítio arqueológico de Rego Grande teria, também, funções astronômicas.

Não foi levantada nenhuma hipótese sobre o fino **megálito** inclinado, que aponta para o Sol na sua **passagem meridiana** no solstício de inverno, pois em todos os sítios arqueológicos antes pesquisados, os **megálitos** estavam colocados na posição vertical. Além disso, verificou-se que no sítio de Rego Grande havia outros blocos menores, que não se encontravam mais na posição vertical.

Outras estruturas megalíticas

Em 1887, realizando pesquisas etnográficas no Xingu, MT, o francês Henri Coudreau (1859-1899) encontrou formações artificiais de pedra:

Estes estranhos **menires** ou pedras levantadas do Xingu, em número de oito, estão, no momento, a um metro ou um metro e meio acima das águas médias das vazantes; nas cheias devem ficar todos imersos. Estranhos **menires**, feitos evidentemente com pedras do próprio rio, por quem terão sido erguidos? Os Jurunas

dizem que são muito antigos, remontando a uma origem desconhecida. A prova definitiva de que foram erigidos com uma intenção determinada é que se encontram todos colocados no meio de quadrados de pedras que foram para lá levadas de propósito, evidentemente (Coudreau, 1887).

A sua artificialidade pode ser confirmada pela experiência arqueológica desse pesquisador, que também efetuou registros de arte rupestre, material lítico e cerâmico na região (Coudreau, 1887). O antropólogo ainda anexou duas ilustrações dos **menires**, pelas quais se percebe nítido alinhamento destes, bem como sua evidente estrutura de sustentação, em meio a bases formadas por montículos de pedras.

No início deste século, também o geógrafo Alfredo Brandão (1874-1944) encontrou evidências monumentais no estado de Alagoas. Membro do Instituto Arqueológico e Geográfico Alagoano, Brandão possuía vasta experiência em registros arqueológicos, acerca dos quais publicava descrições analíticas na revista do mesmo instituto. Entre os supostos monumentos encontrados, merece destaque o do sítio Sapucaia, no engenho Bom Jesus. Consistia de um círculo de pedras rústicas, implantadas verticalmente no solo. O pesquisador ainda distinguiu esses vestígios dos currais de pedra de origem colonial, muito comuns no Nordeste (Brandão, 1937).

Ainda no norte do Brasil, no estado do Pará, o engenheiro alemão Manfred Rauschert-Alenani encontrou em 1970, nas nascentes do rio Citaré, figuras compostas por pedaços de pedras soltas, apoiadas sobre planalto rochoso, formando linhas retas e pequenas figuras de animais, e ainda uma figura humana realizada com a mesma técnica (Rauschert-Alenani, 1970).

No extremo oposto do país, Rio Grande do Sul, o arqueólogo José Proença Brochado também encontrou vestígios megalíticos durante pesquisas em 1967-1968. No vale dos rios Ijuí e Jacuí, numa pequena encosta, foram encontradas doze lajes de basalto retangulares, com altura média entre 0,5 e 2 m de altura. A sua estrutura era apoiada sobre pedras menores, semelhante, portanto, à encontrada por Coudreau, no Xingu. O conjunto apresentava vários alinhamentos orientados na direção N-S, com o seu eixo de simetria alinhado na direção L-O, acompanhando o declive natural da encosta, revelando nítida orientação astronômica. Sobre o centro do conjunto, havia ainda um poste de basalto com cerca de 2 m de altura, rusticamente trabalhado segundo o arqueólogo, com a intenção de imitar uma figura humana (Brochado, 1969). O sentido astronômico original desses **megálitos** pode ser reforçado por outros vestígios encontrados por Brochado nesse mesmo local, como túmulos de pedra também alinhados na direção L-O, com aberturas

voltadas para o ponto cardeal O. O arqueólogo associou esses vestígios a tradições de origem patagônica.

Ainda no mesmo estado também foram registrados esqueletos junto a montículos de pedras (tradição Taquara), enterrados estendidos de costas, com o crânio voltado para o nascente ou poente (Ribeiro, 1977). Do mesmo modo, muitos arqueólogos encontraram crânios e esqueletos em sambaquis (sítios em forma de colina, formados artificialmente pelo acúmulo de restos marinhos), com o eixo orientado para pontos de interesse astronômico, como para o ponto cardeal L (Prous, 1991).

Em outras regiões no Brasil foram registrados *cromlechs*. Em Pompeu, MG, universitários encontraram formações circulares de pedra associadas a machados e cerâmica da tradição Aratu (Prous, 1991). O arqueólogo Marcos Galindo Lima (UFPE) constatou diversos alinhamentos em Pernambuco onde “um deles forma um círculo com 40-60 cm de altura, enquanto o outro desenha uma linha quebrada irregular” (Prous, 1991).

Geoglifos da Amazônia

Nos últimos anos pesquisadores têm descoberto grandes estruturas de terra, perfeitamente geométricas, erigidas por populações pré-colombianas nos solos argilosos de terra firme da Amazônia ocidental, no estado do Acre e adjacências, que foram chamados **geoglifos** (Schaan *et al.*, 2007 e 2012).

Os primeiros que identificaram e registraram esses **geoglifos** no Acre foram os arqueólogos Ondemar Ferreira Dias Jr. e Franklin Levy, do Instituto de Arqueologia Brasileira (IAB) em 1977, cadastrando 70 sítios até 1980.

Segundo estudos atuais, sensoriamento remoto e levantamento em terra já revelaram 281 **geoglifos** cujas medidas de radiocarbono dataram a sua construção e ocupação entre 2 mil e 700 anos antes do presente.

As figuras são formadas por um conjunto de valeta e mureta adjacente, esta última formada pelo material do solo escavado depositado do lado de fora da valeta. A largura da valeta é, em média, de 10 m, enquanto a profundidade varia de 1 a 7 m. Há **geoglifos** de forma quadrada, retangular, circular, oval, hexagonal, com oito lados e em forma de “U”, além de caminhos retos que os conectam, alguns se estendendo por até 600 m.

As formas geométricas mostram interessante padrão: ao sul predominam as figuras circulares, enquanto que ao norte as figuras quadrangulares.

Algumas figuras quadrangulares possuem um dos cantos direcionado para o N. Em outras, há caminhos que saem do ponto mediano dos lados nas

quatro direções, formando eixos L-O e N-S. Os **geoglifos** circulares chegam a atingir 350 m de diâmetro.

Apesar de existirem estruturas de terra defensivas no alto Xingu, nos geoglifos elas formam figuras perfeitamente geométricas e tão grandes que quase não podem ser percebidas do solo.

Esses sítios lembram também as obras de terra encontradas nas terras baixas da vizinha Bolívia, onde extensos canais e áreas elevadas têm sido interpretados como campos agrícolas.

A construção desses aterros geométricos pode ter sido um fenômeno regional compartilhado, especialmente entre os povos Arawak e Tacana, que possivelmente os usavam para reuniões, atividades religiosas, locais de moradia ou aldeias fortificadas, ou talvez tudo isso tendo em vista sua versatilidade.

Sua geometria perfeita indica seu caráter francamente simbólico: denota a maneira correta de construir assentamentos ou praças ceremoniais, implicando aí talvez a intenção de seguir as diretrizes deixadas por espíritos ancestrais.

Vários deles localizam-se sobre platôs de onde se descontina uma visão panorâmica que alcança dezenas de quilômetros até o horizonte, e de onde se percebem os rios encobertos pela mata ciliar. Se os **geoglifos** eram aldeias fortificadas, sua posição era realmente a melhor possível, pois qualquer movimento vindo a partir dos rios poderia ser notado a distância.

Segundo as descrições anteriores feitas pelos pesquisadores da região (Schaan *et al.*, 2007 e 2012), pode-se supor que os **geoglifos** possivelmente teriam, também, alguma conotação astronômica, pois a maioria deles se encontra em lugar elevado, tem forma circular ou retangular e é orientado para os pontos cardeais. Esses padrões se encontram nas aldeias de algumas etnias indígenas, que utilizam a astronomia para a subsistência e a religiosidade, tal como os Bororo, do estado de Mato Grosso, que constroem suas aldeias na forma circular. A forma retangular, com os lados orientados com bastante precisão para os pontos cardeais, tal como a encontrada no sítio Cruzeirinho, município de Boca do Acre, AM, próximo à desembocadura do rio Acre no rio Purus, com as seguintes coordenadas geodésicas: latitude 8° 50' 37" S, longitude 67° 15' 12" O e altitude 122 metros, poderia servir para diferenciação de clãs ou de etnias (Figura 6). Assim, seria interessante estudar esses **geoglifos** da Amazônia também do ponto de vista astronômico.

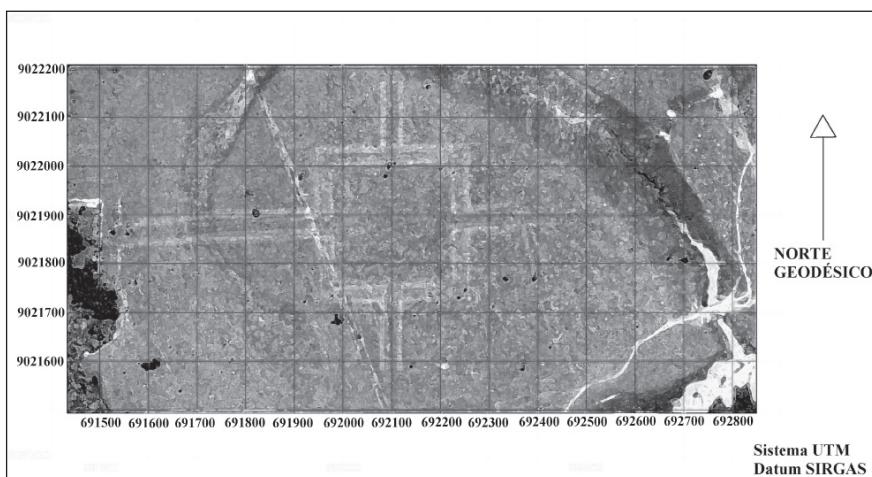


Figura 6. Geoglifo do sítio Cruzeirinho, AM

Arte rupestre astronômica

Arte rupestre é toda expressão gráfica — pintura ou gravura — deixada pelo homem pré-histórico sobre superfície rochosa: paredes de grutas, abrigos, canyons, boqueirões etc. A palavra *Itacoatiara*, que em Tupi e Guarani significa “pedra pintada”, é frequentemente utilizada para denominar os rochedos decorados.

A maioria dos pesquisadores considera que a arte rupestre brasileira reflete mais do que uma manifestação artística, pois muitas pinturas foram realizadas em lugares de difícil acesso e as gravuras exigem muito trabalho para serem feitas. No entanto, a pesquisa mais complexa relacionada à arte rupestre, é a interpretação dos grafismos. No Brasil, onde ocorrem as mesmas tendências interpretativas do resto do mundo, ela é praticamente abandonada pelos arqueólogos.

Os astrônomos, em geral, gostam de examinar fenômenos que parecem não estar relacionados entre si, para mostrar que, se forem examinados com cuidado suficiente, algum tipo de relação poderá ser encontrado. Por exemplo, é difícil não aceitar que as representações que Maria Beltrão chama “Tradição Astronômica” não evoquem o firmamento (Beltrão e Lima, 1986).

É óbvio que não se pode tentar interpretar as obras paleolíticas europeias a partir de realizações modernas de aborígenes australianos ou africanos atuais. A interpretação das pinturas existentes em um sítio arqueológico brasileiro, por um indígena atual, também é limitada. No entanto, ela nos for-

nece pelo menos uma visão diferente da visão ocidental da maioria dos pesquisadores sobre painéis que, não se pode esquecer, são de origem indígena.

Na arqueoastronomia brasileira pode-se fazer algumas hipóteses sobre o sentido das figuras rupestres utilizando informações de indígenas que conservam muito suas tradições antigas, como os Guarani. As informações obtidas podem servir como auxílio para o controle das interpretações dos painéis. No entanto, esse método deve ser utilizado com cautela, principalmente em figuras isoladas, pois um mesmo símbolo pode ter diversos significados e uma mesma ideia pode ser representada por diversos símbolos. Em um painel com diversos temas, a figura que denominamos Sol poderia representar um cocar indígena, a Lua poderia representar uma canoa e as estrelas olhos, por exemplo. Assim, deve-se procurar painéis que possuam somente símbolos aparentemente astronômicos, sem estarem misturados com zoomorfos e antropomorfos.

Itaquatiara de Ingá

Ingá é o nome de uma cidade situada a 80 km de João Pessoa, PB, no planalto de Borborema, em direção a Campina Grande. A menos de 8 km de Ingá, às margens do rio Ingá, que no inverno seca para se tornar caudaloso no verão, existe um monólito de rocha gnaisse, duríssima, cuja superfície está recoberta por cerca de 500 estranhas inscrições em baixo relevo. Trata-se da famosa Pedra Lavrada do Ingá, cuja forma é irregular, com aproximadamente 23 m de comprimento e 3 m de altura, em média, tendo 3,8 m de altura em sua parte mais elevada.

O acabamento de todas as inscrições de Ingá fornece a ideia de polimento, que parece confirmar a hipótese referente ao processo utilizado para fazer as gravações: elas teriam sido executadas por meio de rochas duras ou madeiras molhadas na água e, em seguida, polidas com areia, como se fosse uma lixa. O monumento de Ingá devia representar algo realmente importante, tendo em vista a dificuldade de seus artesãos para fazerem os sulcos.

Sobre a face norte do bloco granítico, as inscrições se concentram em um painel de aproximadamente 18 m de comprimento por 1,8 m de altura.

Todo o campo insculpido está limitado em sua parte superior por círculos, perfeitamente escavados, que se perfilam em número de 114. Esses círculos ou concavidades são chamados “capsulares” e possuem, em média, 5 cm de diâmetro.

No início das gravações há uma espiral voltada para a direita, enquanto que no fim há outra espiral, agora voltada para a esquerda, ambas laboriosamente confeccionadas com notável polimento.

Sobre o bloco granítico há outras inscrições, em menor número. Uma delas, situada no centro do painel insculpido e a cerca de 50 cm acima da linha de capsulares, se assemelha a uma representação de um Sol radiante, em semicírculo, do qual partem 21 raios voltados para a parte inferior do paredão.

O bloco granítico repousa sobre grande laje que, batida pelas águas do rio nos períodos de enchentes, apresenta coloração diferente daquela do referido bloco, um tanto esbranquiçado. Nessa laje, em ligeiro declive, também figuram gravações com a mesma técnica de trabalho, inclusive representando certos símbolos do painel, tudo com perfeito polimento.

Nesse monólito, nos raros casos em que aparece uma representação biomorfa, parece tratar-se de sauros ou de homens.

As três hipóteses mais conhecidas sobre Ingá, relacionadas com a astronomia, são:

1) Em 1974, o Boletim Informativo do Centro Brasileiro de Arqueologia, do Rio de Janeiro, publicou estudo do engenheiro José Benício de Medeiros feito em 1962, intitulado: “Tentativa de determinação da época em que foram feitas as gravações de Ingá de Bacamarte” (Medeiros, 1974). Ele relacionou uma série de gravuras, situada na laje sobre a qual se encontra o bloco granítico, com estrelas que compõem a **constelação** ocidental de Orion, o Caçador. Das 14 estrelas assinaladas, 11 coincidiriam com as estrelas dessa **constelação**, segundo o autor.

Supondo que o ponto vernal se encontrava na **constelação** de Orion na época em que as gravuras foram feitas, Medeiros determinou que esse monumento teria sido construído em 4.134 AEC. No entanto, nessa época o ponto vernal se encontrava na **constelação** do Touro.

2) Em novembro de 1986 o IAB publicou trabalho inédito do arqueólogo espanhol Francisco Pavia Alemany intitulado *El Calendário Solar da “Pedra de Ingá”- Una Hipótesis de Trabajo* (Alemany, 1986). Nesse trabalho ele se limitou a estudar os 117 capsulares da face norte do bloco granítico, que estão aproximadamente alinhados horizontalmente, ocupando um terço da parte superior da rocha. Alguns autores contam apenas 114 capsulares.

Alemany supôs que o monólito de Ingá poderia servir de calendário solar utilizando-se, perto dele, um relógio solar vertical, sendo que o registro das sombras diárias, ao nascer do sol, estaria materializado pelos 117 capsulares. Essa sombra iria de um extremo a outro em 183 dias (metade de 1 ano), e depois voltaria fechando um ciclo completo em 1 ano (cerca de 366 dias).

Esse autor encontra sérias dificuldades para explicar como 117 capsulares poderiam representar o registro de 183 dias. Além disso, sempre surge a per-

gunta: Por que os povos que esculpiram as gravuras, utilizariam método tão complicado para estabelecerem um simples calendário anual?

3) O médico Francisco C. Pessoa Faria também analisou o monólito de Ingá do ponto de vista astronômico, especialmente o paredão vertical, onde as gravuras ocupam uma área de 30 m². Ele lançou um livro com o resultado de suas pesquisas intitulado “Os Astrônomos Pré-Históricos do Ingá” (Faria, 1987). O autor supôs que a sucessão de depressões hemisféricas (capsulares) na parte superior da Itaquatiara seria uma representação da eclíptica, sendo que sua parte média ou central assinalaria o equinócio da primavera. Para esse autor, na altura do 60º capsular dos 115 entalhados (alguns estudiosos contaram 114 e outros 117 capsulares), há uma figura que lembra um cocar, que marcaria o equinócio da primavera. Logo abaixo de todos os capsulares estariam representações de **constelações** zodiacais, que hoje são as mais conhecidas.

Das três hipóteses, esta é a menos aceita nos meios acadêmicos pelos seguintes motivos:

- a) embaixo dos capsulares existem mais de 12 representações e, portanto, podemos sempre escolher a que for mais conveniente para comparar com as 12 **constelações** zodiacais;
- b) embora pareça elementar, ainda é preciso lembrar que o arranjo de estrelas em **constelações** é totalmente arbitrário. Em geral podemos encontrar um conjunto de estrelas que reproduzam, aproximadamente, uma dada **constelação** zodiacal.

Todas as hipóteses astronômicas que se conhece sobre a Itaquatiara de Ingá, utilizam a astronomia ocidental. No entanto, tudo indica que as gravuras foram feitas pelos indígenas que habitavam a região.

Todas as etnias indígenas brasileiras pesquisadas pelos autores deste texto dão maior ênfase à **Via Láctea**, estrutura celeste visível, do que à eclíptica, trajetória geométrica abstrata. A **Via Láctea** é normalmente conhecida por Caminho da Anta e outros nomes; mas miticamente ela é a Morada dos Deuses. Assim também, as Três Marias são utilizadas para orientação, pois nascem no ponto cardeal leste e se põem no ponto cardeal oeste, mas significam para os indígenas o Caminho dos Mortos. Por isso muitas etnias enterram seus mortos com a cabeça voltada para o leste e os pés para o oeste, representando o ciclo da vida.

Pode-se dizer que existem dois tipos de astronomia indígena: uma relacionada com o clima, a fauna e a flora do lugar, conhecida pela maioria da comu-

nidade e que regula o cotidiano da aldeia, e outra relacionada com os espíritos, sendo conhecida apenas pelos pajés e por raras pessoas da comunidade.

Caso desejassem registrar as constelações, apenas para marcar o espaço e o tempo, os indígenas de Ingá certamente escolheriam figuras menos complexas para representar essas constelações, tais como de elementos ligados à sua fauna.

Analisando as gravuras de Ingá pode-se identificar facilmente alguns espíritos da mitologia tupi-guarani. Com base nessas identificações, o painel poderia indicar parte da **Via Láctea** e as gravuras representariam espíritos indígenas que eram vistos no céu, formados por estrelas e por manchas claras e escuras da **Via Láctea**.

Fotos de Ingá foram mostradas para diversos pajés tupis-guaranis sendo que eles reconheceram alguns de seus espíritos nas gravuras. Além disso, eles os nomeiam e são capazes de localizá-los no céu. Não se pretende afirmar que essas gravuras signifiquem os mesmos espíritos para os povos que gravaram o painel de Ingá.

Um mito Bororo relatado pelos padres salesianos fala sobre a origem dos nomes das estrelas e das constelações. Ele narra que um menino era perseguido por três espíritos da floresta. O pequeno, para escapar, pulou sobre a forquilha de um jatobá novo e começou a suplicar para que ele crescesse e o levasse consigo. O jatobá cresceu e o ergueu bem alto no céu. Os espíritos, chegando, descobriram o autor dos gritos, empoleirado, fora de seu alcance. Eles resolveram passar a noite, que já se aproximava, ao pé da árvore salvadora do menino. Então as estrelas e constelações foram aparecendo no horizonte e os espíritos, falando por meio de assobios, anunciam o nome daquelas que iam aparecendo no horizonte. O menino escutava tudo atentamente e tratava de fixar na memória o que ouvia. Os espíritos, cansados pela espera, tiveram que ceder ao sono que os atormentava e dormiram. O menino não perdeu tempo e, enquanto seus perseguidores descansavam, fugiu.

Os Bororo devem aos espíritos, portanto, a denominação das estrelas e constelações, pois o menino a aprendeu deles e a transmitiu a seu povo que a utiliza até os dias de hoje.

Assim, pode-se supor que a Itaquatiara de Ingá poderia servir como lugar sagrado, onde estariam representados astros e seus espíritos que habitam a **Via Láctea** e fazem parte de seus mitos.

Petróglifos e a astronomia indígena

O etnólogo alemão Theodor Koch-Grünberg (1872-1924) esteve pela primeira vez no Brasil em 1899, em viagem ao rio Xingu, MT. Em seu livro “Petróglifos Sul-Americanos”, publicado em Berlim no ano de 1907, ele escreveu que os indígenas gravavam nas rochas em seus momentos de ócio e que esses desenhos não possuíam nenhum significado (Koch-Grünberg, 2010). Felizmente, essa interpretação preconceituosa perde adeptos no meio acadêmico a cada dia que passa.

Na primeira das três partes desse seu livro, Koch-Grünberg escreve que, muitas vezes, os índios relacionam esses **petróglifos** com seus mitos e lendas, o que vai contra a sua própria interpretação. Tem sido verificado que essa interpretação indígena de alguns petróglifos é semelhante para várias etnias pesquisadas pelos autores deste trabalho, inclusive no alto Rio Negro e no sul do Brasil. Além disso, às vezes, esses mitos são sobre os astros, principalmente Sol, Lua e Vênus, além de suas constelações e seus deuses que habitam a **Via Láctea**.

O maior valor desse livro está na parte II onde, já no início, ele escreve:

A seguir apresento um relatório dos anos de 1903 a 1905 sobre todos os **petróglifos** que vi e na maior parte copiei, ou então de cuja existência obtive informações seguras, no alto rio Negro e seus afluentes, bem como no Pira-Paraná, um afluente do Japurá (Koch-Grünberg, 2010).

As 32 figuras e 29 estampas (quadros com diversas figuras) apresentadas por Koch-Grünberg permitem comparar alguns desses **petróglifos** com outros, encontrados em diferentes regiões brasileiras, cerca de um século depois.

Por exemplo, em 1998 os autores do presente texto estudaram um painel horizontal com diversas figuras rupestres, gravadas em baixo relevo em rocha com cerca de 10 m x 10 m, encontrado no município de Boa Esperança do Iguaçu, PR, perto do local onde foi construída a Usina Hidrelétrica de Salto Caxias, às margens do rio Iguaçu. Cabe ressaltar que nessa rocha não há nenhuma representação de pessoas ou animais, fato que facilita a identificação das gravuras com temas astronômicos.

Nesse painel há uma gravura com um círculo no centro, uma circunferência em volta e dez raios ao redor, parecendo uma representação solar (Figura 7).

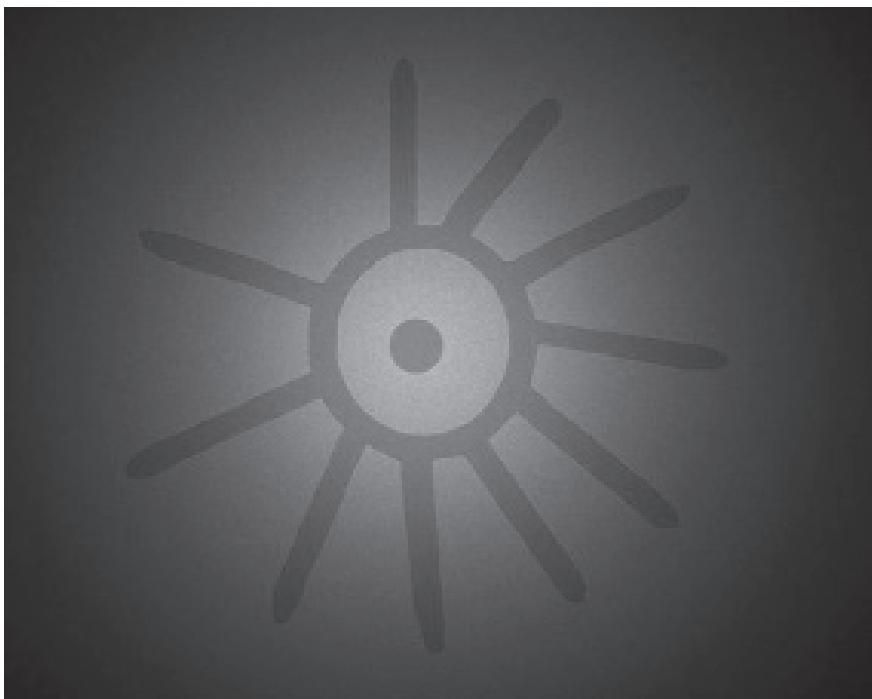


Figura 7. Representação do Sol no painel de Boa Esperança do Iguaçu, PR

Há uma gravura semelhante à Lua crescente. Para a maioria das etnias indígenas do Brasil, o primeiro dia do mês começa depois da Lua nova, quando aparece o primeiro filete de Lua no lado oeste, depois do pôr do sol. Em Tupi-Guarani, mês e Lua são designados pela mesma palavra: Jacy. Em geral, nos desenhos rupestres encontrados que parecem representar a Lua, ela está na forma de início de Lua crescente (Figura 8).

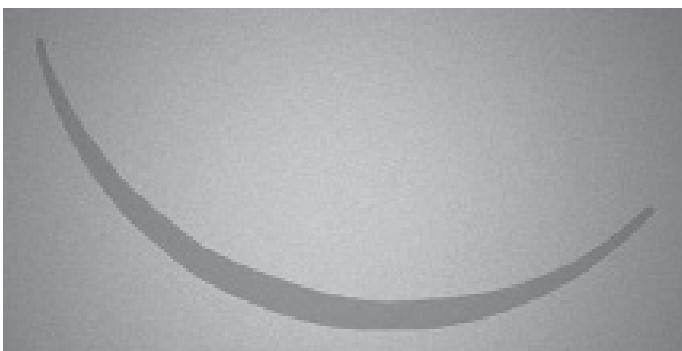


Figura 8.
Representação
da Lua
crescendo, no
painel de Boa
Esperança do
Iguaçu, PR

Outra gravura rupestre representa um Sol, oculto por outro astro do mesmo tamanho, talvez representando um eclipse solar total (Figura 9).



Figura 9. Representação de eclipse solar no painel de Boa Esperança do Iguaçu, PR

A estampa 3 da página 113 do livro “Petróglifos Sul-Americanos” foi obtida nas Pedras de Iauaretê (Pedras da Onça), no rio Aiari em São Gabriel da Cachoeira, AM. Iauaretê, em Tupi, e Jaguaretê, em Guarani, significam a onça verdadeira, a onça sagrada, a onça do céu. Segundo o próprio Koch-Grünberg, as figuras a, b e d da estampa 3, que formam triângulos, são interpretadas pelos indígenas como sendo onças.

Para os babilônios e para várias etnias indígenas do Brasil, o triângulo formado pelo aglomerado estelar das Híades, com Aldebarã, representa os olhos e o focinho de um animal no céu, sendo Aldebarã o seu olho direito, ε (épsilon) do Touro o olho esquerdo e γ , o focinho. Para os babilônios esse animal é o touro e para os tupis-guaranis, a onça.

O triângulo formado pelas estrelas Antares, β 1, δ e π (pi), todas da constelação do Escorpião, também formam a cara de uma onça para os tupis-guaranis, sendo que Antares representa o seu olho direito, β 1 o olho esquerdo e π o focinho.

Essas duas representações da mesma Onça Celeste ficam em posições opostas no céu.

Os eclipses sempre espalharam terror por transformarem em caos a ordem de repetição do Cosmos de eterno retorno. Aparentemente diversos povos antigos podiam prever esses fenômenos. Mas, por falta de registros, não se conhece os métodos por eles utilizados. Os tupis-guaranis também observavam os movimentos do Sol e da Lua e se preocupavam em prever os eclipses.

Um dos mitos tupis-guaranis sobre os eclipses relata que a Onça sempre persegue os irmãos Sol e Lua. Na ocasião do eclipse solar ou lunar, os indígenas fazem a maior algazarra, com o objetivo de espantar a Onça Celeste, pois acreditam que o fim do mundo ocorrerá quando ela devorar a Lua, o Sol e os outros astros, fazendo com que a Terra caia na mais completa escuridão.

No céu, o olho direito da onça é representado pela estrela vermelha Antares, da **constelação** do Escorpião e também pela estrela vermelha Aldebarã, da **constelação** do Touro. Essas duas **constelações** ficam no zodíaco onde, observados da Terra, passam o Sol, os planetas e a Lua. Assim, de fato, pelo menos uma noite por mês e um dia por ano, a Lua e o Sol, respectivamente, se aproximam de Antares e de Aldebarã.

Um mito tupi-guarani de eclipse lunar relata que no início do tempo e do espaço, antes de se fixarem no céu, o Sol e seu irmão mais novo, a Lua, habitavam a Terra vivendo, juntos, diversas aventuras. Um dia, encontraram um espírito maléfico, geralmente representado pela Onça, pescando em um rio. Com o objetivo de importunar a Onça, que não havia percebido os dois irmãos, o Sol mergulhou e mexeu o anzol, imitando um peixe grande. A Onça puxou o anzol vazio, caindo para trás. O Sol repetiu isso por três vezes e em todas elas a Onça caiu de costas. “Agora é a minha vez”, disse a Lua sorrindo. A Lua mergulhou e foi deslizando na direção do anzol. No entanto, a Onça foi mais rápida: pescou a Lua e a matou com um bastão de madeira. Depois, levou a Lua como se fosse um pescado, para comer com sua mulher. Quando estavam cozinhando a Lua, o Sol chegou e foi convidado pela Onça para também comer o peixe. Ele agradeceu dizendo que aceitaria apenas um pouco de caldo de milho e pediu que não jogassem fora os ossos do peixe, pois gostaria de levá-los consigo. Depois, recolhendo os ossos da Lua, o Sol levou-os para longe e, utilizando a sua própria divindade, ressuscitou o seu irmão mais novo (Afonso, 2001).

Assim, um eclipse lunar representa a Lua sendo devorada pela Onça. A cor avermelhada da Lua eclipsada é o seu próprio sangue que a oculta. A Lua só consegue ressurgir em toda a sua plenitude, como Lua cheia, porque o seu irmão mais velho, o Sol, a ressuscita.

Um mito tupi-guarani de eclipse solar conta que quando queria comer peixe, o Sol levava seu filho para lavar os pés no rio. Dessa maneira, os peixes ficavam atordoados e fáceis de pegar. Certo dia, enquanto o Sol e seu filho pescavam, o espírito do mal representado pela Onça, apareceu e pediu emprestado o menino, dizendo que ele também queria pegar alguns peixes. O Sol, sem nada desconfiar, emprestou seu filho. No entanto, a Onça levou o filho do Sol para a floresta e lhe golpeou o corpo todo, como se golpeia o cipó timbó, e o jogou no rio. Assim conseguiu pegar muitos peixes. Dessa maneira a Onça mostrou como os indígenas deveriam fazer com o timbó, para ser utilizado como veneno de pescar.

Devido aos golpes, a Onça matou o filho do Sol que ficou furioso, atacando o espírito maléfico. Os dois lutaram muito, derrubando um ao outro. Quando a Onça pensou que havia vencido a batalha, o Sol levantou-se novamente afugentando a Onça. As consequências dessa luta são, até hoje, os eclipses solares que, para os indígenas, representam uma Onça que tenta devorar o Sol (Afonso, 2001).

Esses mitos sobre os eclipses demonstram o grande conhecimento empírico de astronomia dos indígenas que habitam o Brasil.

No painel de Salto Caxias há diversas gravuras iguais à do Sol, no entanto sem raios, que parecem representar estrelas e constelações indígenas (Figura 10).

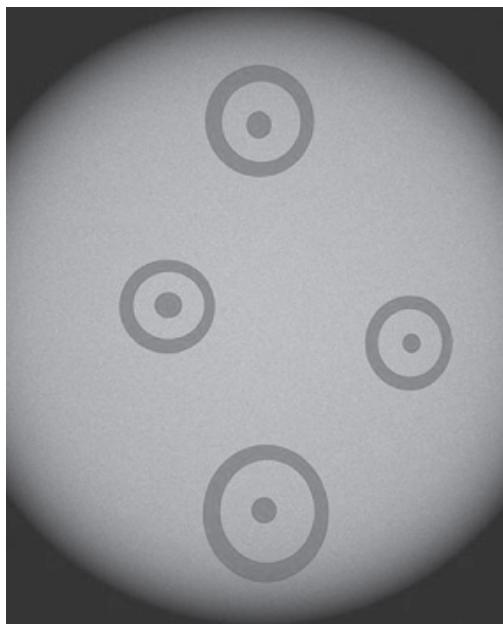


Figura 10. Representação de estrelas e de constelação indígena no painel de Salto Caxias, PR

Há, também, gravura formada por circunferência, que envolve sete círculos de mesmo diâmetro e um maior, localizado no centro. Para os tupis-guaranis, essa gravura pode representar uma conjunção entre Vênus e as Plêiades, sendo que o círculo maior representa Vênus e os sete círculos menores representam as Plêiades (Figura 11).

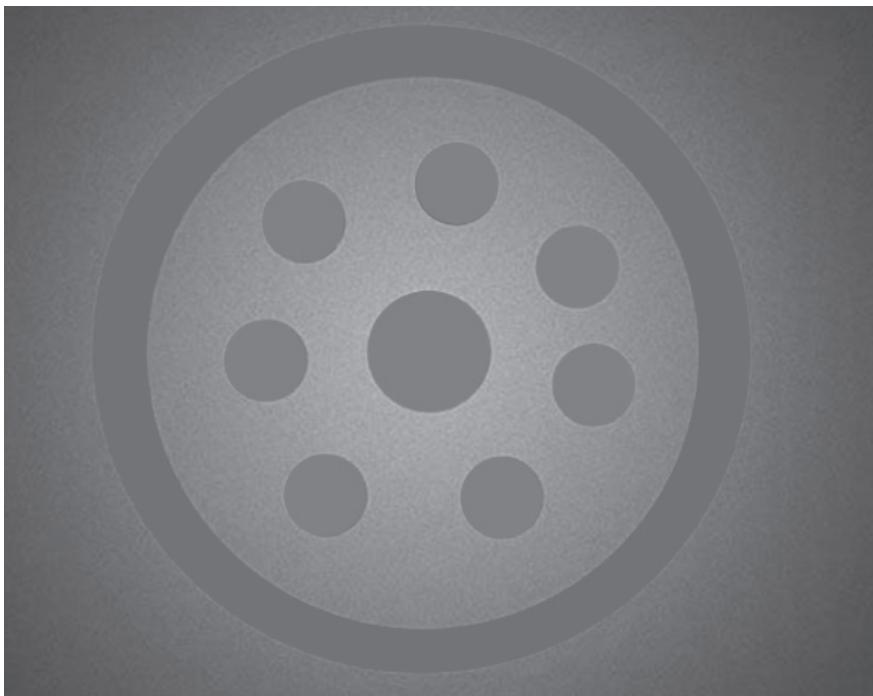


Figura 11. Representação de Vênus e das Plêiades no painel de Salto Caxias, PR

Na descrição dessa Figura em seu livro, onde também há uma circunferência envolvendo sete círculos, Koch-Grünberg escreve:

Na margem esquerda do rio Negro, defronte da vila São Felipe, achavam-se antigamente algumas figuras numa pedra plana. Essa pedra foi explodida e utilizada para calçamento em São Felipe. Numa pedra pude ainda reconhecer a figura ao lado, um círculo com muitas covinhas rasas, que é chamada de “Plêiades” pelos índios (Koch-Grünberg, 2010).

Isso mostra o grande significado que tinha esse aglomerado estelar para diversas etnias que habitavam o Brasil.

Os tupis-guaranis contam o seguinte mito de Vênus e das Plêiades:

No início do tempo e do espaço (Ara, em guarani), vários espíritos e deuses vagavam pela Terra, liderados pelo espírito do bem, Angatupyry, e o do mal, Taú, criados por Nhanderuetê (nossa pais divino), para indicarem ao ser humano os caminhos que podia seguir em sua vida.

Na época em que os Guaranis passavam por grandes dificuldades, principalmente com a alimentação, nasceu uma criança muito bonita chamada Keraná, considerada a deusa do sono, porque passava a maior parte do tempo dormindo. Enquanto estava acordada, todos se admiravam de sua bondade e inteligência.

A extrema beleza de Keraná atraiu a atenção de Taú, que se apaixonou por ela, quis tê-la para esposa e a raptou. Os outros deuses ficaram muito irados com a atitude malévolas de Taú e resolveram castigá-lo, fazendo com que o casal tivesse sete filhos monstros: Tejú-Jaguá, Mboi-tu'i, Moñai, Jasy-Jateré, Aó-Aó, Kurupí e Huichó.

O tempo passava e a vida dos Guaranis tornava-se cada vez mais difícil, devido à influência maligna dos sete irmãos monstros que provocavam fome, ódio e luta entre os Guaranis.

Decidido a colocar ordem na aldeia e apazigar os ânimos, o sábio Pa'i Sumé reuniu os caciques e pajés em uma grande assembleia para discutir o problema e elaborar um plano a fim de destruir os monstros.

Pa'i Sumé tinha uma irmã muito bonita, Porásy, considerada a mãe da beleza, que se ofereceu para ajudar, sacrificando-se em nome de seu povo. Ela fez-se mais bela ainda, enfeitou-se de flores, cores e plumas, perfumou-se com as mais puras fragrâncias da natureza e foi, em uma caverna, visitar Moñai que, cego com tanta beleza, se deixou seduzir. Segundo o planejado e já com Moñai a seus pés, Porásy convenceu-o a reunir os irmãos para a cerimônia de casamento de ambos.

Como Tejú-Jaguá não poderia ir devido à sua deformidade, seus irmãos resolveram fazer a grande festa em uma gruta perto de onde ele morava. Porásy, lindamente vestida com suas roupas de núpcias, encantava a todos e lhes servia bebidas alcoólicas até deixá-los totalmente bêbados.

Quando os irmãos monstros estavam embriagados, sem forças para oferecer qualquer resistência, o Tinguaçu, uma ave que é conhecida popularmente como Alma de Gato Branca (gênero *Attila*) voou e cantou para alertar os Guaranis.

Pa'i Sumé e seus seguidores se prepararam para fechar a entrada da gruta, depois que a noiva fugisse dela. Porém, quando ela tentou sair, Moñai percebeu a armadilha, agarrou-a e a obrigou a ficar na gruta com ele. Nessa situação, Porásy gritou implorando para que fechassem imediatamente a entrada e atessem fogo, seguindo o plano preestabelecido. Os seus amigos, mesmo sofrendo com o sacrifício da moça, fecharam a entrada com pedras, juntaram lenhas e atearam fogo, matando todos os que ficaram presos na gruta.

Na madrugada o espírito de Porásy, em forma de perfumada fumaça colorida, saiu da gruta, subiu aos céus e se transformou no planeta Vênus quando aparece de madrugada. Ele é chamado de Mbyá' Koé (Estrela Matutina) pelos Guaranis, representando uma deusa muito linda e de grande força física destinada pelos deuses a iluminar as auroras até o fim dos tempos, anunciando o nascer do Sol e orientando as pessoas que viajam de madrugada.

Os sete irmãos monstros consumiram-se no fogo durante sete dias e sete noites, tempo necessário para atingirem a purificação. Depois, subiram ao céu em forma de nuvem e, reunidos, formaram o aglomerado estelar das Plêiades, chamado pelos Guaranis de Eixu (Favo de Mel).

Olhando para Eixu, os Guaranis identificam os sete irmãos que, pela ordem decrescente de brilho são: Tejú-Jaguá, Mboi'-tu'i, Moñai, Jasy-Jateré, Kurupí, Aó-Aó e Huichó, respectivamente.

Keraná, a mãe dos sete monstros, isolou-se no alto de uma montanha e morreu de tristeza por ter perdido seus filhos, também se transformando em estrela. Taú, seu marido apaixonado, sendo imortal, implorou aos deuses que o deixassem morrer. Eles atenderam seu pedido e o transformaram em uma estrela, acompanhando Keraná.

Assim, ao lado de Eixu, um pouco afastadas, existem duas estrelas brilhantes, representando Taú e Keraná que continuam, para sempre, cuidando e protegendo seus amados filhos (Afonso, 2001).

A maior das gravuras de Salto Caxias, PR, tem mais de 2 m de comprimento e parece representar um cometa. Ele possui núcleo, cabeleira e

cauda sendo, possivelmente, grande e brilhante, como mostra o detalhe da sua cauda encurvada. Assim, pode-se supor que o objetivo principal desse painel fosse registrar a observação de um grande cometa pelos indígenas brasileiros, muito antes da chegada dos europeus. Nesse local, hoje submerso pelas águas da Usina de Salto Caxias, possivelmente foram realizados rituais e rezas, em virtude da aparição do cometa que quebrava a ordem do universo e amedrontava o povo (Figura 12).

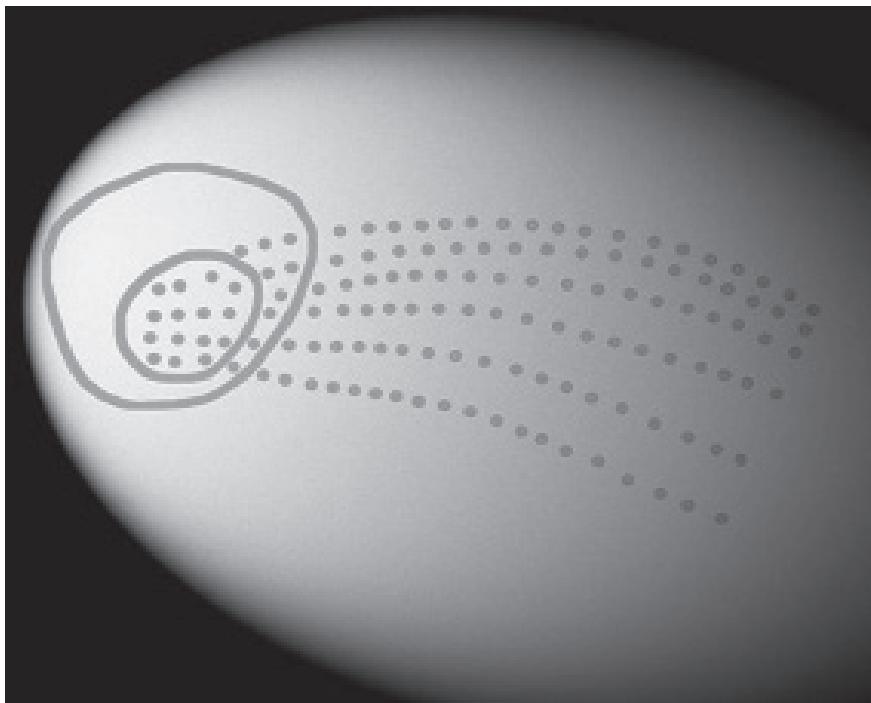


Figura 12. Representação de cometa no painel de Salto Caxias, PR

Em 1999 os autores deste texto encontraram em Piraí do Sul, PR, gravação rupestre que parecia representar a conjunção de dois planetas muito brilhantes, tais como Vênus e Júpiter, Vênus e Saturno ou Júpiter e Saturno (Figura 13).

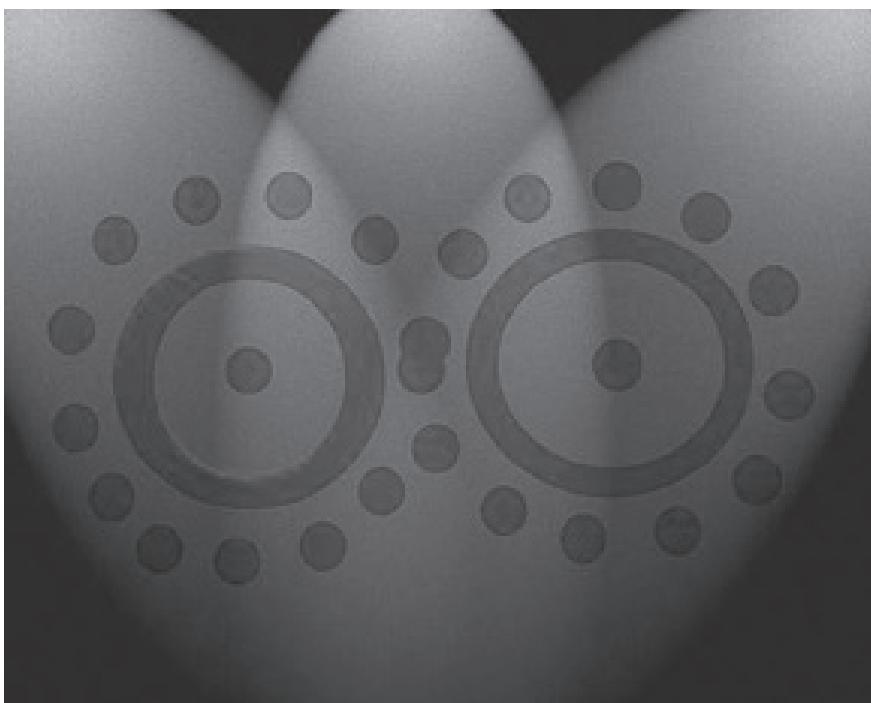


Figura 13. Representação de conjunção de planetas encontrada em Piraí do Sul, PR

A foto dessa gravura foi mostrada aos guaranis do Paraná e eles disseram tratar-se da representação de dois planetas. Mas, se dois planetas tivessem chegado tão próximos, praticamente juntos, vistos da Terra, deveria haver mais registros desse belo fenômeno da natureza. Na primeira parte de seu livro, Koch-Grünberg também critica, veementemente, as interpretações dos **petróglifos** venezuelanos feitas pelo seu colega alemão A. Ernst, chamando-o inclusive de “fantástico pesquisador”. Escreveu que, para Ernst, “Cada dois círculos concêntricos que se tocam e dos quais saem riscos em forma de raio (Figura 2) devem referir-se ‘seguramente a um acontecimento astronômico, como o aparente encontro de dois planetas (Vênus e Júpiter, por exemplo)’” (Koch-Grünberg, 2010). Mostrando cópia dessa figura para indígenas de diversas etnias do Amazonas e para os guaranis do Paraná, todos eles concordaram com a interpretação de Ernst, embora já tenham se passado mais de cem anos, desde a publicação dessa foto pelo “fantástico pesquisador” (Ernst, 1889).

Os monumentos megalíticos e a arte rupestre pré-histórica são as fontes mais importantes de informações de que dispomos sobre os primórdios da

arte, do pensamento e da cultura humana. Neles encontramos arquétipos e paradigmas, que constituem a base de nosso ser e que, até hoje, neles se mantêm profundamente arraigados. Portanto, eles devem ser estudados sem os exageros das hipóteses fantásticas de que foram feitos por seres extraterrestres, nem das preconceituosas que as tratam como simples ócio dos indígenas.

Referências

- Abbeville, Claude d' (1975), *História da Missão dos Padres Capuchinhos na Ilha do Maranhão e Terras Circunvizinhas*, São Paulo: EDUSP.
- Afonso, G. B. (2001), *Arqueoastronomia Brasileira*, CD-Rom, Curitiba, PR: Secretaria da Cultura de Curitiba.
- Afonso, G. B., Beltrão, M. C. e Nadal, Th. M. (1999), “Arqueoastronomia Brasileira” in C. Jalles (Org.), *O Homem e o Cosmos: Visões de Arqueoastronomia no Brasil*, 113-135, Rio de Janeiro: MAST/MCT.
- Alemany, Francisco Pavia (1986), El Calendário Solar da “Pedra de Ingá” — Una Hipótesis de Trabajo, *Boletim Série Ensaios*, 4, Belford Roxo, RJ: IAB.
- Aveni, Anthony (1986), Archaeoastronomy: past, present, and future, *Sky and Telescope*, 72, 456-460.
- Baity, Elizabeth Chesley (1973), Archaeoastronomy and ethnoastronomy so far, *Current Anthropology*, 14, 389-431.
- Beltrão, Maria e Lima, T. Andrade (1986), “O Projeto Central Bahia: Os Zoomorfos da Serra Azul e da Serra de Santo Inácio”, *Revista do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional*, 21, 146-157, Rio de Janeiro.
- Brandão, Alfredo (1937), *Monumentos megalíticos. A escripta prehistórica do Brasil*, Rio de Janeiro: Civilização Brasileira.
- Brochado, José Proença (1969), *Pesquisas arqueológicas nos vales do Ijuí e Jacuí*, Programa Nacional de Pesquisas Arqueológicas, Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi.
- Cabral, M. P. et Saldanha, J. D. M. (2009), Note sur des structures mégalithiques en Guyane brésilienne, *Journal de la Société des Américanistes*, 95, 1, 97-110.
- Costa, Angyone (1980), *Introdução à Arqueologia Brasileira*, 4^a edição, São Paulo: Editora Nacional.
- Coudreau, Henri (1887), *Voyage au Xingú*, Paris: La Hure.
- Ernst, A. (1889), Petroglyphen aus Venezuela, *Zeitschrift für Ethnologie*, 21, 650-655.

- Faria, Francisco C. Pessoa (1987), *Os Astrônomos Pré-Históricos do Ingá*, São Paulo: IBRASA.
- Goeldi, Emílio (1905), *Excavações Archeologicas em 1895. 1ª parte: As Cavernas Funerarias Artificiales dos Indios Hoje Extintos no Rio Cunany (Goanany) e sua Ceramica*, Belém, PA: Série Memórias do Museu Goeldi.
- Hawkins, Gerald Stanley (1963), Stonehenge decoded, *Nature*, 200, 306-308.
- Koch-Grünberg, Theodor (2010), *Petróglifos Sul Americanos*, Belém, PR: Museu Paraense Emilio Goeldi.
- Langer, J. (1997), “Mitos arqueológicos e poder”, *Clio — Série arqueológica (UFPE)*, 12, 109-125, Recife.
- Lockyer, Joseph Norman (1893), The Orientation of Greek Temples, *Nature*, 48, 1228, 42 — 43.
- Lopes, Reinaldo José (2006), “Amapá pode ter ‘observatório’ pré-histórico”, *Folha de S. Paulo*, Folha Ciência, A 19, 13/5/06. <http://acervo.folha.com.br/resultados/?q=Cal-C3%A7oene&site=&periodo=acervo>.
- Malville, J. McKim; Wendorf, F.; Mazar, A. A. and Schild, R. (1998), Megaliths and Neolithic astronomy in southern Egypt, *Nature*, 392, 488-491.
- Medeiros, José Benício de (1974), “Tentativa de determinação da época em que foram feitas as gravações de Ingá de Bacamarte”, *Boletim Informativo do Centro Brasileiro de Arqueologia*, Rio de Janeiro.
- Meggers, B. J. and Evans, C. (1957), Archaeological investigations at the mouth of the Amazon, *Bureau of American Ethnology, Bulletin* 177, Washington DC: Smithsonian Institution.
- Moura, Waldemar Teixeira de (1996), *História da formação e vida de Palmas de Monte Alto*, Monte Alto, BA: s/ ed.
- Nimuendajú, Curt (1929), *Streifzüge in Amazonien, Sonderdruck aus Ethnologischer Anzeiger*, Bd. II, Heft 2, 90-97.
- Pereira Jr., José Anthero (1944), “A propósito dos alinhamentos de Monte Alto”, *Revista do Arquivo Municipal*, 97, 55-61.
- Prous, André (1991), *Arqueologia Brasileira*, Brasília: Editora da UnB.
- Rauschert-Alenani, Manfred (1970), “Expedição ao Tumucumaque em 1968-70”, *Cadernos Germano-Brasileiros*, 9, 8, 528-531.
- Ribeiro, Pedro Augusto Mentz (1977), *Manual de Introdução à Arqueologia*, Porto Alegre: Editora Sulina.

Sampaio, Theodoro Fernandes (1922), Verbete “Archeologia”, *Dicionário Histórico, Geográfico e Etnográfico Brasileiro*, Rio de Janeiro: IHGB.

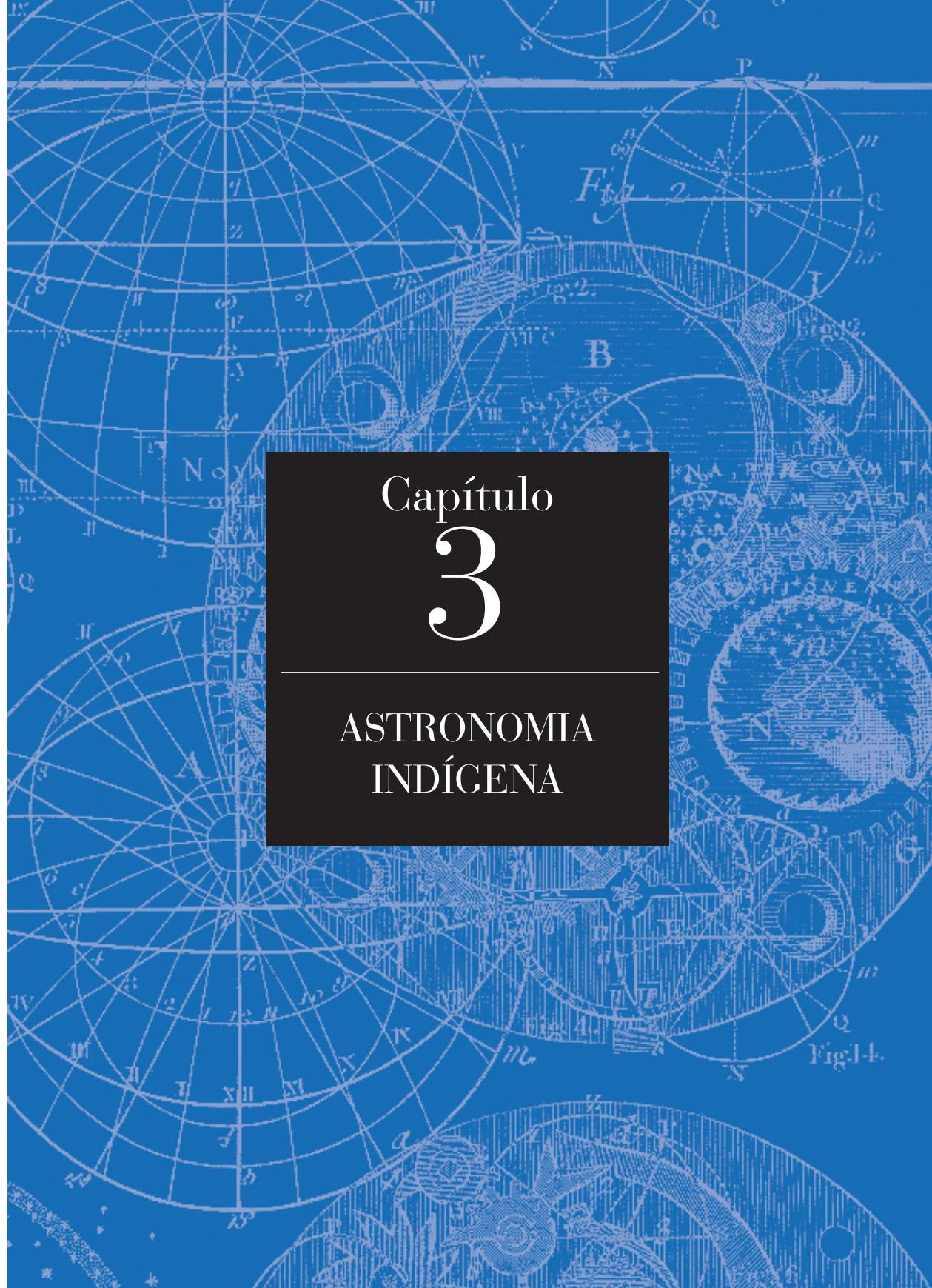
Schaan, Denise; Pärssinen, Martti; Ranzi, Alceu e Piccoli, Jacó Cesar (2007), “Geoglifos da Amazônia ocidental: evidência de complexidade social entre povos da terra firme”, *Revista de Arqueologia*, 20: 67-82.

Schaan, Denise; Pärssinen, Martti; Saunaluoma, Sanna; Ranzi, Alceu; Bueno, Miriam and Barbosa, Antonia (2012), New radiometric dates for precolumbian (2000-700 b.p.) earthworks in western Amazonia, Brazil, *Journal of Field Archaeology*, 37, 2, 132-142.

Stukeley, William (2013), *Stonehenge, A Temple Restor'd to the British Druids*, eBook Edição Kindle.

Capítulo 3

ASTRONOMIA INDÍGENA



Relações céu-terra entre os indígenas no Brasil: distintos céus, diferentes olhares

Flavia Pedroza Lima (Fundação Planetário do Rio de Janeiro)

Priscila Faulhaber Barbosa (MAST/MCTI)

Marcio D'Olne Campos (UNIRIO)

Luiz Carlos Jafelice (UFRN)

Luiz Carlos Borges (MAST/MCTI)

A importância da observação do céu para os grupos indígenas brasileiros foi percebida por muitos missionários, naturalistas e etnólogos em suas viagens pelo Brasil. A análise destas informações tem sido relevante para melhor compreensão dos saberes indígenas acerca das relações entre céu e terra. Esses relatos, cujos mais antigos remontam ao século 16, são exemplos do pensamento científico e das correntes interpretativas dos respectivos períodos em que foram registrados, e culminam neste trabalho com as discussões sistemáticas relativas a áreas interdisciplinares, como Etnoastronomia ou Astronomia Cultural. Pretendemos apresentar alguns caminhos de análise apontados por tais discussões, de modo a examinar, em uma abordagem histórica e etnográfica, o estado da arte das pesquisas em astronomia cultural no país.

Introdução

O crescente interesse internacional pela importância da contribuição do conhecimento produzido e utilizado por diferentes povos levou a *United Nations Education, Scientific and Cultural Organization* (UNESCO) a proclamar uma linha de ação na “Declaração Universal sobre a Diversidade Cultural”, de 2001, concernente à proteção e ao respeito aos conhecimentos ditos tradicionais, reconhecendo a sua contribuição para o manejo e gestão do meio ambiente (UNESCO, 2001).

Em 2002, a UNESCO deu início ao projeto *Local and Indigenous Knowledge Systems* (LINKS), que vem lançando uma série de publicações sobre o tema (UNESCO, 2003). O *World Heritage Committee* da UNESCO aprovou, em 2005, iniciativa temática para “identificar, salvaguardar e promover propriedades culturais conectadas com a Astronomia” (UNESCO, 2010). Em outubro de 2008, a União Astronômica Internacional (IAU), em cooperação com a UNESCO, criou o grupo de trabalho *Astronomy and World Heritage*, que lançou importante *review* temático (UNESCO, 2009). Em 2010, o CAPjournal (*Communicating Astronomy with the Public Journal*) da IAU teve edição dedicada à astronomia cultural (IAU, 2010).

A discussão sobre os Sistemas de Conhecimentos Indígenas (*Indigenous Knowledge Systems* — IKS) também vem ganhando espaço na literatura científica nas últimas décadas (Kidwell, 1985; Chambers and Gillespie, 2001). Para o nosso propósito, interessa particularmente a diversidade de maneiras como as etnias indígenas que vivem em território brasileiro percebem os objetos celestes e os integram às suas práticas sociais, sendo esta a especificidade que configura a área de estudo da Astronomia Cultural, termo que, nos últimos anos, vem tomando o lugar da Etnoastronomia¹. Este é um campo de pesquisas relativamente recente e interdisciplinar, envolvendo o trabalho de astrônomos, arqueólogos, historiadores, antropólogos, linguistas, entre outros.

Assim, foi o reconhecimento da dimensão cultural da Astronomia que levou ao aparecimento desses termos, os quais, entretanto, têm o problema de utilizar a palavra Astronomia. Há três questões aí envolvidas, uma diz respeito às relações internas ao próprio campo da astronomia; a outra concerne à distinção necessária entre diferentes princípios e procedimentos que configuram e sustentam a astronomia e a astronomia cultural; a terceira refere-se aos modos específicos de observar e compreender o mundo tais como

¹ Outros termos foram ainda cunhados para batizar esse campo, entre os quais destacamos: astronomia na cultura, arqueoastronomia, astroarqueologia.

são depreendidos nas disciplinas reconhecidas como científicas e as demais, às quais podemos denominar de saberes ou conhecimentos locais. De fato, uma cuidadosa distinção deve ser feita, então, entre a astronomia, como nós a entendemos hoje — uma especialidade pertencente à classificação acadêmica do conhecimento — e os sistemas de observação celeste dos povos antigos, ou dos povos indígenas atuais, nos quais explicitamente encontram-se integrados aspectos ecológicos, meteorológicos, cosmológicos e astronômicos.

Os primeiros estudos quantitativos em astronomia cultural apareceram nas últimas décadas do século 19, com a investigação de alinhamentos astronômicos em sítios arqueológicos, no trabalho pioneiro do arqueólogo Sir Flinders Petrie (1853-1942) sobre Stonehenge, em 1880 (Flinders Petrie, 1880). Para Clive L. N. Ruggles e Nicholas J. Saunders (Ruggles and Saunders, 1993), a astronomia em culturas é uma das formas de proporcionar acesso a elementos culturais de populações locais procurando entender o que representam naquele contexto local. O objetivo da astronomia cultural é, então, distinguir a diversidade das maneiras como cada povo, antigo ou moderno, percebe e interpreta os fenômenos celestes observados e os integra ao seu sistema cultural e referencial de observação — de horizonte ou topocêntrico.

Na década de 1970, surgem as primeiras publicações específicas sobre arqueo e etnoastronomia já com caráter interdisciplinar, na qual se destacam os trabalhos de Anthony F. Aveni, H. Hartung, Johanna Broda, entre outros. Os primeiros estudos sobre astronomia de culturas sul-americanas aparecem nessa época, nos trabalhos de Reichel-Dolmatoff e de Christine e Stephan Hugh-Jones. Em 1982, é publicado um livro importante *Ethnoastronomy and Archaeoastronomy in the American Tropics*, editado por Aveni e Gary Urton (Aveni and Urton, 1982). Trata-se de uma coletânea de trabalhos de pesquisadores internacionais apresentados no congresso do mesmo nome, realizado pela *New York Academy of Sciences*. Este livro representou um marco para a astronomia cultural nas Américas, ao apresentar alguns artigos sobre sistemas celestes de algumas etnias brasileiras, escritos por pesquisadores estrangeiros, tais como Stephen Fabian, Hugh-Jones e Reichel-Dolmatoff. Inclui também discussão sobre a constituição do campo epistemológico da etnoastronomia, de autoria de McCluskey (1982). Em 2001, foi publicado *Patterns in the Sky: An Introduction to Ethnoastronomy*, de Stephen Fabian (Fabian, 2001), um manual importante para quem envereda pelos estudos em astronomia cultural.

No Brasil, um trabalho pioneiro, publicado por pesquisadora nacional, foi o artigo “Chuvas e constelações — calendário econômico dos índios Desâna”, de Berta Ribeiro em coautoria com o desâna Kenhíri (Ribeiro e Kenhíri, 1987). Posteriormente, os próprios Desâna passaram a registrar e publicar os saberes de sua

cultura, processo que culminou na coleção “Narradores Indígenas do Rio Negro”, que hoje conta com oito volumes publicados ao longo dos anos 2000, nos quais são registrados relatos de pessoas pertencentes a diversos grupos da região, como os Desâna, Tukano, Tariano e Baniwa. Merece destaque o livro “Bueri Kâdiri Maririye: os ensinamentos que não se esquecem”, escrito por Diakuru e Kisibi (2006), no qual há um capítulo sobre a “História das constelações” Desâna e que inclui desenhos dos próprios índios representando as estrelas que as compõem.

Outro marco importante para a constituição do campo são os encontros científicos. Em 1981, realizou-se a primeira *Oxford International Conference on Archaeoastronomy* que, a partir de então, vem sendo realizada a cada três ou quatro anos, com o objetivo de reunir pesquisadores de diferentes países para discussão interdisciplinar, no campo da arqueoastronomia e da etnoastronomia, sobre as práticas astronômicas, mitos celestes e visões de mundo de povos antigos e povos contemporâneos. Este encontro, realizado pela *International Society for Archeoastronomy and Astronomy in Culture* (ISAAC), é o mais importante para os profissionais da área. Como resultado desses eventos foram publicados vários livros com artigos selecionados entre os trabalhos apresentados, inclusive de pesquisadores nacionais como a autora FPL deste texto: Lima *et al.*, 2006 e Lima e Figueirôa, 2008. O congresso realizado no Peru, em janeiro de 2011, foi o primeiro a ser também um simpósio da IAU, importante passo no reconhecimento desta área de pesquisas pela comunidade astronômica internacional. Nos anais desse congresso foi publicado o trabalho de outra autora deste texto, PFB: Faulhaber, 2011. Além da *Oxford International Conference*, outros encontros também impactaram a área, como o já citado da *New York Academy of Science*. Outro, foi a *First International Conference on Ethnoastronomy: Indigenous Astronomical and Cosmological Traditions of the World*, realizado em 1983 no *Smithsonian Institute*, Washington, DC, no qual foi apresentado trabalho sobre populações costeiras (caíçaras), de autoria de outro autor deste texto, MDC: Campos, 1982; 2005. Merece destaque também a Jornada de Astronomia Cultural/*Escola Interamericana de Astronomia Cultural* que, desde 2012, vem sendo realizada sob os auspícios da Sociedade Interamericana de Astronomia Cultural (SIAC). Além disso, por meio de suas relações com a antropologia, história da ciência, arqueologia e áreas afins, a astronomia cultural começa também a ganhar espaço em congressos dessas outras áreas, como o 45º Congresso Internacional de Americanistas, realizado em Bogotá, em 1985, no qual foi organizado o simpósio *Etnoastronomía y Arqueoastronomía Americana*. Neste, além do trabalho sobre os Kuikuru (Franchetto y Campos, 1987), de autoria de Bruna Franchetto e MDC, este último apresentou mais dois trabalhos, um

sobre “Astros em Pinturas Rupestres na Bacia do Rio São Francisco, Bahia, Brasil”, e outro sobre seu projeto “ALDEBARAN: Observatório a Olho Nu — UNICAMP”, inaugurado em 1986.

No que tange especificamente à produção de trabalhos por pesquisadores nacionais, cabe destacar alguns que contribuíram para a consolidação dessa área no Brasil. Além dos trabalhos pioneiros já citados: Ribeiro e Kenhíri, 1987 e Diakuru e Kisibi, 2006, a partir da década de 1980, surgem os trabalhos de MDC (Campos, 1982, 1994, 1999, 2002, 2005 e 2006; Franchetto e Campos, 1987), Isidoro Alves (Alves, 1988) entre outros, lançando reflexões sobre o campo de pesquisa da etnoastronomia. A cartilha “O céu dos índios Tembé” (Corrêa *et al.*, 2000), publicada pela primeira vez em 1999 pelo Planetário do Pará e a Universidade do Estado do Pará (UEPA), faz, de modo didático, um mapeamento do sistema celeste daquela etnia.

A partir de 2000, encontramos produção mais abrangente e sistemática no Brasil, com a publicação dos trabalhos de outro autor deste texto, LCJ (Jafelice 2000, 2002, 2008, 2009, 2010, 2012a, 2012b e 2013), Germano B. Afonso² (Afonso 2000, 2006, 2010; Afonso e Silva, 2012), PFB (Faulhaber 2003, 2004 e 2011), outro autor deste texto LCB (Borges e Gondim, 2003, Borges e Lima, 2008 e Borges, 2009), FPL (Lima 2006, 2008, 2012; Lima e Moreira, 2005; Lima, 2010), assim como as primeiras dissertações e teses defendidas sobre o tema (Corrêa, 2003; Lima, 2004; Cardoso, 2007). Em 2003, LCB e Gondim lançam o livro paradidático “O saber no mito: conhecimento e inventividade indígenas”, que traça um panorama acerca do conhecimento de vários grupos indígenas, com destaque para a astronomia guarani (Borges e Gondim, 2003). Em 2004 é publicado o livro de divulgação “Olhando o céu da pré-história: registros arqueoastronômicos no Brasil” (Jalles e Imazio, 2004). Em 2006, a *Scientific American Brasil* lançou número especial intitulado Etnoastronomia, com coletânea de artigos nacionais e internacionais que mostra um panorama das pesquisas recentes. Em 2013, é publicado o livro de divulgação científica e paradidático “Olhai pro céu, olhai pro chão: astronomia e arqueologia; arqueoastronomia: o que é isso?”, de Cintia Jalles, Maura Imazio e Rundsthen Nader (Jalles *et al.*, 2013), com breves textos de história da astronomia, da etnoastronomia e da arqueoastronomia.

A discussão que empreendemos neste Capítulo esbarra, por vezes, em confusão conceitual, a saber: a de que é possível falarmos em “história da astronomia indígena brasileira”. Tal suposição pode gerar nos leitores a expectativa

² Autor do Capítulo “Arqueoastronomia” neste Volume.

de que é disto que trataremos. Ressaltamos que documentos de missionários naturalistas e etnógrafos, desde o Brasil colonial até a primeira metade do século 20 — muitos dos quais servem de base para parte de nossas análises aqui —, assim como trabalhos recentes em astronomia cultural, não nos autorizam dizer que tais documentos, isoladamente ou em conjunto, delineiam uma “história da astronomia indígena brasileira”. Como argumentamos na seção seguinte, não existe tal categoria genérica e supraétnica. De fato, não tem sentido falar em história de uma categoria de conhecimento definida por nós (no caso, a da astronomia) e atribuí-la à multiplicidade de culturas autóctones existentes no Brasil, desde antes do descobrimento até nossos dias.

Devemos levar em consideração, diante da diversidade sociocultural do planeta, que cada sociedade vê e interpreta o mundo a partir de sua própria perspectiva ou visão de mundo³. Neste sentido, não há visão melhor, ou privilegiada, apenas visões distintas. Contudo, nas sociedades de tradição científica ainda se encontra um sistema valorativo mediante o qual a forma de construir conhecimentos, reconhecida como válida por nosso sistema cultural, é vista por muitos como epistemologicamente superior. É necessário, então, superar esse tipo de etnocentrismo, como condição para ter melhor compreensão de como, em outras culturas, estabelecem-se relações das pessoas umas com as outras, ou com outros povos, ou, ainda, com a realidade que as cerca. Desta perspectiva, portanto, não tem sentido analisar como outras culturas veem o céu, se restringirmos a “céu” nossa própria concepção e construção astronômica.

Saber que, por exemplo, para o grupo indígena brasileiro A, o nascer **hélio** das Plêiades marca a época do ano propícia à agricultura e acreditar que, por isso, as Plêiades têm para A o mesmo significado que têm para nós, ou que com isso captamos a essência do significado e da importância das Plêiades para o grupo A; ou apontarmos clara funcionalidade para a relação entre céu e terra nesse grupo e, por conseguinte, acreditarmos já ter entendido o que havia de mais importante para ser entendido em relação a esse povo, é repetir equívocos que missionários e naturalistas, entre outros, cometiveram. Esclarecemos que, como é óbvio, missionários, naturalistas e outros estudiosos operavam a partir das bases teóricas e ideológicas do saber científico e religioso de suas respec-

³ O termo visão de mundo expressa, de modo amplo, a maneira específica — que é histórica e cultural — como os diversos povos e sociedades organizam e interpretam sua realidade e, a partir da qual, são estabelecidas as regras que, por sua vez, orientam e delimitam as relações entre as pessoas e destas com o meio ambiente. No contexto deste trabalho, a visão de mundo abrange saberes, crenças, tradições e formas próprias de cognitividade.

tivas épocas. Todavia, a acumulação de saberes da qual somos beneficiários nos permite avaliar que, em muitos casos, o modelo de científicidade de que se valiam esses autores assentava-se em pressupostos equivocados, especialmente no que respeitava à sua compreensão de grupos humanos não-europeus e seus sistemas culturais. O mais grave, contudo, é verificar que ainda hoje aquele tipo de interpretação continua sendo reproduzido. Neste caso, trata-se de equívoco que deve ser combatido e erradicado.

Outro equívoco a se evitar é, em relação ao “céu dos índios A”, julgar tais sistemas tendo como padrão de referência o modelo atual da astronomia acadêmica. Este tipo de procedimento tem levado a classificar as eventuais categorias conceituais encontradas em povos indígenas, produzidas com base em sistemas culturais diferentes daquele que institui as sociedades da Europa ocidental, como sendo “primitivas” ou “pré-científicas” — como se o destino de todos os povos fosse desenvolver-se segundo o modelo europeu. Se, por um lado, nossa visão de mundo também é etnocêntrica, precisamos nos empenhar em exercitar outros olhares, que efetivamente possam dar conta das diversidades, sobretudo no que se refere às formas de saber.

Convém ressaltar ainda que aquele tipo de conhecimento circulante nas comunidades indígenas, por exemplo, é pertinente à organização e encaixamento das vidas de seus membros. Isto, em geral, não é percebido, porque pressupomos que — com exceção de comunidades indígenas propriamente ditas — vivemos todos imersos no mesmo e único sistema cultural e haveria, então, homogeneidade epistemológico-cultural. Ora, isso não é verdade na maior parte do Brasil. Ademais, influências tipicamente indígenas costumam estar disseminadas entre especialistas de comunidades que não seriam denominadas indígenas (tais especialistas também são denominados, em alguns textos, de “conhecedores tradicionais” ou, no interior nordestino, de “profetas”). É enganoso supor que esses especialistas ribeirinhos, interioranos, caiçaras ou quilombolas estão unicamente inseridos na cultura ocidental.

Do ponto de vista epistemológico, há muita diversidade para ser analisada e compreendida, formando um painel étnico e epistemológico muito mais complexo e rico do que se pensaria à primeira vista. Essa diversidade está presente em praticamente todo o território brasileiro, mesmo em estados mais industrializados ou urbanizados, do sul e sudeste. Apesar disso, eles não são discutidos na escola, nem estão registrados nos livros didáticos. No entanto, tem sido verificado que nos saberes de populações locais há reelaboração do conhecimento padrão, reestruturado por uma infinidade de modos e canais. São contextos férteis para estudos de astronomia cultural.

Por fim, é importante mencionar que parte significativa da história da astronomia cultural e da pesquisa atual nesta área não está contemplada neste Capítulo (não nos referimos à arqueoastronomia, pois esta é abordada em outro Capítulo). O que se faz aqui ausente diz respeito à pesquisa etnográfica dos saberes acerca das relações céu-terra entre habitantes de comunidades ribeirinhas, interioranas, caiçaras ou quilombolas, de pescadores e/ou agricultores artesanais, assim como a etnografia desses saberes na própria sociedade urbana contemporânea. Há várias pesquisas sendo feitas no Brasil sobre isso, inclusive por autores deste Capítulo, cujo aprofundamento, porém, está além do escopo do mesmo.

Considerações metodológicas e controvérsias

A teoria de que as culturas tropicais desenvolveram um sistema astronômico diferente das culturas de zonas temperadas tem sido amplamente discutida na literatura. Segundo Magaña (2005), a ideia foi lançada pela arqueóloga e antropóloga americana Zelia Nuttal (1857-1933) em seu artigo de 1926. Na década de 1980, a comparação entre sistemas astronômicos desenvolvidos por culturas tropicais e não-tropicais virou tema de congresso realizado em março/abril de 1981, o qual gerou publicação com contribuições importantes, especialmente para os estudos em astronomia cultural sul-americana (Aveni and Urton, 1982). Através de seleção de exemplos, Aveni (1981) reforça a ideia de que as culturas tropicais utilizam sistema de referência que consiste do zênite e do nadir como polos, e do horizonte como círculo de referência fundamental. Isso em contraste com o sistema de **polos** e equador celeste, utilizado pelas antigas civilizações das zonas temperadas. O debate continuou pela década de 1980 e causa polêmicas até hoje. Mas, na opinião de Magaña (2005), há atualmente aceitação generalizada de que a astronomia tropical nativa parece realmente diferente da desenvolvida por culturas de zonas temperadas.

Essa discussão acerca de tipos diferentes de astronomia, ligados às condições ambientais (embora saibamos que determinado modelo de observação e cognição é constituído por múltiplos fatores, entre os quais se destaca o processo histórico-cultural), leva-nos a pensar sobre diferentes formas de marcar a passagem do ano e as variações sazonais observadas pelas sociedades indígenas em seus territórios através da observação do movimento anual dos astros. A observação da posição de uma estrela em relação à posição do

Sol permite marcar certas épocas do ano pelo nascer/ocaso **helíaco** de uma estrela⁴. Entretanto, nem sempre observar o nascer ou o ocaso **helíaco** é possível, devido às condições atmosféricas ou ambientais. Entre os Kayapó, por exemplo, a presença de neblina e fumaça das queimadas na Aldeia Gorotire (sul do Pará), por volta de setembro, faz com que eles procurem a estrela que está no alto do céu antes do Sol nascer. Nesse caso, a observação de estrelas no horizonte — onde a sua luz, por ter percurso mais longo, será mais absorvida pela atmosfera, o que as torna muito menos visíveis — é uma tarefa bastante difícil. Outra possibilidade é observar a sequência de pontos do nascer/pôr do Sol ao longo do ano no horizonte. As posições extremas do Sol — nascendo ou se pondo mais ao norte e mais ao sul entre os solstícios de junho e dezembro — são equidistantes da linha L-O do paralelo local. Muitas vezes, acidentes geográficos como picos e vales das montanhas no horizonte servem de pontos de referência para marcar certas épocas do ano em que o Sol nasce ou se põe. Devemos, no entanto, ressaltar que, ao contrário de regiões de campos ou cerrados onde o horizonte facilita a visada do Sol, nas regiões de floresta, essa visada do Sol no horizonte se torna problemática. Isso leva os povos que vivem nessas áreas a desenvolver modos de observação e cognição adequados ao ambiente em que vivem, como no caso citado dos Kayapó que, alternativamente, em certas épocas do ano, observam estrelas no alto do céu, isto é, na direção do zênite.

Outra questão que vem sendo debatida desde o início do século 20, por antropólogos, historiadores e filósofos da ciência, concerne à natureza dos sistemas de pensamento dos povos de tradição oral. Diferenças e similitudes entre pensamento tradicional e pensamento científico moderno têm sido apontadas, numa tentativa de demarcação entre pensamento científico e não-científico; não há, porém, um critério de demarcação universalmente aceito, segundo McCluskey (1982).

⁴ Tanto o nascer quanto o ocaso **helíaco** de uma estrela podem ser observados antes do nascer ou depois do pôr do Sol. Eles são denominados, respectivamente, de matutinos ou vespertinos. Apresentam quatro possibilidades e, em geral, apenas uma delas é coerentemente escolhida pelos grupos locais que a utilizam. Assim, por exemplo, no nascer **helíaco** vespertino de um astro ou **asterismo**, ele será visto nascendo a leste enquanto o Sol estará se pondo a oeste — esta será, então, a primeira aparição desse astro depois de um período de invisibilidade devido à sua conjunção com o Sol. Da mesma forma, o oasco **helíaco** vespertino é a última visão do astro, no horizonte oeste, logo após o Sol se pôr, antes da sua conjunção com o Sol, o que resultará em outro período de invisibilidade do astro. Note-se que como a visada da estrela é referenciada ao Sol, trata-se de uma medida do ano solar.

Uma dessas tentativas de demarcação foi feita por Aaboe (1974), que propôs para a astronomia, uma classificação que distingue dois níveis, respectivamente nomeados de astronomia científica e pré-científica. Para a astronomia pré-científica, ele propõe dois níveis. Um deles é o menos avançado caracterizado pela denominação das estrelas fixas e dos planetas, o reconhecimento da diferença entre planeta e estrela, o reconhecimento das estrelas matutinas e vespertinas como aspectos distintos de um mesmo corpo, e o uso de nascer e do ocaso **helíacos** como indicadores sazonais. Este nível de astronomia foi, segundo Aaboe, atingido pela maioria das culturas, com e sem escrita. O outro é o nível mais avançado da astronomia pré-científica que emprega ciclos matemáticos de diversos graus de complexidade que dão conta dos períodos dos principais corpos do sistema solar. Aaboe considera “científica” uma teoria astronômica somente quando ela é passível de ser formulada como “descrição matemática dos fenômenos celestes, capaz de produzir previsões numéricas que se podem provar mediante observações” (Aaboe, 1974: 21).

Consideramos equivocada esta graduação evolutiva, que diferencia pré-científico de científico. Cabe lembrar Lévi-Strauss, que critica a tese segundo a qual o pensamento mágico seria uma forma tímida e balbuciente da ciência, pois nos privaríamos de todos os meios de compreender o pensamento mágico se pretendêssemos reduzi-lo a um momento ou uma etapa da evolução técnica e científica:

O pensamento mágico não é uma estréia, um começo, um esboço, a parte de um todo ainda não realizado; ele forma um sistema bem articulado; independente, nesse ponto, desse outro sistema que constitui a ciência, salvo a analogia formal que os aproxima e que faz do primeiro uma espécie de expressão metafórica do segundo. Portanto, em lugar de opor magia e ciência, seria melhor colocá-las em paralelo, como dois modos de conhecimento desiguais quanto aos resultados teóricos e práticos [...], mas não devido à espécie de operações mentais que ambas supõem e que diferem menos na natureza que na função dos tipos de fenômeno aos quais são aplicadas (Lévi-Strauss, 1989: 28).

Castoriadis (1992), por sua vez, propõe distinguir as formas de produção de saber mediante um recurso ao que, em seu entendimento, substancialmente operaria a diferença entre, por exemplo, os modos de saber mítico, religioso, filosófico e científico. Esse fator de diferenciação concerne ao grau de autonomia (que é definido, avaliado e validado internamente) inerente a cada um desses campos do conhecimento, mediante o qual é possível argumentar, analisar e explicar determinado fenômeno. Desse ponto de vista, é

possível, distinguir dois grupos, um com menor grau de autonomia, do qual fazem parte o mítico (este por referendar-se na tradição) e o religioso (este, por estar submetido a entidades supra-humanas); e outro com grau maior de autonomia, no qual se inclui o filosófico e o científico. No que tange a um debate mais amplo entre saberes científicos e não-científicos, Castoriadis, sem hierarquizar nem invalidar as demais formas de conhecimento, chama de científica a produção de conhecimento que se baseia exclusivamente no princípio do dar conta e razão dos fenômenos.

Duas considerações se impõem. A primeira refere-se ao fato de que interpretações sobre a vida cultural e intelectual de povos indígenas, tal como a que foi proposta por Aaboe, por exemplo, são antropológica e epistemologicamente equivocadas, como apontam as reflexões acima de Lévi-Strauss e Castoriadis. Claramente, Aaboe fala desde uma perspectiva evolucionista cultural, corrente há muito desacreditada, por não se sustentar perante o observado nas mais diversas culturas estudadas (e.g., Lévi-Strauss, 1989). A segunda é que, apesar de ultrapassada, esse tipo de perspectiva científica ainda é bastante disseminado. Em particular, ele está presente em livros clássicos de história da astronomia. Disso resulta que persiste ainda no senso comum uma concepção, herdada do evolucionismo mecanicista e das teorias de eugenia do século 19, segundo a qual as sociedades tribais não podem ter mais do que vagas crenças astrológicas.

Magaña traz argumentos que reforçam nossa asserção acima, ao dizer que a ideia de que as “tribos” sul-americanas desenvolveram sistemas de observação de fenômenos astronômicos que lhes permitem a predição de datas importantes enfrenta a resistência e o ceticismo de alguns círculos acadêmicos:

Em geral, se mantém vigente a velha teoria que associa o desenvolvimento da astronomia com o das grandes civilizações, com a organização centralizada da agricultura e outras atividades econômicas, os cultos religiosos e práticas rituais, a organização da sociedade em classes e ofícios, etc. Sem dúvida, investigações recentes mostram que as sociedades tribais conhecem sistemas astronômicos de grande refinamento (Magaña, 1988: 447).

No que concerne ao conhecimento em sociedades de tradição oral, Magaña reforça a ideia de que elas não são, intrinsecamente, incompatíveis com a construção de sistemas coerentes de observação astronômica, ainda que, dada a especificidade do suporte oral, surja o problema da persistência de seu registro:

É então compreensível que se pergunte se é possível que sociedades de tradição oral possam ter desenvolvido sistemas de observação e registro de fenômenos

astronômicos, e uma metodologia que permita determinar datas importantes para a economia e práticas rituais, ou para qualquer outra atividade relevante da cultura em questão. Como as tradições orais se caracterizam, geralmente, por sua debilidade intrínseca⁵, se supõe que não permitam o surgimento de sistemas de observação que se prolonguem por mais de umas poucas gerações (Magaña, 1988: 448).

De fato, **asterismos**⁶ Tupinambá, citados em relatos do início do século 17, podem ser encontrados hoje entre os Guarani, grupo de mesma família linguística, além de outros exemplos que corroboram a afirmação de Magaña.

Com relação à especificidade metodológica da astronomia cultural, um fator que se impõe refere-se à relação necessária com a dinâmica característica das tradições orais com as quais o pesquisador deve lidar em seu trabalho de campo. Neste particular, como diz Magaña:

A etnoastronomia, que se ocupa do registro e análise das tradições astronômicas de sociedades tribais existentes, não conta com a vantagem habitual da arqueoastronomia. No lugar de pirâmides, praças ceremoniais e outros tipos de construções, e em lugar de registros escritos, o etnoastrônomo não conta com mais do que tradições orais, cujo registro é fragmentário e muitas vezes deficiente. Grande parte do conhecimento astronômico nativo se encontra encapsulado em narrativas (mitos) e sua decifração pode ser bastante complicada⁷ (Magaña, 1988: 448).

⁵ Esta é outra marca do típico viés científico: debilidade por que e em quê, intrínseca por quê? Se for porque não tem o mesmo formato/estofo da tradição escrita, isso é desconhecer a dinâmica e o processo da oralidade.

⁶ Adotamos, de acordo com as pesquisas em astronomia cultural, a denominação **asterismo**, e não **constelação**, para nos referirmos a padrões identificados no céu por diferentes agrupamentos indígenas, por ser mais abrangente que **constelação**. Assim, por exemplo, as **constelações** convencionadas pela IAU são **asterismos**, mas estes podem caracterizar também o fundo escuro, estrelas, fenômenos que não são estrelas, corpos mistos, manchas claras ou escuras observadas no céu noturno. Usaremos o termo **constelação** apenas para aquelas definidas pela IAU ou quando provier de uma citação, originalmente assim denominada. Em todos os outros casos, usaremos o termo mais apropriado de **asterismo**.

⁷ Notamos aqui um equívoco de Magaña. O conhecimento não se encontra encapsulado (como se pudesse estar não encapsulado). Nas narrativas míticas, ele é “constituído” pelo mito. Esse tipo de concepção, contudo, é frequente ao tratarmos com textos mais antigos e é preciso ter sempre em mente que as formas de pensamento e de expressão de um autor estão circunscritas histórica e culturalmente à sua época e local.

Esclarecemos que nossa preocupação aqui não é o quanto os conhecimentos indígenas acerca da natureza se parecem com os do mundo ocidental (entendendo por mundo ocidental, de caracterização difícil, senão impossível, como aquele que histórica e culturalmente foi desenvolvido na Europa ocidental, mais precisamente na Grécia, e, posteriormente, na Inglaterra, França, Itália, Alemanha e, mais adiante ainda, expandido e planetarizado no rastro do capitalismo e do cristianismo) ou do sistema científico de astronomia e **cosmologia**. Nossa preocupação fundamental é contribuir para uma etnografia dos saberes astronômicos de alguns povos indígenas brasileiros, entendidos de forma ampla, uma vez que os fenômenos celestes, tais quais recortados, interpretados e explicados por eles, se vinculam a quase todos os aspectos da cultura indígena (vida pessoal, religiosa, social e ambiental).

Etno-x, etnoastronomia, astronomia cultural e seus problemas

Proposto por Clive Ruggles e Stanislaw Iwaniszewski, o que se convencionou chamar de astronomia cultural procura pensar os conceitos que as pessoas de diversas culturas foram elaborando sobre o céu, as perguntas que fizeram e as respostas dadas com referência ao conjunto de suas formas de conhecer e atuar sobre o mundo⁸. Outros termos semelhantes têm sido usados como astronomia na cultura e astronomia antropológica. De todo modo, todos os termos incluem as áreas interdisciplinares da arqueoastronomia e da etnoastronomia.

Pela definição mencionada acima, a astronomia cultural se refere aos saberes, práticas e teorias elaboradas por qualquer sociedade, ou cultura, a respeito das relações céu-terra e o que disso decorre nas suas dinâmicas culturais e representações sobre o mundo. Todavia, as formas de denominar essa nova disciplina não estão isentas de controvérsias (tanto conceituais e operacionais, como aquelas concernentes às disputas no campo científico). Nesse sentido, considerando-se que a astronomia cultural constitui-se como uma das subáreas da astronomia, é importante discutir alguns aspectos que dizem respeito ao fato de, na composição de seu nome, encontrar-se uma marca diferenciadora, que toma a forma de uma adjetivação, que é carregada pelo significante “cultu-

⁸ *Astronomía en la Cultura en La Plata* (página web da Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la Universidad Nacional de La Plata), disponível em <http://fcaglp.fcaglp.unlp.edu.ar/~sixto/arqueo/>, acesso em 26/3/14.

ral". A astronomia é, reconhecidamente, uma disciplina própria dos meios acadêmicos e científicos; ou do que se costuma chamar de ciência ocidental⁹. Isso significa, histórica e epistemologicamente, que a astronomia, assim definida, identifica, classifica e analisa seus objetos de investigação tomando-os como objetos em si mesmos e, como tais, indiferentes às relações intrínsecas com sistemas culturais vigentes¹⁰; de mais a mais, mesmo que não seja alheia à existência de sistemas culturais, a astronomia não incorpora os determinantes e as determinações histórico-culturais em suas teorias e métodos de investigação.

Diante de crescente tomada de consciência sobre a diversidade cultural existente no planeta, observou-se — marcadamente na virada dos anos 1970 e 80 — grande interesse pelos saberes e práticas locais de populações indígenas, rurais e costeiras, inclusive os referentes às relações céu-terra. Os métodos de investigação, bem como os resultados das pesquisas, constituíram nova área do conhecimento, então denominada etnoastronomia. No início dos anos 1990, essa área passou a chamar-se astronomia cultural, tendo sido, posteriormente, legitimada pela IAU, embora isso tampouco esteja isento de disputas, notadamente às de natureza político-acadêmicas.

É forçoso reconhecer que existem, mesmo quando se trata de áreas acadêmicas e da ciência instituída, no interior da astronomia, diferenças socioculturais que correspondem às diferentes formas de trabalhar nas distintas comunidades de astrônomos espalhadas pelo planeta. Se se reconhece isso, então a astronomia cultural, com sua especificidade de abordagens e dispositivos analíticos, não deveria causar estranheza, uma vez que não só a astronomia (não adjetivada), como também a astronomia cultural encontram-se inseridas em instituições acadêmicas, a partir das quais fazem suas observações, coletam seus dados, produzem e divulgam conhecimento.

Se, por outro lado, considerarmos as formas de observação, compreensão e elaboração de práticas com base nas relações céu-terra por sociedades e culturas distintas que não sejam as das comunidades científicas, então a

⁹ Grosso modo, denominamos de ciência ocidental um sistema de produção de conhecimento que, historicamente, se desenvolveu na Europa ocidental, sem esquecer a dívida com o mundo árabe, tendo-se posteriormente expandido para os demais continentes, graças à expansão do capitalismo, recebendo influências dos modos locais de produção de conhecimento.

¹⁰ Um bom exemplo disso é a frase “movimento aparente do Sol”. Se, para a astronomia esse enunciado é verdadeiro, porque, afinal, a aparência de movimento do Sol é causada, no observador, pelo movimento de rotação da Terra, ele é, contudo, falso para a astronomia cultural porque, para um observador topocentrado, é o Sol que se desloca pelo céu. E esse modo de observação e interpretação é de fundamental importância para a própria constituição epistemológica e metodológica da astronomia cultural.

disciplina astronomia, como a compreendemos, não faz parte dos campos de saber dessas sociedades. O que comumente se faz — com ênfase em métodos etnográficos — é uma pesquisa sobre os saberes de grupos sociais observados, levando em conta o modo e o processo mediante os quais compreendem, elaboram seu conhecimento e atuam a partir de sua vivência das relações céu-terra. Por isso, é melhor que se entenda a astronomia cultural, ou a etnoastronomia, como o conhecimento concebido e difundido por pesquisadores, a partir da academia, sobre o corpo de conhecimentos elaborado, por sua vez, por populações nativas sobre, e a partir daquelas relações céu-terra que lhes são específicas.

Disso resulta que não se deve confundir etnoastronomia ou astronomia cultural (atividade tipicamente acadêmica) com o corpo de conhecimentos que sociedades locais produzem, sistematizam e disseminam a respeito, e a partir, de suas relações céu-terra. A etnoastronomia, como todas as disciplinas etno-x, é um saber acadêmico que se pauta por princípios e procedimentos teóricos e metodológicos do campo científico.

Reconhecida essa especificidade, temos igualmente de reconhecer que diferentes grupos humanos (sejam os chamados indígenas, como também comunidades rurais e costeiras, pescadores etc.) também produzem conhecimento acerca da sua realidade. E que tal conhecimento é pautado por princípios e procedimentos que são condizentes com os sistemas culturais nos quais, e a partir dos quais, esse conhecimento é produzido, divulgado e validado. Essas formas de conhecimento, por outro lado, não têm denominação específica, visto que, na maioria dos casos, não se separam de outras atividades desenvolvidas no cotidiano¹¹. Isso, entretanto, não nos deve induzir a pensar que essas formas de conhecimento são aleatórias ou fruto de pensamento meramente utilitário ou de “ciência do concreto”¹². Longe disso, toda forma de questionamento acerca das coisas, leva à produção de

¹¹ Lembremos, de outra parte, que foi somente com a progressiva separação entre trabalho manual e não manual, bem como as divisões de especialização, que atividades que, anteriormente, eram feitas em conjunto passaram a autonomizar-se e, em consequência, a ter nomes e formatações diferenciadas. Ainda em relação a isso, é interessante observar que os Guarani denominam seu sistema de conhecimento de *arandu porã*, isto é, saber verdadeiro ou sagrado, ou melhor, verdadeiro porque sagrado, uma vez que lhes foi legado pelas divindades.

¹² Referência ao livro “O Pensamento Selvagem” (Lévi-Strauss, 1989), no qual o autor demonstra que, ao contrário do que estabelecia o senso comum, eivado de filosofia e ciência evolucionista e eugênica do século 19, o pensamento especulativo, teórico e não-utilitário não é privilégio de algumas populações humanas, mas que, longe disso, é uma característica que os homens (na condição de seres sociais e sobredeterminados pelo simbólico) têm em comum.

uma descrição, de uma organização, de uma interpretação e, finalmente, de uma estrutura explicativa.

Giorgio Cardona apresenta, em seu livro *La foresta di piume — manuale di etnoscienza* (Cardona, 1985) interessante introdução histórica que, em síntese, corrobora o que afirmamos acima:

[...] todas as formas de classificação que o homem escolheu para dar ordem e nome àquilo que ele vê em torno a si são substancialmente equivalentes, são todas substancialmente científicas, se mais não fosse que pelo sentido óbvio através do qual o substantivo *scientia* deriva de *scio*, ‘sei’, e portanto toda organização do nosso conhecimento é uma *scientia*; cada uma responde a uma fundamental exigência do homem, aquela de reencontrar-se, medir-se, conhecer-se, dar-se ordem medindo, conhecendo, ordenando tudo o que se encontra em torno, semelhante ou não a ele (Cardona, 1985:10).

Edgar Morin (Morin, 1977), em *La Nature de la Nature*, apresenta perspectiva transdisciplinar que vai permear toda a série *La méthode*. Na introdução geral, Morin levanta a questão:

[...] mas afinal de contas, o que é a ciência? Aqui, nós devemos nos convencer de que essa questão não tem resposta científica: a ciência não se conhece cientificamente e não tem nenhum meio de se conhecer científicamente¹³ (Morin, 1977: 14).

Esse questionamento de Morin reforça, de um lado, a afirmação de Cardona, quanto ao fato de que não há, antropológica e gnosiologicamente falando, grupos humanos privilegiados no que concerne à capacidade de produzir, sistematizar e disseminar conhecimento; assim como, de outro, aponta para o fato de que a ciência — tal como a vemos e praticamos — deve ser entendida predominantemente como instituição social ocidental¹⁴.

Embora concordemos com Cardona quando afirma que os distintos sistemas de produção de conhecimento são todos substancialmente equivalentes, uma vez que todos são produtos histórico-sociais e respondem às indagações humanas acerca da realidade, temos restrições quanto à sua assertiva de que esse conjunto heteróclito de saberes pode ser, genericamente,

¹³ Tradução livre de: *Mais alors, qu'est-ce que la science? Ici, nous devons nous rendre compte que cette question n'a pas de réponse scientifique: la science ne se connaît scientifiquement et n'a aucun moyen de se connaître scientifiquement* (Morin, 1977: 14).

¹⁴ A esse respeito, poderíamos, ainda, citar Mario Novello (Novello, 2006).

denominado de ciência. Nossa discordância não é tanto quanto ao mérito da afirmativa cardoniana, uma vez que, etimológica e antropologicamente, há nela relativa validade. O problema mais sério refere-se ao fato de induzir a pensar que, independentemente da história e dos sistemas culturais, todas as formas de produção de conhecimento têm o mesmo mérito e a mesma constituição. Além do mais, é fato por demais conhecido que as palavras, em seu uso, modificam-se e, muitas vezes, especializam seu significado. E este é o caso da palavra ciência que, desde o século 17, passou a denominar um modo específico de produzir conhecimento que se distingue, pelo método e pela formalização, dos demais sistemas de saber já conhecidos. Desse modo, ainda que todas as formas e processos desenvolvidos pelas populações humanas para explicar e compreender o mundo sejam substancialmente equivalentes, eles são, no entanto, distintos entre si. E aqui tocamos em uma questão relevante, especialmente quando considerarmos os argumentos de Castoriadis (1992) relativos ao que diferencia, em seus princípios, os diversos sistemas de produção de conhecimento. Resumidamente, se todos os povos apresentam formas de conhecimento, essas formas atendem a princípios e procedimentos que são próprios da história desses grupos, o que torna, se não impossível, muito difícil atribuir a todos esses sistemas uma lógica comum. No que tange à discussão em pauta, podemos afirmar, em suma, que se todos os povos produziram e continuam a produzir conhecimento, não se pode, rigorosamente falando, atribuir indistintamente o qualificativo de ciência ou científico a todos. Como comentamos antes, esse autor diferencia ciência de não-ciência, porém, sem hierarquizar as diferentes formas de conhecimento, mas apenas distinguindo-as.

Clifford Geertz em o “Saber local” (Geertz, 1999), ao criticar, no capítulo “O senso comum como sistema cultural”, o modo como os saberes locais são desqualificados por aqueles que se creem credenciados e embasados na ciência oficial para julgar os saberes “pré-científicos”, salienta a importância de se proceder a uma “antropologia do pensamento”. Igualmente importante, para relativizar (mas não anular) essa diferença entre os diversos sistemas de produção de conhecimento, é a sua afirmativa de que, vistos perspectivamente,

[...] somos todos nativos agora, e qualquer outra pessoa que não seja imediatamente um de nós é um exótico. O que antes parecia ser a questão de saber se selvagens poderiam distinguir fato de fantasia, agora parece ser a questão de se saber como outros, de além-mar ou no corredor, organizam seu mundo significativo (Geertz, 1999: 226).

Conquanto consideradas as diferenças e especificidades, os seres humanos produzem, e a todo momento, conhecimento o qual é, como diz Cardona, equivalente em sua substância, mas, acrescentamos nós, diferente e diverso em suas linguagens, abordagens e formalizações, resta-nos refletir acerca do seguinte: por que denominamos de ciência um sistema específico de compreender o mundo, e de etnociência tanto as disciplinas que, dentro da academia, têm por objeto o conhecimento produzido por outras culturas, quanto o conjunto de saberes específicos dessas culturas? Se, por um lado, há razões históricas e epistemológicas para caracterizar como ciência um determinado modo de produção de conhecimento, por outro (e invocando aqui uma razão antropológica), não há razão epistemológica que justifique etiquetar com o termo etno ou cultural aquelas disciplinas que têm por objeto de investigação o conhecimento produzido por grupos indígenas, ribeirinhos ou outros grupos étnicos minoritários. É ao pesquisar as formas locais de conhecimentos e trabalhá-las na academia que se desenvolveram as etno-x como etnoastronomia, etnozoologia, etnoecologia, etnofarmacologia, por exemplo, como forma de demarcação, no interior do campo científico, entre disciplinas mais cientificamente abalizadas, de outras que o seriam menos. Ao fazer essa distinção, é como se a marca “cultural” só existisse em e para outros sistemas de conhecimento, e não na e para aquele próprio da ciência instituída — o que não teria sentido.

É importante notar, finalmente, duas características relevantes das chamadas etno-x: a) que elas não se estabelecem em correspondência biunívoca com as especialidades locais da outra cultura, não se confundindo, portanto, com aquilo que as comunidades estudadas praticam e produzem; e b) que elas, sendo disciplinas formal e processualmente acadêmicas, recebem a marca de etno ou de cultural como resultado de disputas internas ao campo científico, mas também como forma de evidenciar-se, em sua especificidade perante as disciplinas não-adjetivadas, e de construir, no interior desse campo, sua legitimidade acadêmica.

Contribuição dos viajantes, missionários, naturalistas e etnólogos

Ao compulsar a literatura histórica produzida no período colonial, na qual se encontram descrições de populações nativas no Brasil, o que se destaca é a ausência quase total de referências ao conhecimento que esses povos detinham sobre seu meio ambiente. As poucas informações disponíveis sobre a **cosmologia** e as relações céu-terra são, em sua maioria, fragmentadas e, em geral, eivadas de comentários negativos. O mesmo se passa em relação

às obras de naturalistas que, embora descrevam línguas e costumes, nada dizem sobre sistemas celestes. É somente a partir do século 20 que alguns estudiosos começam a dar atenção aos conhecimentos produzidos pelos povos indígenas. Desde os anos 1960 surgem, em diversas áreas, estudos cujo objeto de descrição e análise eram os conhecimentos indígenas. Ao conjunto dessas novas contribuições foi dado o nome genérico de etnociência. No que tange particularmente a descrições de céus indígenas, destacaremos, a seguir, alguns autores que contribuíram para que tenhamos, hoje, um quadro, ainda que falho, da diversidade de céus e de modos de apresentar e interpretar as relações céus-terra em território brasileiro.

A maioria dos autores dos primeiros séculos de colonização teve contato com os Tupinambá, que se localizavam nas áreas em que os contatos com os brancos foram mais intensos e regulares. De acordo com o Mapa Etno-Histórico de Curt Nimuendajú (Nimuendajú, 2002), que mostra a localização de mais de 1.400 grupos indígenas no Brasil, os Tupinambá, que pertenciam à família linguística Tupi-Guarani, uma das mais importantes famílias do tronco tupi, distribuíam-se, principalmente, por grande extensão da costa brasileira. Os primeiros viajantes que chegaram ao Brasil fazem observações sobre os costumes nativos e, por vezes, nos dão pistas sobre a contagem do tempo. Américo Vespúcio (1451-1512) fez duas viagens ao Brasil e, em um texto no qual fica patente seu desprezo quanto ao conhecimento indígena, relata:

Não sabem contar os dias, não sabem nem os meses nem os anos, exceto dividir o tempo por meses lunares. Quando querem indicar alguma coisa e o seu tempo, põem uma pedra para cada lua. Encontrei um homem dos mais velhos que me mostrou por sinais com pedras ter vivido 1.700 meses lunares, o que me parece serem 132 anos, contando treze meses lunares por ano (Vespúcio, 2014).

Jean de Léry

Jean de Léry (1534-1611), calvinista e estudioso de teologia, ao descrever os Tupinambá, nos dá pista sobre o sistema de contagem de tempo utilizado por essa etnia:

Ignorantes da criação do mundo não distinguem os dias por nomes específicos, nem contam semanas, meses e anos, apenas calculando ou assinalando o tempo por lunações (Léry, 1980: 205-206).

Claude d'Abbeville

No século 17, dois capuchinhos franceses, Claude d'Abbeville e Yves d'Évreux, deixaram importantes obras sobre os Tupinambá do Maranhão. Em *Histoire de la mission des pères capucins en l'isle de Marignan et terres circonvoisines où est traicté des singularitez admirables & des moeurs merveilleuses des indiens habitans de ce pais*, de 1614, d'Abbeville apresenta, no capítulo LI, detalhada descrição do sistema celeste daqueles Tupi. Sobre a observação do céu pelos Tupinambá do Maranhão, d'Abbeville afirma que eles conhecem a maioria dos astros e estrelas do hemisfério aos quais denominam de modo próprio, de acordo com sua tradição. Chamam o céu de *euuac*¹⁵, o Sol de *koärassuh*, a Lua de *yässeuh* e as estrelas em geral chamam de *yasseuh tata* (d'Abbeville, 1614). Segue-se, então, extensa lista de estrelas, planetas e **asterismos** tais quais observados e denominados pelos Tupinambá.

D'Abbeville observa que, entre os Tupinambá, o planeta Vênus — que é conhecido popularmente como Estrela da Tarde ou como Estrela da Manhã, dependendo da época do ano em que aparece no céu, de manhã ou à tardinha — era denominado de *yasseuhtata ouässou* (grande estrela), quando aparecia pela manhã, e de *pira panem* (peixe escasso) quando era visível à tarde.

Chama-nos a atenção um trecho do relato de d'Abbeville, no qual ele descreve a estrela denominada *yasseuhtata oué*, dizendo-a ser extremamente brilhante e sobre a qual os Tupinambá tinham uma canção em que destacavam a sua beleza e seu movimento. A alusão ao movimento desta “estrela”, que chamou a atenção dos Tupinambá, pode indicar que se trata de um planeta, e não de uma estrela.

No que diz respeito a **asterismos**, d'Abbeville escreve que os Tupinambá reconheciam o Cruzeiro ao qual chamavam de *crussa*, isto é, cruz. Outro **asterismo** que ele cita e que podemos destacar é aquele que os índios chamavam de *yandoutin* (nhandu branco, ou ema), o qual era formado por estrelas grandes e brilhantes, e que parecia querer devorar duas outras estrelas, vizinhas ao bico, às quais davam o nome de *ouyra oupia* (os dois ovos de pássaro). D'Abbeville dá bastante ênfase àqueles objetos celestes observados pelos Tupinambá e que eram utilizados como anunciantes das chuvas e, com isso, revela a existência de calendário estelar. Um dos mais importantes marcadores celestes eram as Plêiades — um aglomerado de estrelas visível a olho nu na **constelação** do

¹⁵ Os termos tupinambá vêm escritos de acordo com a transcrição de d'Abbeville. Como era comum entre viajantes e missionários do período colonial, as palavras tupinambá eram transcritas seguindo o modelo de escrita e da sonoridade das línguas nativas desses autores.

Touro — às quais, segundo d'Abbeville, os Tupinambá chamavam de *seichu*. Ao observarem o comportamento desse **asterismo**, o qual aparece alguns dias antes das chuvas e desaparece no fim da estação chuvosa¹⁶ para reaparecer em época igual, aqueles índios conseguiam medir o interstício, ou o tempo decorrido, de um ano a outro¹⁷.

Graças à descrição de d'Abbeville, dispomos de algumas informações a respeito do que os Tupinambá conheciam sobre a Lua. Distinguiam-lhe as fases, bem como diversas outras coisas a ela relacionadas, como o eclipse lunar a que chamavam de *yasseuh pouyton*. Outra observação importante feita por d'Abbeville concerne ao fato de os Tupinambá relacionarem a Lua às marés, demarcando bem as marés que se formam na Lua Cheia e na Lua Nova. Essa observação tem um significado importante, pois, na época em que d'Abbeville escreveu o seu livro, as causas das marés, embora fossem motivo de debates, ainda não tinham sido determinadas.

Como relata d'Abbeville, os Tupinambá também utilizavam um calendário solar, pois observam o curso do Sol entre os dois trópicos, sabendo quando o Sol vinha do polo ártico, trazendo vento e brisa, e quando, vindo do lado contrário, trazia chuva. Além disso, contavam, pelo curso do Sol, o ano em doze meses. Também reconheciam os meses pelo regime das chuvas, pela época dos ventos e também pelo florescimento do caju.

Ao contrário dos Tupinambá, sobre cujo conhecimento ainda dispomos de algumas notícias, sobre os Guarani, neste mesmo período, afora a denominação para Sol, Lua e eclipse, nada encontramos na documentação histórica que nos forneça elementos acerca de como sistematizavam as relações céu-terra. Sendo, na verdade, oriundos, como os Tupinambá, de um mesmo grupo original que havia se dividido há milhares de anos antes da chegada de portugueses e espanhóis, devemos supor que os Guarani deveriam ter um sistema celeste semelhante àquele descrito por d'Abbeville.

¹⁶ D'Abbeville diz que *seichu* “começa a aparecer alguns dias antes das chuvas”. A expressão “começa a aparecer” pode se referir ao nascer **helíaco** deste aglomerado de estrelas, que ocorre em junho, ou ao seu nascer no horizonte leste após o pôr do Sol, o que ocorre em meados de novembro. Como as chuvas começam em dezembro, é mais provável que d'Abbeville esteja se referindo ao segundo caso (nascer **helíaco** vespertino).

¹⁷ Devemos notar que, se esse **asterismo** anuncia o inverno ou época das chuvas, isso significa que ele aparecia no céu perto do fim do ano, quando, em nosso calendário das estações, estamos no verão. Essa aparente contradição se explica devido à localização dos Tupinambá descritos por d'Abbeville que habitavam no Maranhão (norte do Brasil). Nessa região, o inverno ocorre de dezembro a março. Esse fenômeno mostra uma particularidade do Brasil: quando no norte é verão, é inverno no sul e vice-versa. Em julho, por exemplo, os balneários paraenses saúdam os veranistas.

Se, no que tange à descrição de um sistema celeste de um grupo indígena, d'Abbeville é um caso isolado no período colonial, por sua extensa descrição de **asterismos** tupinambá, é somente a partir da segunda metade do século 19 que vamos encontrar estudos mais sistematizados sobre esse assunto. De fato, o autor que se destaca nesse período é Couto de Magalhães e sua obra “O Selvagem”. As demais contribuições, quer as vindas da etnologia, quer de outras áreas do saber, vão aparecer no século 20.

Couto de Magalhães

O general Couto de Magalhães (1837-1898) escreveu o livro “O Selvagem”, publicado em 1876, que foi comissionado por d. Pedro II para integrar a biblioteca americana da exposição universal realizada na Filadélfia, em 1876 (Magalhães, 1935: 6). O livro traz uma série de informações sobre a cultura, mitologia e religião dos índios do Brasil, e um capítulo dedicado às suas lendas. A segunda parte do livro é dedicada ao “Curso de Língua Tupi Viva ou Nheengatú”, e nos dá importantes informações sobre contagem do tempo e calendários entre os Tupi¹⁸:

Os indígenas não dividiam o dia e a noite em horas e sim em espaços, mais ou menos, de duas e três horas, a saber: Do nascer do sol até 9 horas: Coema; Das 9 horas ao meio-dia: Coarací iauaté (sol alto); Meio-dia: Caie ou iandára; Do meio-dia às 5 horas: A’ra; Das 5 às 7: Carúca, Karúca; Das 7 à meia-noite: Pitúna; Meia-noite: Piçaié; Da meia noite às 4: Pitúna pucú (noite comprida); Das 4 às 6: Coema pirângá; Das 6 às 9: Coema.

De dia avaliam estas divisões pelo sol, de noite pelas estrelas, pela lua, pelo canto do inambu, e outros pássaros que piam a horas certas, como o gallo entre os povos cristãos (Magalhães, 1935: 77-78).

¹⁸ Na literatura são encontradas diversas formas de nomear os índios que, até o século 18, dominavam grande extensão territorial, especialmente o litoral — do norte de São Paulo ao Pará —, tais com: Tupi, Tupi-Guarani, além de diversos nomes locais, Caeté, Tabajara, Tamoio, Tupiniquim etc. No século 19 até o início dos anos 1950, o termo Tupi predominava. Diante dessa diversidade, cabe-nos esclarecer que, de acordo com estado atual dos estudos antropológicos e linguísticos, denominamos de Tupinambá ao conjunto de grupos que, apesar de se encontrarem dispersos territorialmente, manifestavam, entretanto, certa unidade cultural e linguística. Chamamos de Tupi-Guarani a uma família que congrega diversas línguas que têm, comprovadamente, uma língua ancestral comum, denominada de Proto-Tupi; e de Tupi, ao tronco ao qual pertencem diversas famílias linguísticas aparentadas entre si.

Sobre a orientação e contagem de tempo utilizando as estrelas e **asterismos**, Magalhães relata:

Viajei [...] com guarnições de selvagens Carajás — e sempre eles conheciam a hora da noite por meio das estrellas, com precisão que bastava perfeitamente para regular as marchas. Não me envergonho de dizer que, n'esse tempo, eu conhecia muito menor número de constelações do que eles. Uma noite eles me fizeram observar que uma das manchas do céu (que fica junta a constelação do cruzeiro), figurava uma cabeça de avestruz¹⁹, e que ao passo que a noite se adiantava — aparecia na **via láctea** a continuação da mancha como pescoço e depois como o corpo dessa ave. Entre os tupis o planeta Vênus, que chama-se iaci-tatá-uaçu e a constelação das plêiades (ceiuci) figuraram freqüentemente na contagem do tempo durante a noite. Na collecção de lendas, que publico adiante, vem, em uma d'ellas, uma curiosa explicação de tempo (Magalhães, 1935: 78-79).

Se no século 19 predominava o modelo científico naturalista, a partir do século 20, e dentro do tema que nos interessa, os estudos de grupos indígenas e suas peculiaridades culturais passaram a se assentar em modelo antropológico. Isso significou, em geral, deslocar a perspectiva analítica do modelo biológico, que então predominava, para uma matriz sociocultural. Esse deslocamento vai permitir, por sua vez, tratar os grupos étnicos como entidades complexas e autônomas e não mais como etapas primitivas de uma suposta escala de evolução humana. Até a primeira metade do século 20, ainda havia muitos trabalhos antropológicos, como os de Herbert Baldus (Baldus, 1940), que descrevem as culturas nativas brasileiras como carentes de observação e definições precisas de dias, meses e anos (considerada uma “abstração desnecessária para estas culturas”), além de falta de observações astronômicas sistemáticas (Fabian, 1992: 1). A contagem de tempo pelos índios era então considerada um empreendimento incidental, não planejado. Porém, o crescente número de trabalhos mais recentes tem demonstrado que Baldus não estava correto. Apresentamos, a seguir, alguns autores que trataram de sistemas celestes de alguns grupos indígenas do Brasil.

Theodor Koch-Grünberg

Koch-Grünberg (1872-1924) reuniu uma coletânea de contos durante sua viagem de Roraima ao Orinoco de 1911 a 1913, com base na interação direta

¹⁹ Provavelmente, a constelação da Avestruz à qual se refere seja a constelação da Ema, relatada também por d'Abbeville.

com índios Taulipang e Arekuna da fronteira entre Brasil e Venezuela. O pesquisador alemão publicou esses relatos na sua língua materna, posteriormente traduzidos para o espanhol e o português, entre os quais figuram as aventuras de *Makunaíma* e seus irmãos e de *Keiemé/arco-íris*. Koch-Grünberg era muito influenciado pelo trabalho de Paul Ehrenreich (1855-1914), cujas interpretações utiliza.

Koch-Grünberg diz que várias lendas se referem aos eclipses solares e lunares. Em uma delas, narra-se como *Makunaíma* é tragado por um lagarto gigante, sendo, depois, salvo por seu irmão *Ma'nape* que, após matar e esventrar o animal, retira *Makunaíma* do ventre do lagarto. Segundo a interpretação de Koch-Grünberg, as relações amistosas e hostis entre os dois irmãos (*Makunaíma* e *Jigué* ou *Makunaíma* e *Ma'nape*) representam as relações orbitais entre o Sol e a Lua.

De fato, a “interação” da Lua com o Sol é de grande interesse, servindo de base para calendários, para a existência de inúmeros mitos de heróis tribais, bem como para a relação entre aquelas duas entidades antropomorfas. O período das fases lunares resulta da posição da Lua relativa ao Sol para um observador na Terra, e mensalmente seu “encontro” ou conjunção com o Sol e, consequente desaparecimento por um ou dois dias/noites, gera a Lua nova.

O Sol, a Lua e alguns **asterismos** aparecem personificados ou antropomorfizados nas lendas recolhidas por Koch-Grünberg. O Sol, com sua coroa de raios, é um homem com a cabeça enfeitada de prata e penas de papagaio. As manchas da Lua são explicadas do seguinte modo:

Como a lua ficou com a cara suja: Wéi e Kapéi, sol e lua, em tempos passados eram amigos e andavam juntos. Kapéi naquele tempo era muito bonito e tinha um rosto limpo. Apaixonou-se por uma das filhas de Wéi e andou noite por noite com ela. Mas Wéi não queria isso e mandou que sua filha esfregasse sangue de menstruação na cara de Kapéi. Desde então são inimigos. Kapéi anda sempre longe de Wéi e até hoje tem o rosto sujo (Koch-Grünberg, 1953: 64).

Segundo Koch-Grünberg, “as relações misteriosas da Lua com a vida sexual da mulher devem ter sido determinantes desta lenda” (Koch-Grünberg, 1953: 28). Nas narrativas recolhidas, as fases da Lua são explicadas da seguinte forma:

A Lua e suas duas mulheres: Kapéi, a lua, tem duas mulheres, ambas chamadas Kaiuanóg, uma no leste, a outra no oeste. Sempre está com uma delas. Primeiro ele vai com uma, que lhe dá muita comida, de forma que se torna cada vez mais gordo. Então a deixa e vai com a outra, que lhe dá pouca comida e ele emagrece cada vez

mais. Depois se encontra novamente com a outra, que o faz engordar, e assim por diante (Koch-Grünberg, 1953: 65).

Koch-Grünberg diz que o narrador lhe explicou que as duas mulheres de *Kapéi* são dois planetas com os quais ele anda, os quais o pesquisador identifica como sendo Vênus e Júpiter.

Outra narrativa conta como as Plêiades chegam ao céu. Esse **asterismo** forma, segundo a interpretação indígena, a figura de um pernetá, *Jilikawai* ou *Jilizoaiju* (*Jilijuaipu*), cuja perna fora decepada por sua esposa adúltera. E anuncia, quando se torna visível no céu, que irá começar a época das chuvas, aparecerá grande quantidade de peixes e haverá abundância de alimentos.

Já no seu livro “Começos da arte na selva” (Koch-Grünberg, 2009, tradução de *Anfänge der Kunst im Urwald. Indianern-Handzeichnungen auf seinen Reisen in Brasilien gesammelt*, de 1905), o esforço de Koch-Grünberg dirige-se a entender como os índios podem ver o céu de diferentes maneiras, e qual o significado prático que as estrelas teriam para os índios. Conclui que elas servem como medidoras do tempo e como orientadoras dos caminhos. De acordo com a posição de alguns **asterismos** em relação a outros, é possível contar as estações do ano e determinar o ciclo de trabalho nas aldeias. Afirma que sempre demonstraram grande solicitude em mostrar-lhe as estrelas e explicar que significado estas têm para eles:

Em noites claras, após o dia duro e calorento, gozando a brisa refrescante, nos aco-corávamos juntos no pátio da aldeia e discorriam sobre astronomia. O que eu tanto aprendi através das aulas práticas, era [...] esclarecido e aprofundado através de desenhos na areia e no livro de anotações e esboços (Koch-Grünberg, 1905:58)²⁰.

Koch-Grünberg trata de dois mapas das estrelas: um feito por um índio Miriti-Tapuyo do rio Tiquié (Figura 1) e outro de um índio Kobewa do Cuduiary (Figura 2). De acordo com ele, o primeiro desenhista representa as estrelas conforme as vê e as enquadraria ingenuamente no céu. O artista Kobewa as mostra de acordo com sua tradição cultural. Koch-Grünberg correlaciona os **asterismos** desenhados pelo Kobewa aos do mapa celeste tirado da “Astronomia Popular” de Diesterweg (1860). O desenhista Miriti-Tapuyo destaca a **constelação** do Escorpião, chamada de “cobra grande”, que impressiona vivamente, especialmente em outubro, quando está no alto do céu (Koch-Grünberg, 2009: 122).

²⁰ Tradução livre de Daynéa Faulhaber Barbosa.

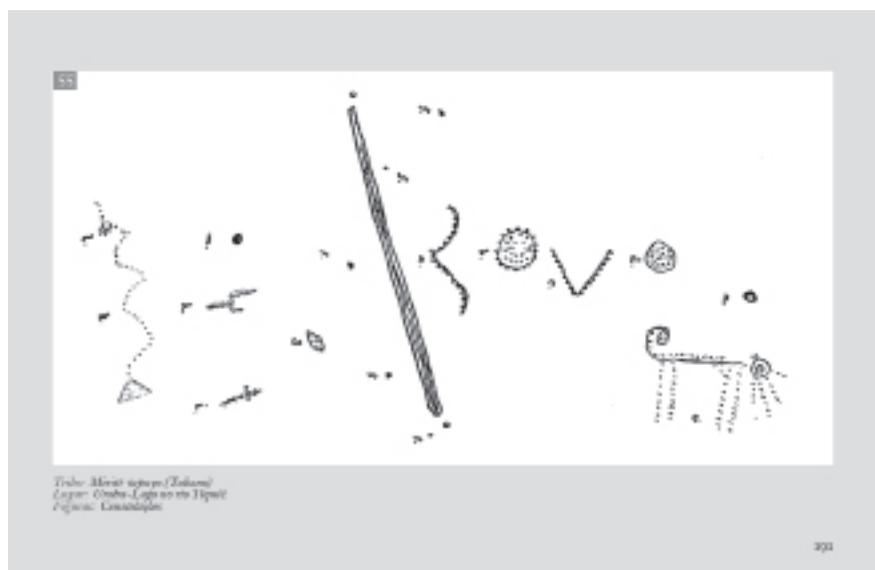


Figura 1. Mapa do céu desenhado por um Miriti Tapuyo (Koch-Grünberg, 2009: 191)

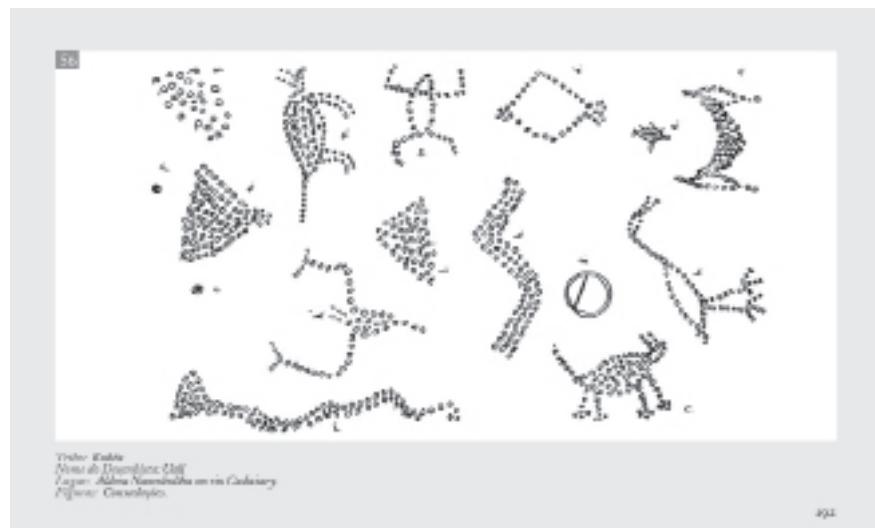


Figura 2. Mapa do céu desenhado por um Kobewa (Koch-Grünberg, 2009: 192)

Koch-Grünberg destaca na Figura 2 o **asterismo** chamado “As Lontras”, que são representadas, segundo seus termos, por cinco estrelas de primeira grandeza: “a Cabeça do Castor (A7) nos Gêmeos, o Prokyon (A8) na **constelação** do Pequeno Cão; o Sirius (A9) na **constelação** do Cão Grande, a estrela mais

luminosa de todo o céu das estrelas, o Rigel (A10) no pé esquerdo do Orion; e o Aldebaran (A12) na **constelação** de Touro no grupo das Hyades” (Koch-Grünberg, 2009). O desenhista Kobewa indicou ao etnógrafo alemão que a sexta lontra seria “Betelgeuze. [...]. Esta, com Rigel e com o Cinto de Orion (três estrelas de segunda grandeza) representam redes de pesca” (Koch-Grünberg, 2009: 123)²¹.

Salesianos

Os padres salesianos exercem atividades missionárias junto aos Bororo do Mato Grosso desde 1896. Eles produziram grandiosa obra etnográfica sobre os Bororo, especialmente a “Enciclopédia Bororo”, em seus 3 monumentais volumes (Albisetti e Venturelli, 1962, 1969 e 1976).

Claude Lévi-Strauss passou curta estada entre os Bororo e utilizou um de seus mitos, sobre a origem do vento e da chuva, chamado “Lenda de *Geriguiguiatugo ou Toribugo*” como o mito de referência de sua série de livros “Mitológicas”. O já citado antropólogo americano Stephen Fabian viveu dez meses com os Bororo, período do qual resultaram importantes publicações (Fabian, 1992 e 2001). Ele também colheu nova versão do mito de *Toribugo*, o qual inclui importantes observações astronômicas (Fabian, 1992: 16-25).

As principais características de uma aldeia Bororo são: forma circular; duas metades divididas ao longo do eixo L-O (*Exerae* ao norte e *Tugarege* ao sul) com quatro clãs em cada metade, e uma “casa dos homens” no centro. Os salesianos relatam vários **asterismos** Bororo, alguns dos quais chamam de “manchas sidéreas”, como *Pári*, a Ema (Figura 3), que é “um conjunto de manchas, ocupando grande parte da abóbada celeste, semelhante a uma ema correndo cuja cabeça está perto do Cruzeiro do Sul” (Albisetti e Venturelli, 1962: 614).

²¹ O já citado Stephan Hugh-Jones no trabalho *The Pleiades and Scorpius in Barasana cosmology*, retomou os achados de Koch-Grünberg analisando antropológicamente os **asterismos** Barasana (Aveni and Urton, 1982).

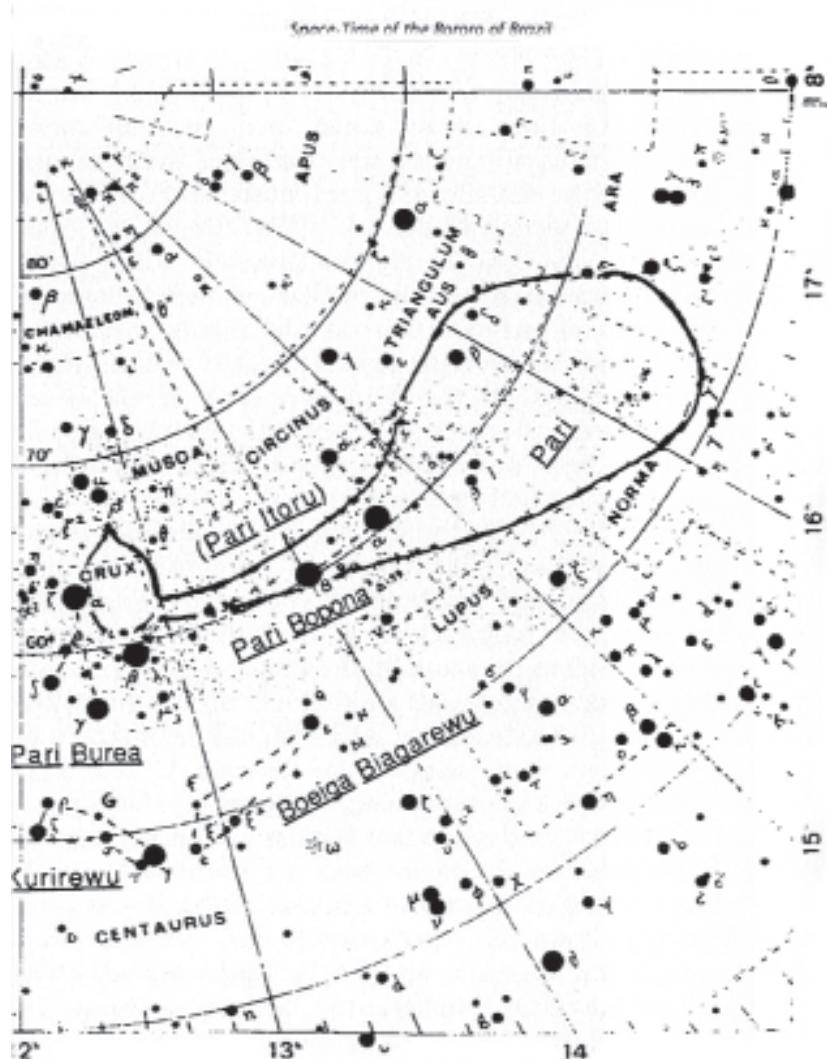


Fig. 7.2. The region of the Southern Cross

Figura 3. O asterismo da Ema Celeste Bororo, denominada Pári, segundo Fabian (1992: 136). O Saco de Carvão forma a cabeça da Ema e uma área escura da **Via Láctea**, próxima ao Saco de Carvão, forma o pescoço da Ema, chamado de Pári Itoru. Uma grande área escura da **Via Láctea** forma o restante do corpo da Ema.

Os Bororo conhecem os nomes de várias estrelas, planetas e **asterismos** (Figura 4) que, segundo sua mitologia, lhes foram ensinadas pelos espíritos *Kogaekogáe-doge*: “Ordinariamente suas constelações são de quatro ou cinco estrelas apenas, aparentemente bastante próximas umas das outras. Quando não há luar servem-se delas para determinarem as horas da noite” (Albisetti e Venturelli, 1962: 611).

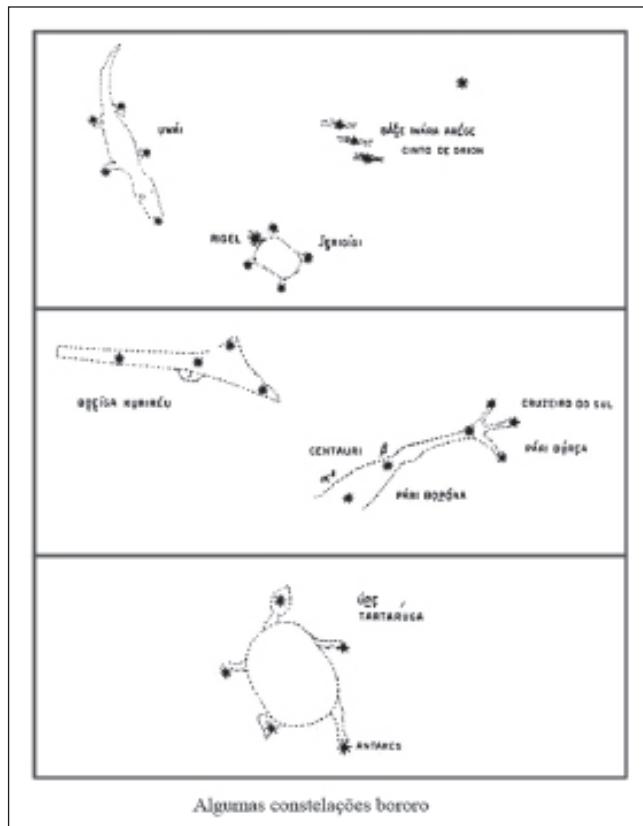


Figura 4. Alguns **asterismos** Bororo, segundo os missionários salesianos Albisetti e Venturelli (1962: 613): 1) *Uwái*: Jacaré, localizado nas proximidades de Órion; 2) *Báče Iwára Arége*: Estrelas brancas enfileiradas em linha reta como uma vareta, Cinturão de Órion; 3) *Jerigigi*: Cágado, **asterismo** de cinco estrelas semelhante a um cágado; a estrela correspondente à cabeça pertence à **constelação** de Órion; 4) *Boeiga Kuriréu*: Grande espingarda, denominação posterior ao conhecimento dessa arma pelos Bororo; 5) *Pári Bopóna*: Coxa da Ema; constelação de duas estrelas que correspondem a α (alfa) e β (beta) do Centauro. 6) *Pári Búrea*: Pegada da Ema, Cruzeiro do Sul; 7) *Úpe*: Tartaruga; algumas de suas estrelas pertencem à **constelação** do Escorpião.

Os Bororo marcam as horas do dia pela posição do Sol. Algumas posições foram estabelecidas denominando períodos do dia (Colbacchini e Albisetti, 1942). Também segundo a Enciclopédia Bororo Vol. 1:

As horas do dia e da noite são praticamente marcadas com um gesto da mão que indica a posição que ocupavam, ocupam, ou ocuparão o sol ou a lua no instante de que se fala. P. ex. o bororo estendendo a mão dirá: ari wóe, a lua lá. De noite, quando não há luar, durante a lua nova, substituem a posição da lua pela de certas constelações características das várias estações, como p. ex. Pari Búrea, Úpe, Báče Iwáre Arége (Albisetti e Venturelli, 1962: 295).

Segundo Fabian (1992), os **asterismos** mais utilizados pelos Bororo, para marcar as horas da noite, são o *Pári Búrea*, ou pegaça da ema (Albisetti e Venturelli, 1962: 614), **asterismo** que coincide com o Cruzeiro do Sul, e *Akíri-dóge*, ou penugem branca, correspondente às Plêiades — “akíri, penugem branca; dóge, sufixo plural, aglomerado de estrelas semelhante a branca penugem” (Albisetti e Venturelli, 1962: 612). “Esta constelação em fins de junho, antes da aurora, aparece no horizonte e anuncia aos Bororo a marcha adiantada da estação seca” (Albisetti e Venturelli, 1962: 296)²². O **asterismo** *Akiri-doge* está relacionado a uma cerimônia:

Akíri-dóge E-wúre Kowúdu. Akíri-dóge: Plêiades; E: (d)elas; wúre: pé; Kowúdu: queima. [Queima dos pés das Plêiades]. Festa realizada no meado da estação da seca (fins de junho e começo de julho), estando a constelação das Plêiades, antes da aurora, no horizonte. Consiste esta cerimônia, a qual todos podem tomar parte, em danças e cantos ao redor de uma grande fogueira que, em certos momentos, é atravessada aos pulos. Com isto, os Bororo querem manifestar a intenção de queiram os pés das Plêiades para que dilatem seu curso, prolongando assim o período da seca mais favorável à vida nômade dos índios (Albisetti e Venturelli, 1962: 45).

Esta cerimônia, realizada em meados de junho, marca o encerramento da iniciação dos meninos Bororo, o começo da estação das jornadas e os ritos finais do período funerário Bororo. A cerimônia acontece na primeira aparição **helíaca** das Plêiades no horizonte leste antes do nascer do Sol, depois de mais de um mês de impossibilidade de avistá-la (Fabian, 1992).

²² As Plêiades, para os Tupinambá do Maranhão, apareciam no fim do ano e, para eles, anunciam a estação das chuvas (inverno). Para os Bororo, elas aparecem em junho-julho e anunciam a estação seca (verão). Essa aparente contradição pode ser elucidada se levarmos em conta o que foi dito na nota 17.

Constant Tastevin

Constant Tastevin (1880-1962) realizou pesquisas etnográficas, como missionário da congregação do Espírito Santo, na cidade de Tefé, AM, entre 1906 e 1926. Como etnógrafo, documentou as culturas indígenas, circunstanciado aos povos que conheceu em termos históricos e geográficos (Faulhaber e Monserrat, 2008). Como religioso, procurou desvendar nos relatos de seus catecúmenos a astúcia de cobras encantadas que vivem no fundo dos lagos e rios da região e se transportam para o céu, no **asterismo** do Escorpião. Relata como uma delas usa esse **asterismo** como escada para subir até a atmosfera onde se transforma em arco-íris.

Tastevin debateu as interpretações de Koch-Grünberg sobre a simbologia dos dois irmãos míticos Sol e Lua que se repete em diferentes grupos indígenas, como os Catauixi, que conhecem dois arco-íris: *Mawali* (oeste) e *Tini* (leste), nomes que designam gênios malvados que condenam a tornar-se mole, preguiçoso, panema (azarado) na caça e na pesca quem olha o primeiro, e a quem olhar o segundo a tornar-se desastrado, a ponto de tropeçar e machucar os pés em cada obstáculo do caminho, a cortar-se ao pegar um instrumento afiado ou provocar males nos entes queridos.

Curt Nimuendajú

O etnógrafo alemão Curt Nimuendajú (1883-1945), que morreu em viagem aos índios Tikuna, descreveu a simbologia dos dois irmãos míticos Sol e Lua transformados em heróis culturais do povo Tikuna como dois irmãos, *Yoi'i* e *Ipi*, que pescaram os primeiros homens no igarapé encantado denominado *Éware*.

Nimuendajú, que registrou representações sobre mais de 50 grupos indígenas do Brasil, identificando alguns **asterismos** com grande precisão, mostrou como os Tukuna, ou Tikuna do Alto Solimões, diferenciam o arco-íris do leste e do oeste, ambos demônios subaquáticos, respectivamente o senhor dos peixes e da argila de cerâmica. A argila é retirada do fundo dos rios, ao passo que os arco-íris são associados ao desmoronamento de encostas (Nimuendajú, 1952).

Tais registros se circunscrevem, comparativamente, dentro de uma correlação com registros sobre astronomia de diferentes povos indígenas. O estudo de diferentes culturas é importante para analisar como a imagem do céu a cada dia e para cada um se apresenta de modo diferente, como o dia do nascer ou do pôr “**helíaco** desta ou daquela estrela é aos poucos modificado numa evolução muito lenta, mas constante e regular” (Pecker, 2009:180).

Quanto aos Xerente, Nimuendajú afirma que esses indígenas não têm cosmogonia nem explicação da criação da humanidade. Provavelmente tiveram outrora uma tradição relevante, pois *Waptokwa* é chamado “Nosso Criador”. Nimuendajú refere-se a sete episódios concernentes ao Sol, Lua e estrelas, os quais, no entanto, não constituem mito unificado. O grupo de subordinados de *Waptokwa* inclui, acima de todos, *Waši-topre'-zaure'* (Vênus) e *Waši-topre-ri'e* (Júpiter) e, mais distante, *Sdaikwasa'* (Cinturão de Órion) e *Asare'* (κ^{23} Orionis), que é identificado com Adão. Essas estrelas aparecem especialmente relacionadas a denominações clânicas. *Waši-topre'-pě* (Marte) é personificado pelo demônio *Hieepāro-wawé* (Nimuendajú, 1942:85).

Distintos céus, diferentes olhares

Diferentes culturas podem situar diferentes **asterismos** em áreas semelhantes do céu, isto é, em áreas que, de um ponto de vista astronômico, abrangem praticamente o mesmo conjunto de coordenadas celestes²⁴.

Os **asterismos** descritos na literatura histórica raramente trazem alguma informação sobre a sua localização no céu. Uma linha de pesquisa que tem sido desenvolvida por alguns astrônomos culturais brasileiros é o estudo da literatura histórica e a comparação com informações advindas de trabalhos de campo atuais. Há permanências culturais que podem mostrar haver identidade entre dois ou mais grupos (mesma origem étnica, portanto uma mesma cultura que se fragmenta e que, ao longo do tempo, se diferencia), contudo, por causa da separação no tempo e no espaço, são também encontrados traços culturais diferentes e que, em certo sentido, permitem identificar cada um desses povos. Estes levantamentos, portanto, se nos permitem, de um lado, fazer nossas etnografias de céus particulares, também nos permitem fazer afirmativas de caráter mais geral sobre alguns povos indígenas brasileiros, especialmente a respeito daqueles que fazem parte de uma mesma família ou de um mesmo tronco linguístico.

²³ Letra grega “capa”.

²⁴ No sistema equatorial de coordenadas, por exemplo, essas áreas envolveriam intervalos semelhantes de ascensão reta e de **declinação**. Para sermos mais exatos, devemos, no entanto, observar, que esse sistema equatorial não depende da nossa posição sobre a Terra. Por outro lado, o que tanto astrônomos culturais quanto observadores indígenas usam no campo é o referencial topocêntrico, de coordenadas **altura** e **azimute**, o qual depende da posição do observador sobre a Terra (latitude e longitude).

Remontamos ao exemplo dos Tupinambá confrontando-o com os trabalhos de campo atuais com os Guarani. Ambas as etnias são partes de um mesmo povo, a quem teoricamente chamamos de Proto-Tupi. Os Guarani contam no seu inventário de **asterismos** com a *Guyra Nhandu* (Ema), assim como os Tupinambá, que a chamavam de *Yandoutin*, conforme relatado por d'Abbeville. Afonso (2000, 2006) e Borges (1999) identificaram a Ema Guarani (Figura 5) na região do céu entre o Cruzeiro do Sul e o Escorpião, sendo um exemplo de **asterismo** misto, formado pelas manchas da Via Láctea e por estrelas.

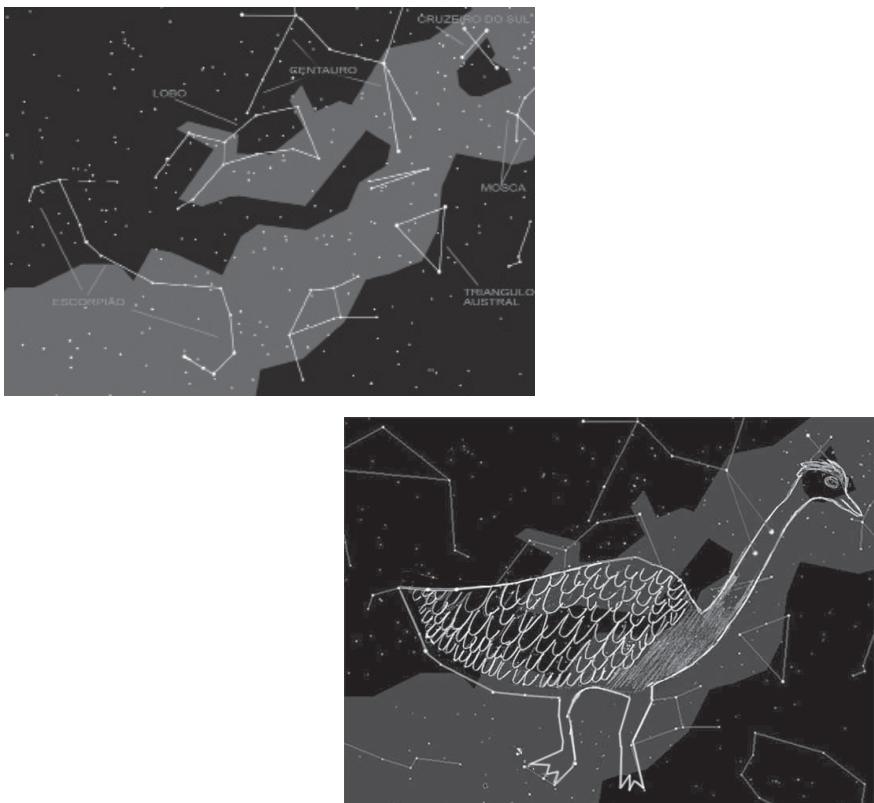


Figura 5. Asterismo da Ema Guarani, Guyra Nhandu e as constelações da mesma região do céu (Afonso, 2000)

Faulhaber (2004), por outro lado, identificou que os Ticuna veem, nesta mesma região, durante a estação seca (verão), no alto do céu, a briga da Onça e do Tamanduá (Figura 6). Nimuendajú (1952:143) identificou os olhos da Onça em ϵ (épsilon) e μ (mu) do Escorpião.

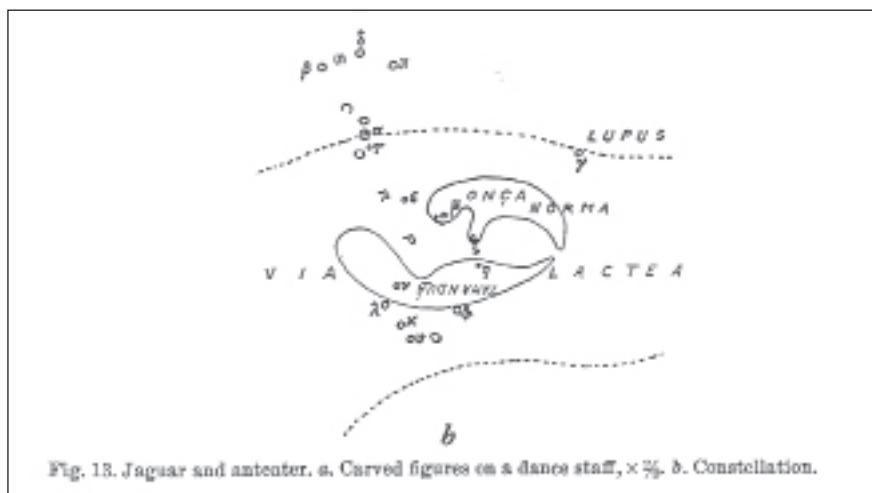


Figura 6. Identificação da Onça e do Tamanduá por Nimuendajú (1952)

Os atuais registros etnográficos, com a colaboração dos índios, confirmam o registro etnológico de que, no início da briga, a Onça encontrava-se em cima do Tamanduá (Figura 7), ao passo que, ao fim, o Tamanduá encontra-se sobre a Onça (Figura 8). Assim sendo, um mapa do céu com **asterismos** de diferentes povos indígenas deve considerar a possibilidade de sobreposição de diferentes figuras celestes.

Os Ticuna acompanham a briga da Onça e do Tamanduá em sua trajetória pelo céu e, durante o período em que essa briga pode ser observada, demarcam dois momentos distintos. No primeiro, que indica o início da estiagem, a Onça encontra-se por cima do Tamanduá. No segundo, que coincide com o fim da estiagem, o Tamanduá fica por cima da Onça. Para os Ticuna, essas diferentes posições ou momentos da configuração celeste são de suma importância, pois, se de um ponto de vista ambiental, a última posição observada marca o fim da estiagem; de um ponto de vista simbólico e moral, isso significa que a inteligência pode vencer a força muscular. Para a astronomia cultural, os **asterismos** não abrigam somente o aspecto pictórico, mas sobretudo a dimensão significativa. Portanto, segundo o olhar astronômico-cultural tratado neste Capítulo, a diferença sobre as posições relativas dos contendores — a Onça ou o Tamanduá — é decisiva e não pode se ater à mera descrição astronômica, considerando-se, ademais, que os **asterismos**, sendo visíveis em diferentes situações sazonais, produzem significados e implicações associados a eles que são muito distintos um do outro, obedecendo a interpretações diferentes por parte dos índios.

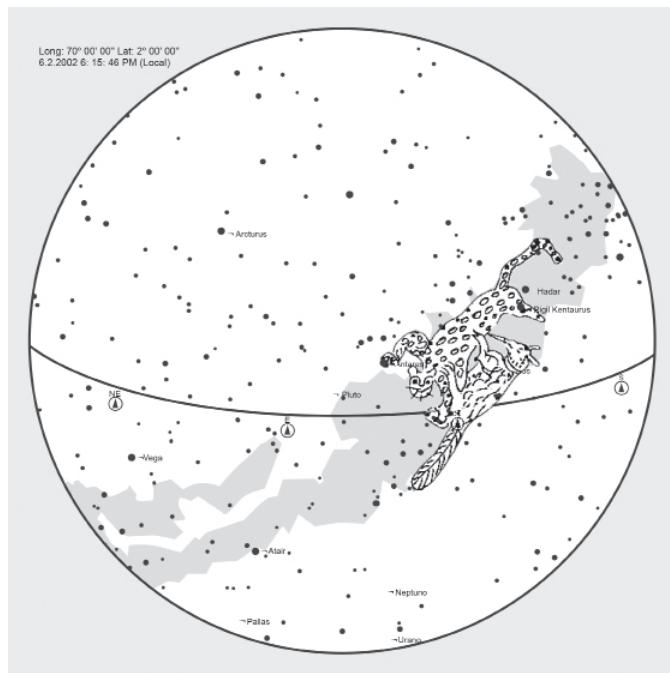


Figura 7. Começo da briga da Onça e do Tamanduá. No início da estiagem, no mês de maio, os Ticuna veem que a Onça está sobre o Tamanduá (desenho do Índio Ticuna Ngematüçü)

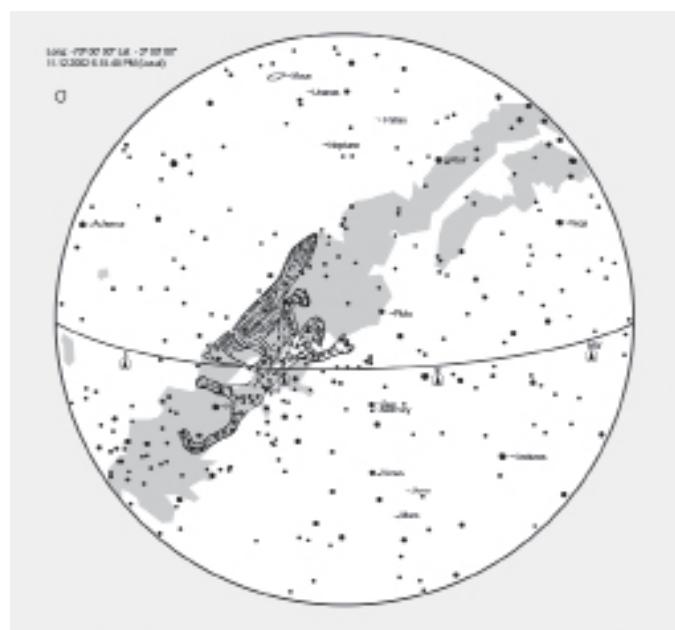


Figura 8. Fim da briga da Onça e do Tamanduá. Ao fim da estiagem, no mês de novembro, os Ticuna veem o Tamanduá sobre a Onça, concluindo que a inteligência pode vencer a força muscular (Índio Ticuna Ngematüçü)

Dentro de uma mesma cultura pode-se, às vezes, encontrar informações que parecem, a princípio, se contradizer. Um exemplo é a Ema Bororo, que é formada por manchas da *Via Láctea*, conforme a Figura 3, mas, ao mesmo tempo, os Bororo dizem que as estrelas α e β do Centauro são *Pári Bopóna*, a Coxa da Ema, e o Cruzeiro do Sul é *Pári Búrea*, a Pegada da Ema, conforme a Figura 4. Neste caso, encontramo-nos diante de versões que apontam para diferentes identificações do **asterismo**. Fabian (1992) relata que, ao serem confrontados com a aparente incongruência destas duas descrições, os Bororo concordaram que era estranho, mas não pareceram ficar incomodados. Algo semelhante ocorre com os Guarani, também em relação à posição relativa da Ema. Alguns informantes a apontavam com a cabeça no Cruzeiro, enquanto outros a mostravam em sentido contrário, cabeça em Escorpião e parte final do corpo no Cruzeiro. Esses exemplos servem de alerta para o pesquisador e, especialmente, que não cabe a ele normatizar ou propor uma espécie de versão oficial. Cabe-lhe registrar todas as descrições e depurá-las, tanto quanto possível, a partir de diversos relatos fornecidos por diferentes informantes, preferencialmente, de aldeias distintas. Por outro lado, isso demonstra a flutuação de informações que aponta para a diversidade que pode ser encontrada no interior de um mesmo grupo.

Considerações finais e perspectivas

A investigação da literatura histórica como fonte para analisar os saberes indígenas pode apresentar algumas dificuldades, pois às vezes não permite determinar se as informações mencionadas vieram originalmente dos informantes, ou se foram interpretações pessoais dos autores, influenciadas pelas correntes interpretativas de seu tempo. Contudo, a mediação do autor sempre se dá, em maior ou menor escala. Apesar disso, esta mesma literatura pode auxiliar na construção de um quadro geral sobre a astronomia de grupos indígenas brasileiros, e contribuir para o melhor entendimento de alguns **asterismos** largamente difundidos, como a Ema, que aparece em grupos muito diferentes cultural e linguisticamente, como os Tupinambá e os Bororo, além de ser observada pelos Mocovies, da Argentina, e pelos Boorong, da Austrália. Além disso, justamente pelo aspecto de se situar na mediação do viajante/missionário/naturalista/etnólogo, esta literatura permite rastrear teorias científicas da época e deslindar concepções sobre a natureza. Por exemplo, no livro de d'Abbeville, o capítulo VII se chama “Do movimento, fluxo e refluxo do mar, e da dificuldade de passar a linha equinocial”. Nesse capítulo, ele discute as possíveis causas das

marés, segundo os argumentos científicos e experimentais dos quais dispunha na época.

Muitos dos relatos da literatura têm a visão etnocêntrica de que os **asterismos** indígenas têm correspondência exata com os estabelecidos pela astronomia acadêmica, o que não tem fundamento. Em primeiro lugar porque o que existe para ser interpretado/projetado/representado recorrerá obrigatoriamente àquilo que se encontra visível a olho nu; em segundo e justamente porque é uma operação de olhar topocêntrico, não se trata do mesmo céu; em terceiro, porque as figuras aí recortadas resultam de operações perceptivas e cognitivas cujas bases culturais são diferentes; em quarto, porque os modelos classificatórios, dos quais derivam os tipos de figura projetados no céu, são igualmente distintos; e, finalmente, porque alguns dos **asterismos** observados por povos indígenas são compostos por outros elementos, além de estrelas.

Das muitas etnias, autores e exemplos aqui abordados, é possível depreender-se a riqueza e exuberância dos saberes indígenas concernentes às relações entre céu e terra. Pudemos também começar a exercitar um outro olhar para esses saberes, um olhar que tenta, na medida do possível, enxergar e interpretar as coisas, ressaltando “o ponto de vista do outro”. Constatamos a coerência, o rigor e a abrangência próprios daqueles saberes a partir de relatos dos primeiros missionários, naturalistas e etnólogos em suas viagens no Brasil, de depoimentos de índios de variados grupos culturais, assim como através de trabalhos de campo mais recentes em antropologia no país. Sobressai do que foi aqui tratado, a importância e atualidade da pesquisa em astronomia cultural, em particular, e em história e etnografia dos saberes sobre relações céu-terra, em geral. A partir das fontes indicadas, os leitores interessados poderão aprofundar suas próprias investigações sobre essa instigante área.

Referências

- Aaboe, A. (1974), Scientific Astronomy in Antiquity in The Place of Astronomy in the Ancient World, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 276, 21-42.
- Afonso, Germano B. (2000), *Arqueoastronomia brasileira*, CD-ROM, Curitiba: UFPR.
- _____ (2006), “Mitos e Estações no Céu Tupi-Guarani”, *Scientific American Brasil*, Edição Especial Etnoastronomia, 14, 46-55.
- _____ (2010), “Astronomia Indígena”, *Revista de História*, 1, 32-35, Rio de Janeiro.

- _____, e Silva, P. S. (2012), *O Céu dos Índios de Dourados Mato Grosso do Sul*, Vol. 1, Dourados: UEMS.
- Albisetti, C. e Venturelli, A. (1962), *Enciclopédia Bororo*, Vol. 1: Vocabulários e Etnografia, Campo Grande: Publicação do Museu Regional Dom Bosco.
- Albisetti, C. e Venturelli, A. (1969), *Enciclopédia Bororo*, Vol. 2: Lendas e Antropônimos, Campo Grande: Publicação do Museu Regional Dom Bosco.
- Albisetti, C. e Venturelli, A. (1976), *Enciclopédia Bororo*, Vol. 3: Textos dos cantos de caça e pesca, Campo Grande: Publicação do Museu Regional Dom Bosco.
- Alves, Isidoro M. da S. (1988), “A Constituição de uma etnoastronomia no Brasil”, *Simpósio Ciência e Técnica na América pré-Colombiana* (II Congresso Latino-Americano de História da Ciência e da Tecnologia), Rio de Janeiro: CNPq/MAST, Departamento de Pesquisa.
- Aveni, A. (1981), Tropical Archeoastronomy, *Science*, 213, 4504.
- Aveni, A. and Urton, G., Eds. (1982), *Ethnoastronomy and Archaeoastronomy in the American Tropics*, Annals of The New York Academy of Sciences, 385, New York: New York Academy of Sciences.
- Baldus, Herbert (1940), “O conceito do tempo entre os índios do Brasil”, *Revista do Arquivo Municipal*, 71, 87-94, São Paulo.
- Borges, Luiz C. (1999), “A fala instituinte do discurso mítico Guarani Mbyá”, *Tese de Doutramento em Linguística*, Campinas: Instituto de Estudos da Linguagem da Unicamp.
- _____, (2009), The Tupinambá and Guarani contribution towards the understanding and control of weather in Vladimir Jankovic and Christina Barboza (Eds.), *Weather, local knowledge and everyday life. Issues in integrated climate studies*, 253-264, Rio de Janeiro: MAST.
- Borges, L. C. e Gondim, L. (2003), *O saber no mito — conhecimento e inventividade indígenas*, Rio de Janeiro: Ed. Teatral.
- Borges, Luiz C. e Lima, Flavia P. (2008), “De Cruz a Kuruxu: constelação e controvérsias histórico-linguísticas” in Marta de Almeida e Moema de Rezende Vergara (Orgs.), *Ciência, história e historiografia*, 347-358, São Paulo: Via Lettera; Rio de Janeiro: MAST.
- Campos, M. D. (1982), “Saber mágico, Saber Empírico e outros Saberes na Ilha dos Búzios” in A. Eulalio. (Org.), *Caminhos Cruzados, Linguagem, Antropologia e Ciências Naturais*, 23-32, São Paulo: Brasiliense, disponível em <http://www.sulear.com.br/texto09.pdf>, acesso em 6/3/14.
- _____, (1994), “Fazer o Tempo e o ‘Fazer do Tempo’: ritmos em concorrência entre o ser humano e a natureza”, *Ciência & Ambiente*, 8, 7-33, Santa Maria: Ed. UFSM, Ijuí/Ed., disponível em <http://www.sulear.com.br/texto05.pdf>, acesso em 6/3/14.

_____ (1999), “SULear vs NORTEar: Representações e apropriações do espaço entre emoção, empiria e ideologia”, *Série Documenta*, 8, 8, 41-70, disponível em <http://www.sulear.com.br/texto03.pdf>, acesso em 6/3/14.

_____ (2002), “Etnociência ou etnografia de saberes, técnicas e práticas?” in Maria Christina de Mello Amorozo; Lin Chau Ming e Sandra Pereira da Silva (Orgs.), *Métodos de coleta e análise de dados em etnobiologia, etnoecologia e disciplinas correlatas*, 47-92, São Paulo: UNESP/CNPq, disponível em <http://www.sulear.com.br/texto02.pdf>, acesso em 6/3/14.

_____ (2005), Búzios island: Knowledge and belief among a fishing and agricultural community at the coast of the state of São Paulo in V. D. Chamberlain; J. B. Carlson and M. J. Young (Orgs.), *Songs From the Sky: Indigenous, astronomical and cosmological traditions of the world*, 236-243, Bognor Regis/College Park: Ocarina Books/Center for Archaeoastronomy, disponível em http://www.sulear.com.br/Knowledge_and_belief.pdf, acesso em 6/3/14.

_____ (2006), “A cosmologia dos Caiapós”, *Scientific American Brasil*, 14, 62-71, disponível em <http://www.sulear.com.br/texto11.pdf>, acesso em 6/3/14.

Cardona, G. R. (1985), *La foresta di piume. Manuale di etnoscienza*, Roma: Laterza.

Cardoso, Walmir T. (2007), “O Céu dos Tucano na Escola Yupuri — Construindo um calendário dinâmico”, *Tese de Doutorado* em Educação Matemática, PUC/SP, disponível em http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/MATEMATICA/Tese_thomazi.pdf, acesso em 26/4/14.

Castoriadis, Cornelius (1992), “As encruzilhadas do labirinto”, *O mundo fragmentado*, Vol. 3, São Paulo: Paz e Terra.

Chambers, D. W. and Gillespie, R. (2001), Locality in the History of Science: Colonial Science, Technoscience, and Indigenous Knowledge, *Osiris*, 15, 221-240.

Colbacchini, A. e Albisetti, C., 1942, *Os Bororos Orientais*, São Paulo: Editora Nacional.

Corrêa, Ivânia Neves (2003), “Interseções de saberes nos céus Suruí”, *Dissertação de Mestrado* em Antropologia, Belém: UFPA.

Corrêa, Ivânia Neves; Magalhães, Lázaro e Mascarenhas, Regina (2000), *O Céu dos Índios Tembé* (Série Etnoastronomia), 2^a ed. rev., Belém: Planetário do Pará/UEPA.

d'Abbeville, Claude (1614), *Histoire de la mission des pères capucins en l'isle de Marignan et terres circonvoisines où est traicté des singularitez admirables & des moeurs merveilleuses des indiens habitans de ce pais*, Microfilm Reprod. de l'Éd. de Paris: de l'Impr. de François Huby, Gallica: bibliothèque numérique de la Bibliothèque Nationale de France, 1995, disponível em gallica.bnf.fr, acesso em 14/2/10.

Diakuru (Américo Castro Fernandes, narr.) e Kisibi (Durvalino Moura Fernandes, intérpr.) (2006), *Bueri Kādiri Maririye: os ensinamentos que não se esquecem* (Coleção Narradores Indígenas do Rio Negro; v. 8.), São Gabriel da Cachoeira: FOIRN; Santo Antônio: UNIRT.

Diedererweg (1860), *A Populäre Himmelskunde und astronomische Geographie*, Berlin: Enslin.

Fabian, S. M. (1992), *Space-Time of the Bororo of Brazil*, Gainesville: University Press of Florida.

_____. (2001), *Patterns in the Sky: An Introduction to Ethnoastronomy*, Illinois: Waveland Press Inc.

Faulhaber, Priscila (2003), *Magüita Arü Inü. Jogo de Memória — Pensamento Magüita*, CD-ROM, Belém: MPEG.

_____. (2004), “As estrelas eram terrenas: antropologia do clima, da iconografia e das constelações Ticuna”, *Revista de Antropologia*, São Paulo, 47, 2, 379-426.

_____. (2011) Ticuna knowledge, Worecü stars and sky movements in Clive Ruggles (Ed.), *Archaeoastronomy and Ethnoastronomy: Building Bridges between Cultures*, 58-64, IAU Volume 7.

Faulhaber, Priscila e Monserrat, Ruth, Orgs. (2008), *Tastevin e a Etnografia indígena: coletânea de traduções de textos produzidos em Tefé (AM)*, Rio de Janeiro: Museu do Índio/FUNAI.

Flinders Petrie, W. M. (1880), *Stonehenge: plans, description, and theories*, London: Edward Stanford.

Franchetto, B. y Campos, M. D. (1987), Kuikuru: Interacción Cielo y Tierra en La Economía y en el Ritual in J. A. De Greiff and E. von Hildebrand (Orgs.), *Etnoastronomias Americanas*, 255-266, Bogotá: Ediciones de la Universidad Nacional de Colombia, disponível em <http://www.sulear.com.br/texto08.pdf>, acesso em 6/3/14.

Geertz, C. (1999), *O saber local: novos ensaios em antropologia interpretativa*, Petrópolis: Vozes.

IAU (2010), Cultural Astronomy, CAP Journal, Issue 9, October, disponível em <http://www.capjournal.org/issues/09/lowres.pdf>.

Jafelice, Luiz Carlos (2000), Teaching astronomy from an anthropological perspective in Rosa M. Ros (Org. and Ed.), *6th International Conference on Teaching Astronomy*, Vilanova i la Geltrú: Universitat Politècnica de Catalunya.

_____. (2002), “Nós e os Céus: um enfoque antropológico para o ensino de astronomia” in D. M. Vianna et al. (Eds.), *VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, Atas..., 21-28, São Paulo: SBF.

_____ (2008), “Hermenêutica e epistemologia nos conhecimentos tradicionais e na história da ciência” in M. C. F. B. S. Passeggi (Coord.), *III Congresso Internacional sobre Pesquisa (Auto)Biográfica*, 63-79, Anais..., Natal: EDUFRN, Paulus.

_____ (2009), “Etnoastronomia: quantos céus existem?”, *Ciência Sempre* (Revista da FAPERN), Ano 5, 12, 26-31.

_____ (2010), “Abordagem Antropológica: educação ambiental e astronômica desde uma perspectiva intercultural” in L. C. Jafelice (Org.), *Astronomia, Educação e Cultura: abordagens transdisciplinares para os vários níveis de ensino*, 213-426, Natal: Editora da UFRN.

_____ (2012a), “Etnoconhecimentos: por que incluir crianças e jovens? Educação intercultural, memória e integração intergeracional em Carnaúba dos Dantas”, *Revista Inter-Legere*, 10, disponível em <http://www.cchla.ufrn.br/interlegere/10/pdf/10es05.pdf>, acesso em 7/1/12.

_____ (2012b), “Astronomia cultural e educação intercultural” in M. A. D. Machado e P. S. Bretones (Eds.), *I Simpósio Nacional de Educação em Astronomia. Mesa Redonda*, Atas..., São Paulo: IFUSP, disponível em http://snea2011.vitis.uspnet.usp.br/sites/default/files/SNEA2011_M3_Jafelice.pdf, acesso em 19/3/14.

_____, Coord. (2013), “Encontro de pesquisa A — Astronomia cultural” in Cristina Leite e Paulo S. Bretones (Eds.), *II Simpósio Nacional de Educação em astronomia, Atas...*, São Paulo: IFUSP, disponível em http://snea2012.vitis.uspnet.usp.br/sites/default/files/SNEA2012_EP_A_Astronomia%20Cultural.pdf, acesso em 6/3/14.

Jalles, Cíntia e Imazio, Maura (2004), *Olhando o Céu da Pré-História: registros arqueoastronômicos no Brasil*, Rio de Janeiro: MAST.

Jalles, Cíntia; Imazio, Maura e Nader, Rundsthen V. (2013), *Olhai pro céu, olhai pro chão: astronomia e arqueologia; arqueoastronomia: o que é isso?*, Rio de Janeiro: MAST.

Kidwell, Clara Sue (1985), Native Knowledge in Americas, *Osiris*, 1, 209-228.

Koch-Grünberg, Theodor (1905), *Anfänge der Kunst im Urwald. Indianern-Handzeichnungen auf seinen Reisen in Brasilien gesammelt*, Berlin (Tradução de Daynéa Faulhaber Barbosa).

_____ (1953), “Mitos e Lendas dos Índios Taülipáng e Arekuná”, *Revista do Museu Paulista*, Nova Série, 7, 9 — 202.

_____ (2009), *Começos de arte na selva*, Casimiro Beksta (Trad.), Manaus: Edua.

Léry, Jean de (1980), *Viagem à terra do Brasil*, Belo Horizonte: Ed. Itatiaia; São Paulo: Edusp.

Lévi-Strauss, Claude (1989), *O Pensamento Selvagem*, Campinas: Papirus.

- Lima, F. P. (2004), “Observações e descrições astronômicas de indígenas brasileiros. A visão dos missionários, colonizadores, viajantes e naturalistas”, *Dissertação de mestrado*, HCCTE/UFRJ.
- _____(2006), “Astronomia indígena na literatura”, *Scientific American Brasil*, Edição Especial Etnoastronomia, 14, 80-89.
- _____(2008), “Tradições astronômicas indígenas na visão de um dos primeiros etnólogos no Brasil: Koch-Grünberg” in *III Congresso Internacional sobre Pesquisa (Auto)Biográfica*, Natal, Anais do III CIPA.
- _____(2010), “Etnoastronomia no Brasil: a contribuição de Charles Frederick Hartt e José Vieira Couto de Magalhães”, *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, Ciências Humanas, 5, 2.
- _____(2012), “A Astronomia Cultural nas Fontes Etno-Históricas: A Astronomia Bororo” in *I Simpósio Nacional de Educação em Astronomia*, Rio de Janeiro, Atas do I SNEA, 1, São Paulo: SAB.
- Lima, F. P and Figueirôa, S. F. de M. (2008), Indigenous astronomical traditions as related by the first ethnologists in Brazil in Jonas Vaiskunas (Ed.), *Astronomy and cosmology in folk traditions and cultural heritage. Selected Papers from the VIIth Oxford International Conference on Archaeoastronomy and Astronomy in Cultures/15th Annual Meeting of the Société Européenne pour la Astronomy dans la Culture (SEAC)*, *Archaeologia Baltica*, 10, 99-104.
- Lima, F. P. e Moreira, I. C. (2005), “Tradições astronômicas tupinambás na visão de Claude d'Abbeville”, *Revista da SBHC*, 3, 4-19.
- Lima, F. P.; Moreira, I. C. and Afonso, G. B. (2006), Tupi-Guarani indigenous knowledge on relations between heavens and earth in T. W. Bostwick and B. Bates (Eds.), *Viewing the sky through past and present cultures: Selected Papers from the Oxford VII International Conference on Archaeoastronomy*, Pueblo Grande Museum Anthropological Papers, 5, 125-138, Phoenix: Pueblo Grande Museum.
- Magalhães, José Vieira Couto de (1935), *O Selvagem*, 3^a ed., Brasiliiana, v. 52, São Paulo: Cia. Ed. Nacional.
- Magaña, Edmundo (1988), Astronomia Wayana y Tareno, *América Indígena*, 48, 2, 447-461.
- _____(2005), Tropical Tribal Astronomy: Ethnohistorical and Ethnographic Notes in Von Del Chamberlain; John B. Carlson and M. Jane Young (Eds.), *Songs from the Sky: Indigenous Astronomical and Cosmological Traditions of the World*, Bognor Regis: Ocarina Books and Center for Archaeoastronomy.

McCluskey, Stephan C. (1982), Archaeoastronomy, Ethnoastronomy and the History of Science, in A. Aveni and G. Urton (Eds.), *Ethnoastronomy and Archaeoastronomy in the American Tropics*, 343-351, Annals of The New York Academy of Sciences, 385, New York: New York Academy of Sciences.

Morin, Edgar (1977), *La Méthode 1. La Nature de la Nature*, Paris: Éditions du Seuil.

Nimuendajú, Curt (1942), *The Šerente*, translated from the manuscript by Robert H. Lowie, Publications of the Frederick Webb Hodge Anniversary Publication Fund, Vol. IV, Los Angeles: The Southwest Museum Administrator of the Fund.

_____ (1952), *The Tukuna*, Robert Lowie (Org.), Publications in American Archaeology and Ethnology, Volume XLV, Berkeley and Los Angeles: University of California Press.

_____ (2002), *Mapa Etno-Histórico de Curt Nimuendajú*, Edição fac-similar, Rio de Janeiro: IBGE, disponível em <http://biblio.etnolinguistica.org/nimuendaju-1981-mapa>, acesso em 24/3/14.

Novello, Mario (2006), *O que é cosmologia. A revolução do pensamento cosmológico*, Rio de Janeiro: Jorge Zahar.

Pecker, Jean-Claude (2009), “O céu estrelado de Claude Lévi-Strauss”, *Estudos Avançados*, 23, 67, 173-182.

Ribeiro, Berta G. e Kenhíri, Tolemão (1987), “Chuvas e Constelações — Calendário econômico dos Índios Desâna”, *Ciência Hoje*, 6, 36, 14-23.

Ruggles, C. L. N. and Saunders, N. J. (1993), *Astronomies and Cultures: papers derived from the third Oxford International Symposium on Archaeoastronomy*, St. Andrews, UK, September 1990, Colorado: University Press of Colorado.

UNESCO (2001), *Universal Declaration on Cultural Diversity*, Adopted by the 31st Session of the General Conference of UNESCO, Paris, 2 Nov. 2001, disponível em <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001271/127160m.pdf>, acesso em 10/9/13.

_____ (2003), *Local and Indigenous Knowledge Systems*, disponível em <http://www.unesco.org/links>, acesso em 18/7/10.

_____ (2009), *Astronomy and World Heritage*, World Heritage Review, Paris, Oct. 2009, 54, 1-4.

_____ (2010), *Astronomy and World Heritage Initiative*, disponível em <http://www.astronomicalheritage.net/>, acesso em 14/7/10.

Vespúcio, Américo (2014), *Carta de Lisboa*, Tradução de Riccardo Fontana, Brasília: NetHistória, disponível em http://www.nethistoria.com.br/secao/ensaios/372/carta_de_lisboa_1502_, acesso em 31/3/14.

Capítulo 4

ASTRONOMIA DO DESCOBRIAMENTO

A difusão do Cruzeiro do Sul na cartografia quinhentista

Gil Alves Silva (HCTE/UFRJ)

Por mais de um milênio, as constelações gregas foram descritas com base no Almagesto, de Ptolomeu. Com as grandes navegações houve o reconhecimento de uma parte do céu até então desconhecida dos europeus — o céu austral, e eles passaram a buscar um marco celeste que lhes indicasse a latitude, como a Polar fazia no hemisfério norte. As evidências sugerem que os portugueses foram os inventores do Cruzeiro do Sul — constelação que sempre aponta para o polo celeste, uma maneira prática de encontrar o sul e estimar a latitude. A criação do Cruzeiro do Sul está diretamente associada às grandes navegações dos séculos 15 e 16, sobretudo ao descobrimento do Brasil — episódio-chave na forma de descrever e retratar o céu austral, já que antes dele não foram encontrados relatos nem representações de uma cruz celeste.

Introdução

Da antiguidade clássica ao alvorecer dos tempos modernos, as estrelas e **constelações** que ilustravam mapas e globos celestes ainda eram as contidas na *Syntaxis mathematica* (c. 150), do astrônomo e geógrafo alexandrino Claudio Ptolomeu (c. 100 — c. 178). Reproduzida e difundida pelos árabes, que a chamaram Almagesto (O Grande Livro), essa obra resumia toda a astronomia dos antigos, sendo também a principal fonte de nosso conhecimento sobre as **constelações** clássicas gregas.

Com as grandes navegações, os europeus tiveram acesso a uma parte do céu até então desconhecida das latitudes boreais e passaram a estudar atentamente essas novas estrelas na busca de um marco celeste que lhes indicasse a latitude em que se encontravam. Até então, bastava procurar a Polar (estrela próxima ao **polo celeste** cuja **altura** acima do horizonte fornecia a latitude local), mas quando esta mergulhava no oceano perdia-se um marco celeste decisivo para a navegação, ficando clara a necessidade de encontrar uma estrela que desempenhasse em latitudes austrais o mesmo papel que a Polar no hemisfério norte.

A procura pela Polar do Sul foi uma demanda que ocupou cartógrafos e pilotos ao longo dos séculos 15 e 16 e, embora nunca tenha sido encontrada tal estrela, navegadores portugueses descobriram que o alinhamento de duas estrelas — as Guardas¹ da Cruz² — sempre apontava na direção do **polo celeste**, auxiliando na localização do ponto cardeal sul e na medida da latitude. Desde então essas estrelas tornaram-se fundamentais para aqueles que enfrentavam os mares ao sul do equador.

A história da invenção de uma cruz celeste está intimamente ligada às grandes navegações e à histórica viagem de Pedro Álvares Cabral ao Brasil. Um dos primeiros documentos relacionados à descoberta da nova terra foi uma carta escrita ao rei D. Manuel por mestre João — o encarregado das observações astronômicas durante a viagem do descobrimento. Nessa carta, mestre João fornece um esboço das adjacências do **polo celeste**, descrevendo e retratando um grupo de estrelas que ele chamou de “Cruz” (possivelmente a primeira referência ao Cruzeiro do Sul, embora algumas dessas estrelas fossem visíveis de Alexandria na época de Ptolomeu — que as catalogou como parte da **constelação** do Centauro). Uma vez que não foram achados registros de uma cruz celeste antes de 1500, podemos considerar

¹ Alfa (α) e gama (γ) Crucis.

² Nome pelo qual era conhecida a constelação do Cruzeiro do Sul.

a carta de mestre João como um divisor de águas na forma de descrever e retratar o céu do hemisfério sul.

O objetivo deste trabalho é relacionar o surgimento do Cruzeiro do Sul ao descobrimento do Brasil, e reconhecer a importância desse evento para a cartografia celeste quinhentista. Para isso, será traçado um rápido panorama das principais descrições e representações do céu austral na época das grandes navegações, através de relatos e imagens encontrados em manuscritos, impressos, mapas e globos celestes do período. Os relatos apresentados foram transcritos ou traduzidos de obras de referência, e destacados os trechos relacionados à utilização do Cruzeiro do Sul para identificação do **polo** antártico. Pela impossibilidade de reprodução de todas as imagens pesquisadas, selecionamos um conjunto que acreditamos retratar bem o período estudado, e os créditos de cada uma estão junto às respectivas legendas (imagens usadas aqui com fins puramente didáticos). Embora não haja dificuldades para se localizar a Cruz, sempre que necessário ela aparecerá envolta por um círculo vermelho.

Descrições do céu austral pré-Cruzeiro do Sul

Alguns dos principais acontecimentos ligados ao começo da expansão marítima portuguesa estão relacionados à figura do primeiro Duque de Viseu — mais conhecido como Infante D. Henrique (1394-1460) —, considerado o personagem mais importante no início da era dos descobrimentos. O seu espírito aventureiro atraiu a atenção de astrônomos, cartógrafos e matemáticos estrangeiros, todos interessados nas favoráveis condições de trabalho oferecidas àqueles que pudesssem contribuir para o avanço e aprimoramento dos conhecimentos náuticos lusos.

Um desses estrangeiros foi Alvise Cadamosto (c. 1432-1488), navegador italiano que em março de 1455 partiu na primeira de duas viagens que realizou à costa ocidental africana, ambas a serviço do Infante D. Henrique; suas observações do céu austral foram feitas da foz do rio Gâmbia (latitude 13° norte), onde destacou:

Também vimos sobre o mar seis estrelas claras, luzentes, e grandes, e tirando-lhe o lugar pela Bussola, vimo-las direitas ao Sul, [...] e assim julgamos ser o Carro³ do Sul (Figura 1): mas a estrella principal não se via, nem era possível vê-la senão perdendo de todo a do Norte (Silva, 1972: 211).

³ Como são conhecidas as sete principais estrelas da constelação da Ursa Maior.

Nesse trecho, Cadamosto relata sua busca por um carro do sul, que poderia guiá-lo ao **polo celeste** e, consequentemente, ao ponto cardeal sul. O que pode se inferir do texto é que já na metade do século 15 o céu austral é atentamente estudado pela tripulação de uma nau portuguesa.



Figura 1. O carro do sul de Cadamosto
(Fonte: Ramusio, 1563: 107)

Nossa próxima descrição sobre o céu meridional vem do explorador italiano Américo Vespúcio (1451-1512), que ao realizar sua segunda viagem (1499-1500) para o rei da Espanha costeou o litoral brasileiro até o Rio Grande do Norte (Mourão, 2000: 154). Numa carta dirigida a Lorenzo de Médici, escrita em Sevilha e datada de 18 de julho de 1500 (Silva, 1972: 207), Vespúcio conta sobre essa segunda viagem. Preocupado em identificar um grupo de estrelas capaz de indicar o **polo celeste**, ele conta:

[...] perdi muitas vezes o sono durante a noite ao contemplar o movimento das estrelas do outro polo [hemisfério], para calcular quais delas apresentariam menor movimento e ficariam mais próximas do firmamento [**polo celeste**] [...] Não assinalei as estrelas que tivessem menos de dez graus de movimento em torno do firmamento (Mourão, 2000: 157).

Ele então se lembra das palavras de Dante (“Purgatório”, Canto I, 22-24), tentando descrever o **polo** antártico:

Voltei-me à mão direita e pus a mente/ no outro **polo** e aí vi quatro estrelas/ vistas apenas da primeira gente (Crato, 2000)

e acrescenta:

creio até que seja verdade o que ele diz, pois notei quatro estrelas figuradas como uma amêndoaa que tinham pouco movimento (Mourão, 2000: 157-158).

Dois fatos chamam a atenção nesse relato: o primeiro é que Vespuíco não encontrou uma estrela que merecesse ser considerada a Polar do Sul, já que não assinalou nenhuma que estivesse a menos de 10° do **polo** antártico; o segundo é que provavelmente as estrelas que formavam a amêndoaa de Vespuíco não eram as da Cruz, pois ele diz que elas tinham pouco movimento — em 1500 as estrelas do Cruzeiro estavam afastadas de 30° a 36° do **polo**, ou seja, percorrendo círculos diurnos bastante distantes do eixo de rotação da esfera celeste (Silva, 1972: 208).

Numa outra carta escrita a Lorenzo de Médici — agora do fim de 1502 (Silva, 1972: 209), Vespuíco relata sua terceira viagem — a primeira a serviço de D. Manuel, quando foi mais ao sul e teve oportunidade de observar mais estrelas austrais:

O **polo** antártico não tem a Ursa Maior nem Menor, tal como se pode ver no nosso **polo** ártico, nem é tocado por estrelas que resplandecem, mas [...] seguem outras seis estrelas lúzentes (Figura 2) que superam em esplendor todas as outras que se encontram na oitava esfera [...] (Mourão, 2000: 159-160).



Figura 2. As seis estrelas lúzentes de Vespuíco
(Fonte: Ramusio, 1563: 132)

Embora as cartas de Vespuícius sejam datadas pós-descobrimento do Brasil, julgamos adequado citá-las antes, pois elas não fazem menção a uma Cruz do Sul.

O descobrimento do Brasil e o despontar do Cruzeiro do Sul

Dos documentos relacionados ao descobrimento do Brasil a carta escrita por mestre João é o primeiro e mais importante de natureza astronômica. Astrônomo, cartógrafo e médico da frota cabralina, mestre João fora incumbido pelo soberano português de descobrir, por meio da observação dos astros, em que latitude se encontrava a terra em que aportaram. O polímata relatou parte de suas observações astronômicas ao rei da seguinte maneira:

Tornando, Senhor, ao propósito, estas Guardas nunca se escondem, antes sempre andam ao derredor sobre o horizonte, e ainda estou em dúvida que não sei qual de aquelas duas mais baixas seja o **polo** antártico; e estas estrelas, principalmente as da Cruz (Figura 3), são grandes quase como as do Carro; e a estrela do **polo** antártico, ou Sul, é pequena como a da Norte e muito clara, e a estrela que está em cima de toda a Cruz é muito pequena (Pereira, 1999: 33).

Embora mestre João fale da Cruz como uma **constelação** já conhecida, esse é o primeiro registro escrito sobre o Cruzeiro do Sul de que se tem conhecimento. Anos depois, o piloto português João de Lisboa (?-c.1525) faz referência a esse grupo de estrelas em seu “Tratado da agulha de marear” (1514), onde escreveu um conjunto de regras — o “Regimento do Cruzeiro do Sul” — em que explicava como utilizar esta **constelação** para encontrar o **polo celeste** e corrigir as leituras da bússola. João de Lisboa ainda declara que está apenas apresentando o resultado de estudos feitos 8 anos antes em Cochim (Índia), em companhia de seu conterrâneo, o também piloto Pêro Anes (? -1508), ou seja, de acordo com João de Lisboa, em 1506 os portugueses já distinguiam este grupo de estrelas como Cruzeiro do Sul, tendo amplo conhecimento de seu valor náutico (Silva, 1972: 200-204).

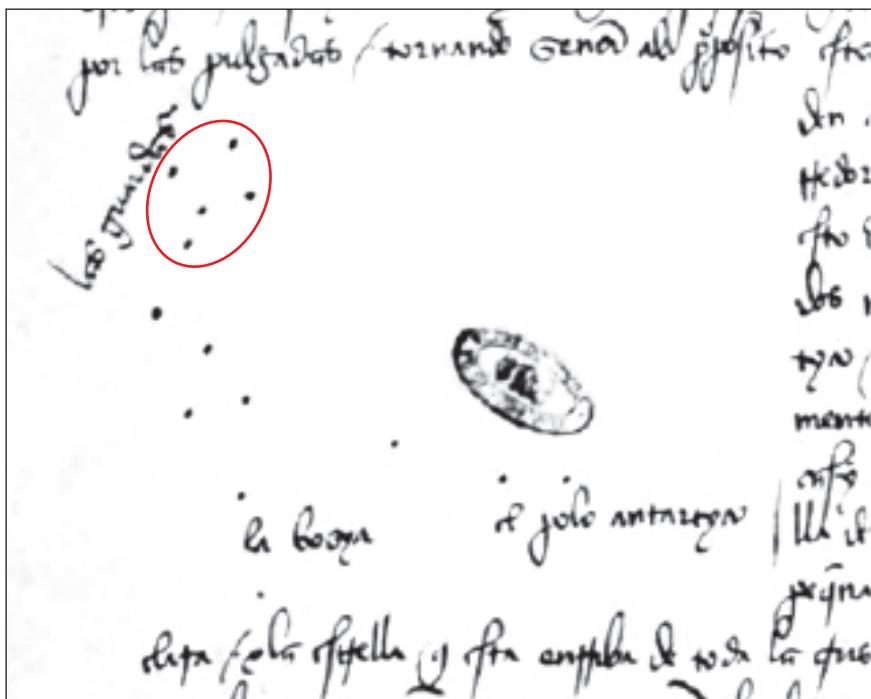


Figura 3. A cruz de mestre João (1500) (Fonte: <<http://antt.dgarq.gov.pt>>)

Antes de mestre João ser reconhecido como o primeiro a descrever o Cruzeiro do Sul, essa honra era atribuída ao navegador italiano Andrea Corsali (c. 1487-1517). Encarregado pelo rei D. Manuel de explorar as Índias e a China, esse diplomata florentino enviou uma carta ao duque Juliano de Médici, escrita de Cochim e datada de 6 de janeiro de 1515, na qual fornece a seguinte descrição do céu austral:

O local do **polo** antártico [...] é mostrado por duas nuvens⁴ de tamanho considerável [...] sobre elas aparece uma cruz maravilhosa (Figura 4) no meio de 5 estrelas que, junto com outras próximas, giram em torno do **polo** a uma distância de 30 graus e fazendo seu curso em 24 horas, como o Pequeno Carro [Ursa Menor] faz com a Polar, e é tão bela que creio nenhum outro sinal celeste pode se comparar [...] (Silva, 1972: 199 — tradução minha).

⁴ As Nuvens de Magalhães, duas galáxias satélites da Via Láctea (Silva, 1972: 199).

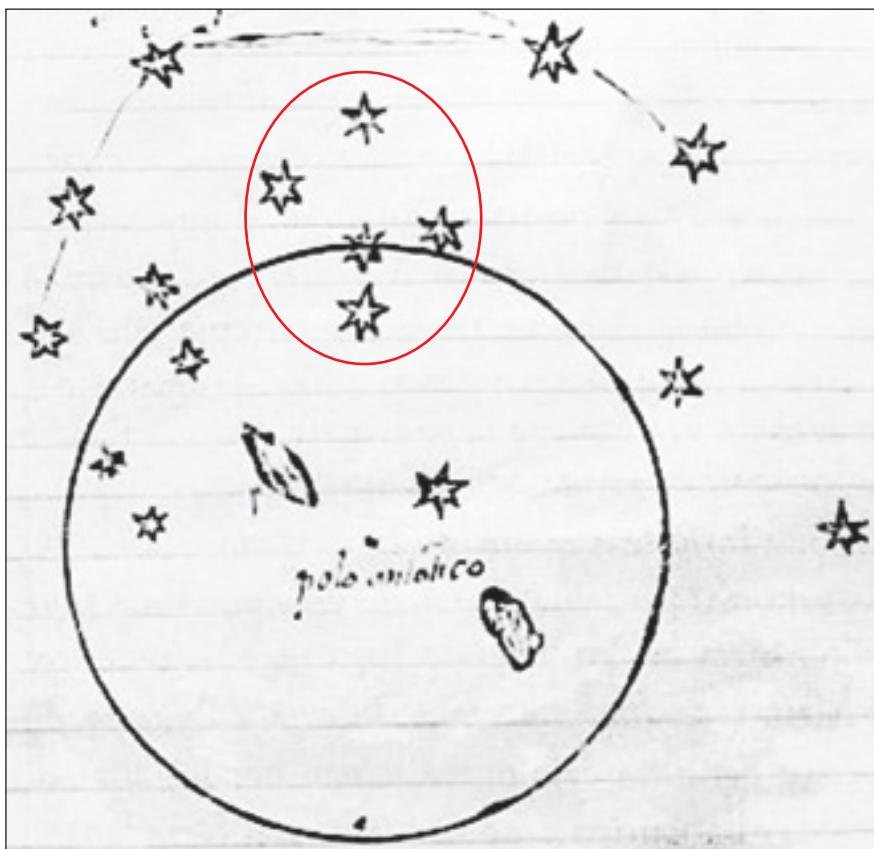


Figura 4. A cruz de Corsali (1515)

(Fonte: <<http://nationaltreasures.nla.gov.au/%3E/Treasures/item/nla.int-ex6-s29>>)

Vale lembrar que Corsali estava embarcado num navio português, ou seja, as informações acerca da cruz que tanto o maravilhou devem ter sido intercambiadas com os pilotos e marinheiros lusos.

Em 1519 o navegador português Fernão de Magalhães iniciou (e comandou) a primeira viagem de circum-navegação do globo terrestre. Um dos poucos que voltou vivo desta empreitada foi o escritor italiano Antonio Pigafetta (c. 1491-1534), responsável por fazer o relato da viagem. Num registro colocado em seu diário de bordo, Pigafetta escreve:

O polo antártico não tem as mesmas estrelas que o ártico. Vêem-se ali duas aglomerações de estrelinhas luminosas que parecem pequenas nuvens, a pouca distância uma da outra. Em meio a essas aglomerações de estrelas, se destacam duas muito

grandes e muito brilhantes, mas cujo movimento é pouco aparente. As duas indicam o **polo** antártico. [...] **Constelação da Cruz** — Estando em alto-mar, descobrimos a oeste cinco estrelas muito brilhantes, colocadas exatamente em forma de cruz (Mourão, 2000: 415-416 — itálico do autor).

Nas primeiras décadas do século 16 os relatos de Corsali e Pigafetta funcionaram como grandes difusores do Cruzeiro do Sul entre os europeus, mas eles não foram os únicos. Podemos encontrar outro exemplo de divulgação da Cruz na *Historia general de las Indias* (1535), do escritor e historiador espanhol Gonzalo Fernández de Oviedo (1478-1557):

Há outra coisa notável a dizer, que aqueles que não navegam às Índias não podem ter visto, exceto se tiverem ido em direção ao equador ou ficado a menos de 22° de distância dele: é que, olhando para o sul, quatro estrelas que formam uma cruz (Figura 5) são vistas sobre o horizonte, girando em torno do círculo antártico [...] (Oviedo, 1535: 40 — tradução minha).



Figura 5. A cruz de Oviedo (1535)
(Fonte: <<http://archive.org/stream/mobot31753000819539>>)

Outro registro da mesma época faz supor que identificar o Cruzeiro do Sul não seria uma tarefa difícil. Na “Arte de Navegar” (1545), a obra mais importante do historiador espanhol Pedro de Medina (1493-1567), a Cruz é usada para encontrar o **polo celeste** no hemisfério sul da mesma forma que a Polar no hemisfério norte:

É necessário saber que os sinais para reconhecer o **Polo** Antártico são quatro estrelas dispostas como uma cruz (Figura 6). [...] Estas estrelas não são nenhum dos signos do zodíaco, nem quaisquer outras das 36 **constelações** do céu. Seu nome é Cruzerio [...] (Medina, 1545: 84 — tradução minha).



Figura 6. A cruz de Medina (1545)
(Fonte: <<http://bibliotecadigitalhispanica.bne.es/>>)

Representações do Cruzeiro do Sul na segunda metade do século 16

A maioria dos relatos apresentados até aqui veio acompanhada de um desenho do Cruzeiro do Sul, mas ainda faltavam elementos que permitissem posicionar a Cruz nos mapas (sistemas de coordenadas, círculos principais, **constelações** adjacentes). Na segunda metade do século 16 surgem hemisférios e globos celestes onde o Cruzeiro aparece acompanhado desses elementos, embora isso não seja suficiente para localizá-lo corretamente (Figuras 7, 8 e 9).



Figura 7. *La creazione del cielo* (c. 1550)
(Fonte: <<http://www.atlascoelestis.com/1.htm>>)



Figura 8. Globo celeste de Jacob e Arnold Van Langren (1589)
(Fonte: <<http://pavoobs.hu/index.php?page=pavo>>)



Figura 9. Hemisfério sul de Cornelius Claesz (1592)
(Fonte: <http://pavoobs.hu/index.php?page=pavo>)

O primeiro a reproduzir o Cruzeiro do Sul em sua forma e posição atuais foi o cartógrafo e geógrafo holandês Petrus Plancius (1552-1622), responsável pelo setor de elaboração de mapas da Companhia Holandesa das Índias Orientais (Ridpath, 1988). Considerado fundamental na exploração e difusão do céu austral, Plancius produziu mapas e globos celestes nos quais introduziu diversas novas **constelações** — inclusive o Cruzeiro do Sul, embora no começo ele também tenha se equivocado quanto à sua localização (Figura 10). Em seu globo de 1598, Plancius utilizou os dados das observações feitas pelos navegadores holandeses Pieter Keyser (c. 1540-1596) e Frederick de Houtman (1571-1627), deslocando a Cruz da posição ocupada pela cauda do Dourado até sua posição atual, abaixo do Centauro (Stott, 1991: 69).

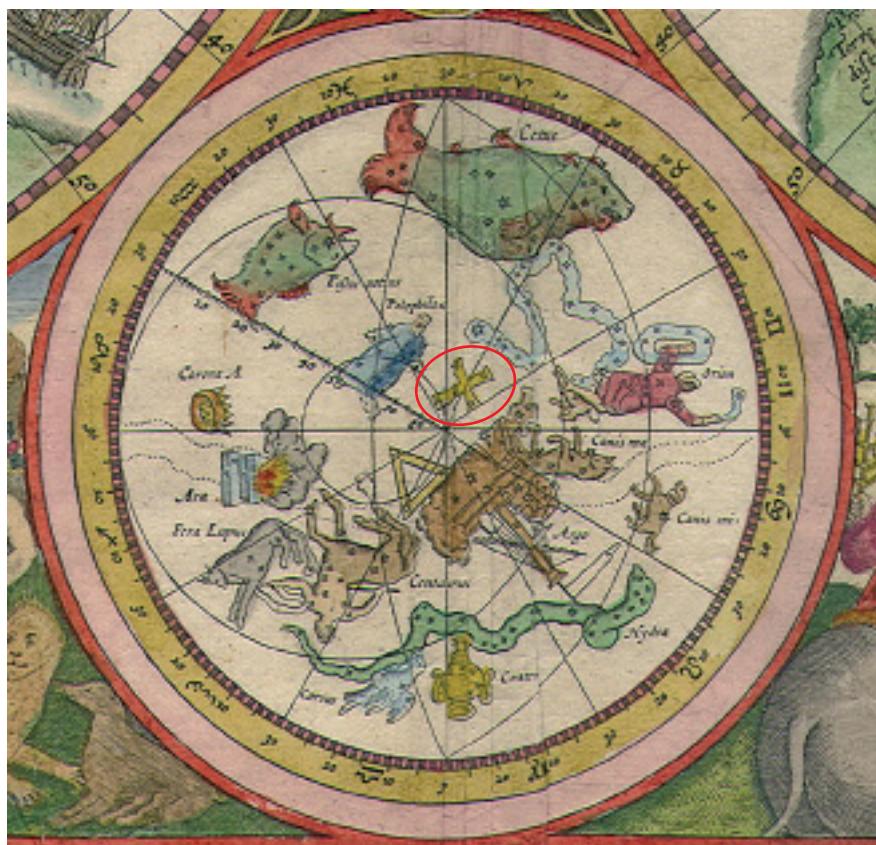


Figura 10. Hemisfério sul de Petrus Plancius (1594)
(Fonte: <<http://www.ianridpath.com/startales/polophylax.htm>>)

Considerações finais

Os relatos de Cadamosto e Vespuílio fazem crer que eles ainda não tinham conhecimento sobre o Cruzeiro: descrições de um carro do sul, uma amêndoia, seis estrelas luzentes, mas nenhum registro de uma cruz celeste. Já que esses italianos empreenderam suas viagens sob o patrocínio dos portugueses, parece justo que a primeira referência à Cruz tenha surgido durante a maior das aventuras lusitanas no Novo Mundo.

Na carta que enviou ao monarca português em maio de 1500, mestre João reproduziu o **polo celeste** e suas adjacências, inclusive um grupo de estrelas em forma de cruz. Embora careça de **constelações** vizinhas e orientação espacial

mais apurada, a missiva originada em solo brasileiro parece ter sido o pontapé inicial para todo um movimento quinhentista de descrição e representação do Cruzeiro do Sul, revelando o caráter pioneiro desse documento.

O esboço do céu que consta na carta de Corsali funcionou como outro grande difusor do Cruzeiro do Sul entre os europeus. Diferentemente do croqui de mestre João, aqui as estrelas que formam a haste vertical da Cruz estão alinhadas com o **polo** antártico — assinalado como um ponto para diferenciá-lo das 17 estrelas retratadas e das Nuvens de Magalhães. Embora também não represente **constelações** à volta, Corsali desenhou um círculo mostrando que as estrelas do Cruzeiro giram em torno do **polo** a uma distância de 30°.

O trabalho também mostrou que a cartografia celeste do século 16 evoluiu no sentido de agregar novos elementos aos mapas, de forma que a Cruz pudesse ser localizada com mais facilidade. Esses novos elementos, entretanto, acabaram revelando que o Cruzeiro retratado não estava em sua localização atual — entrave superado somente com as expedições holandesas do fim do século, que viabilizaram seu posicionamento correto e ajudaram a perpetuar sua representação na cartografia vindoura (Figuras 11 e 12).

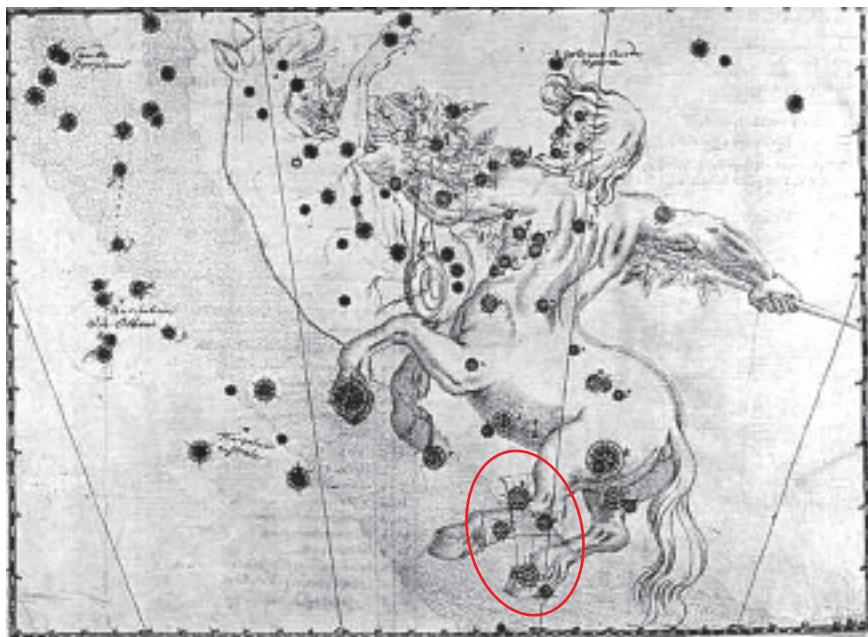


Figura 11. *Uranometria* (1603), de Johann Bayer
(Fonte: <<http://lhldigital.lindahall.org>>)

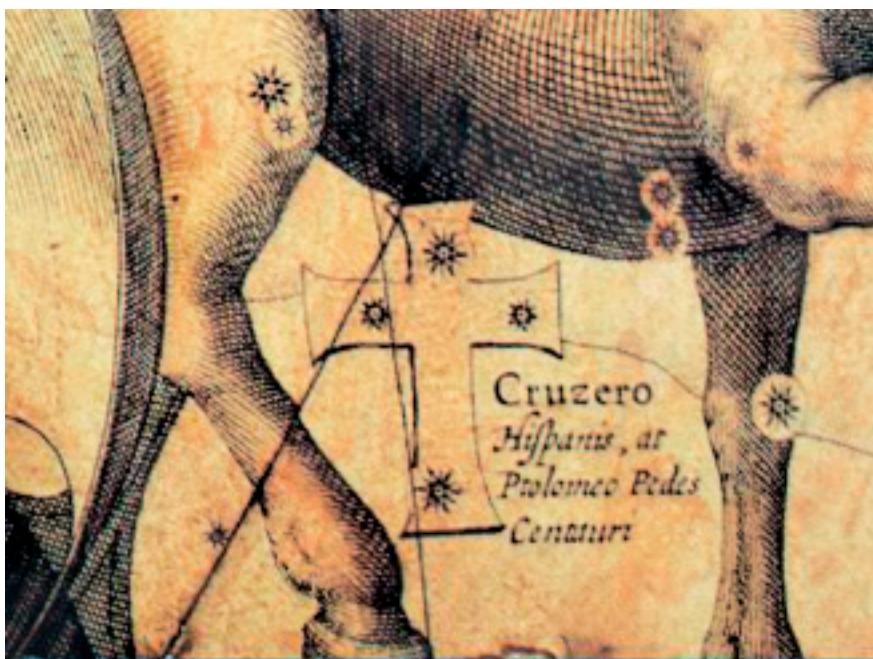


Figura 12. Globo celeste de Jodocus Hondius Jr. (1613)
(Fonte: <<http://www.oocities.org/edovila/astro/SouthernCross.html>>)

Referências

- Academia das Ciências de Lisboa (1812), *Colecção de notícias para a história e geografia das nações ultramarinas*, Lisboa: Academia das Ciências de Lisboa.
- Albuquerque, L. (1972), *Curso de história da náutica*, Coimbra: Livraria Almedina.
- _____ (1989), *A náutica e a ciência em Portugal: notas sobre as navegações*, Lisboa: Gradiva.
- _____ (1994), *Dicionário de história dos descobrimentos portugueses*, Lisboa: Caminho.
- Allen, R. H. (1963), *Star names: their lore and meaning*, New York: Dover.
- Bandini, A. M. (1745), *Vita e lettere di Amerigo Vespucci*, Florença: Stamperia all' Insegna di Apollo.
- Domingues, M. (1957), *O Infante D. Henrique*, Lisboa: Romano Torres.

Lisboa, J. (1903), *Livro de Marinharia: tratado da agulha de marear de João de Lisboa: roteiros, sondas e outros conhecimentos relativos à navegação*, copiado e coordenado por Jacinto Ignacio de Brito Rebello, Lisboa: Impr. de Libanio da Silva.

Medina, P. (1545), *Arte de navegar*, Valladolid: Casa de Francisco Fernández de Córdoba (<http://bibliotecadigitalhispanica.bne.es>, acesso em 28/5/12).

Mourão, R. R. F. (1995), *Dicionário enciclopédico de astronomia e astronáutica*, Rio de Janeiro: Nova Fronteira.

_____ (2000), *A Astronomia na época dos descobrimentos*, Rio de Janeiro: Lacerda Editores.

Oviedo, G. F. (1535), *Historia general de las Indias*, Sevilla: Imprenta de Juan Cromberger (<http://archive.org/stream/mobot31753000819539>, acesso em 4/6/12).

Pereira, P. R. (1999), *Os três únicos depoimentos do descobrimento do Brasil*, Rio de Janeiro: Lacerda Editores.

Pigafetta, A. (1922), *Primer viaje en torno del globo*, Madrid: Calpe (<http://archive.org/details/primerviajeentor00piga>, acesso em 4/6/12).

Ramusio, G. B. (1563), *Delle navigationi et viaggi*. Veneza: Stamperia de Giunti (http://archive.org/details/cihm_94409, acesso em 25/6/12).

Silva, L. P. (1972), *A Astronomia de “Os Lusíadas”*, Lisboa: Junta de Investigações do Ultramar.

Souza, T. O. M. (1954), *Amerigo Vespucci e suas viagens*, São Paulo: Instituto Cultural Ítalo-Brasileiro.

Stott, C. (1991), *Cartas Celestes — antigos mapas do céu*, Lisboa: Dinalivro.

Viterbo, S. (1988), *Trabalhos Náuticos dos Portugueses nos Séculos XVI e XVII*, Lisboa: Imprensa Nacional Casa da Moeda.

Websites consultados

Biblioteca Digital Hispánica, *Arte de navegar*, <http://bibliotecadigitalhispanica.bne.es> (acesso em 28/5/12).

Crato, Nuno, *Bandeira de navegantes*, http://nautilus.fis.uc.pt/astro/crato/index-pt.php?gal_dir=%2FMitologia+e+constela%E7%F5es%2FBandiera+de+Navegantes.php (acesso em 2/7/12).

Internet Archive, *Historia general de las Indias*, <http://archive.org/stream/mobot31753000819539> (acesso em 4/6/12).

_____, *Primer viaje en torno del globo*, <http://archive.org/details/primerviajeen>-
tor00piga (acesso em 4/6/12).

_____, *Primo volume & terza edizione delle navigationi et viaggi*, http://archive.org/details/cihm_94409 (acesso em 25/6/12).

National Library of Australia, *Andrea Corsali's Southern Cross*, <http://nationaltreasures.nla.gov.au/index/Treasures/item/nla.int-ex6-s29> (acesso em 1/3/11).

Ridpath, Ian, *Star Tales*, <http://www.ianridpath.com/startales/contents.htm> (acesso em 19/5/11).

Vila-Echagüe, Eduardo, *The invention of the Southern Cross*, <http://www.oocities.org/edovila/astro/SouthernCross.html> (acesso em 19/05/11).

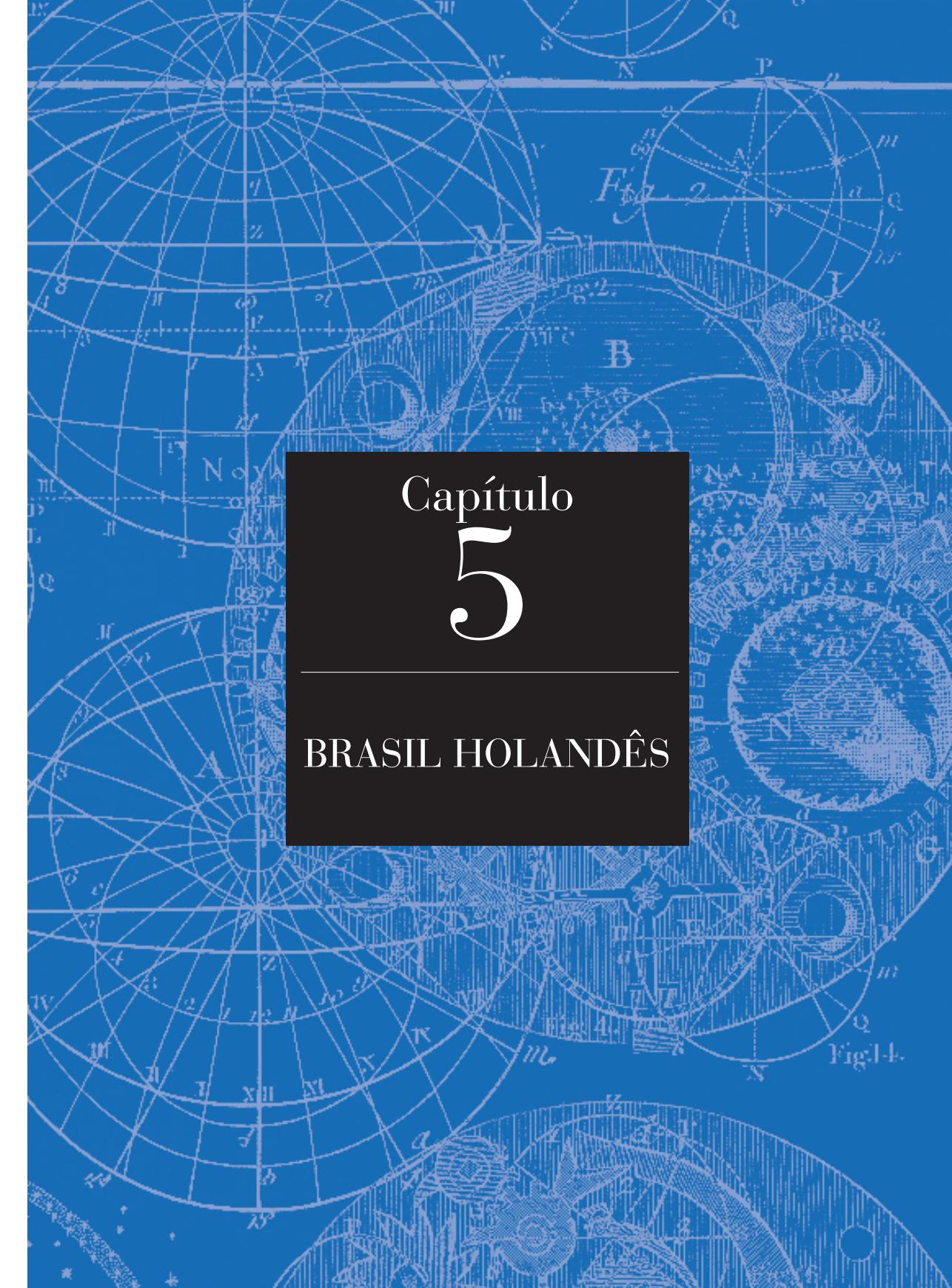
Wikipedia, *Infante D. Henrique*, <http://pt.wikipedia.org/wiki/Infante_D._Henrique> (acesso em 11/6/12).

Sugestões de leitura adicional

Mourão, R. R. F. (2000), *O céu dos navegantes: astronomia na época das descobertas*, Cascais: Pergaminho.

_____(2001), *Dicionário das Descobertas*, Cascais: Pergaminho.





Capítulo 5

BRASIL HOLANDES

Parte 1

Um observatório de ponta no Novo Mundo

Oscar Toshiaki Matsuura*
(MAST/MCTI e Programa HCTE/UFRJ)

O naturalista e cosmógrafo alemão, Jorge Marcgrave, ficou muito conhecido por seus trabalhos em história natural e cartografia, publicados logo após a sua morte. Sabia-se de suas atividades astronômicas, mas as informações permaneceram escassas e genéricas até as últimas décadas do século 20. Neste trabalho essas atividades são descritas na ordem de seu desenvolvimento, culminando com os resultados mais recentes obtidos através de análise abrangente e sistemática de manuscritos inéditos, incluindo a reconstituição tridimensional dos instrumentos e do observatório no Recife, a análise quantitativa dos dados observacionais, além de avaliação do significado dessas atividades para a história da astronomia.

* Professor associado aposentado do Departamento de Astronomia do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG) da Universidade de São Paulo (USP).

Introdução

Não é exagero recuar às lutas pela independência e formação da Holanda para contextualizar as atividades astronômicas de Jorge Marcgrave no Brasil holandês. Com efeito, a Holanda foi reconhecida pela Espanha como uma república independente, somente em 1648 na Paz de Vestfália, ao fim da Guerra dos Trinta Anos. Nesse ano Jan de Laet já publicava a maior parte dos estudos de Marcgrave sobre a fauna, a flora e os nativos do Brasil em *Historia Naturalis Brasiliæ* (Laet, 1648), e o próprio Marcgrave já tinha morrido prematuramente em Angola, na África, em 1644.

Os Países Baixos, formados pelas 17 províncias que correspondem à atual Holanda, Bélgica, Luxemburgo e partes do norte da França, foram herdados em 1556 por Filipe II (1527-1598) de seu pai Carlos V (1500-1558), Sacro Imperador Romano e rei Carlos I da Espanha. Explorando as minas de prata do México e do Peru, a Espanha tinha se tornado o mais forte país da Europa. Dispondo de abundantes recursos financeiros, Filipe II implantou uma política externa extremamente agressiva e pretendeu transformar os Países Baixos numa província da Espanha. Como reação, uma luta pela independência dos Países Baixos teve início em 1562 nas províncias do sul, onde essa foi reprimida à força pelo duque de Alba, Fernando Alvarez de Toledo y Pimentel (1507-1582) que, por ordem de Filipe II, atuou como ditador militar nos Países Baixos, de 1567 a 1573.

Entretanto, uma revolta liderada pelo príncipe Guilherme de Orange (1533-1584), também conhecido como, o Taciturno, teve início em 1572 em nome das 7 províncias do norte que, na reforma religiosa, tinham se tornado calvinistas, além de desenvolverem próspera economia comercial e industrial. Começava a germinar a identidade nacional da Holanda, pois as províncias do sul tinham uma economia agrária e eram tradicionalmente católicas, assim como Filipe II e a Espanha.

Em 1579 as 7 Províncias Unidas formaram a União de Utrecht que, em 1581, unilateralmente se declarou independente. A partir daí a Holanda passou a ignorar a autoridade de Filipe II. Guilherme de Orange foi assassinado em 1584, mas foi sucedido por seu filho Maurício de Nassau (1567-1625), Príncipe de Orange, cujos sucessos militares importantes levaram à assinatura em 1609, como veremos adiante, da trégua de 12 anos com a Espanha. O reconhecimento da autonomia da Holanda só chegaria em 1648.

Embora o duque de Alba tivesse falhado em relação às províncias setentrionais dos Países Baixos, manteve boa reputação na Espanha, onde foi reconduzido à posição de general em 1580. Quando seu sobrinho, d. Sebastião

I, morreu na batalha de Alcácer Quibir (atual Marrocos), deixando vacante o trono de Portugal e instalando uma crise dinástica, Filipe II recorreu à liderança militar do duque de Alba, já com 72 anos, para neutralizar as reivindicações de d. Antônio, prior do Crato, à sucessão do trono. De fato, as forças comandadas pelo duque de Alba conseguiram derrotar o exército português em Lisboa, abrindo triunfalmente o caminho para a chegada de Filipe II que passou a ser chamado rei Filipe I de Portugal, nação que se achava empobrecida pelos resgates que teve que pagar para reaver os cativos da fracassada batalha na África. Assim, sob a dinastia filipina, teve início a União Ibérica, durante a qual Portugal perdeu a sua independência por 60 anos.

Com o apoio que a Holanda recebeu da Inglaterra na sua luta contra a Espanha, esta reconheceu que o conflito com a Holanda só tendia a se agravar. Por isso Espanha e Holanda decidiram assinar a já citada trégua de 12 anos que perdurou até 1621.

Portugal por sua vez, sabendo de sua própria fragilidade, vinha mantendo até então posição de cautela nas suas relações internacionais. Os Países Baixos tinham mantido relações comerciais amistosas com Portugal desde a idade média, e essas relações tinham até se intensificado durante a expansão marítima. Os holandeses eram os maiores comerciantes na Europa das mercadorias trazidas do oriente pelos portugueses. Mas, ao perder a Holanda, prevalecendo-se de ser a metrópole do Brasil, a Espanha proibiu a Holanda de comerciar no Brasil, como também em Portugal.

Enquanto a Antuérpia no sul sofria declínio permanecendo sob o domínio espanhol, Amsterdã tornou-se o maior centro econômico da Europa. Muitos dos prósperos comerciantes e mercadores das províncias do sul mudaram-se para essa cidade, que também abriu suas portas para refugiados religiosos como os judeus, os marranos ibéricos e os huguenotes franceses, todos que também contribuíram para a prosperidade da Holanda no século 17. Os fatores que teriam determinado essa prosperidade seriam a grande frota marítima, o intenso comércio, o calvinismo e a tolerância religiosa (Garber, 1992).

Privados do acesso que tinham aos portos de Portugal, os mercadores de Amsterdã decidiram ter acesso direto às fontes das mercadorias. Incursões já tinham ocorrido em 1598 ao Rio de Janeiro. Em 1600 os holandeses já tinham estabelecido dois fortões, Orange e Nassau, na margem oriental do rio Xingu, PA, onde por décadas comerciaram com os nativos. Mas o acesso direto às fontes das mercadorias foi efetivamente possibilitado com a criação em 1602 da Companhia das Índias Orientais, uma organização multinacional de mercadores privados, com direito de monopólio de comércio com

o Oriente. A missão original era encontrar uma passagem marítima para as Índias pelo norte do Canadá.

A Holanda tinha decidido também invadir o Brasil e controlar diretamente o comércio do açúcar no Nordeste brasileiro. Essa era a forma encontrada para acabar com a competição com os mercadores espanhóis e portugueses. A meta era atacar os portos-chave dos espanhóis no Novo Mundo, assim como as colônias portuguesas na América e na África. Novas incursões holandesas aconteceram no sul do Brasil, em Cabo Frio, Ilha Grande e São Vicente entre 1614 e 1618 (Laet, 2007). Nelas os holandeses contrabandeavam produtos brasileiros com anuência dos fiscais portugueses e adquiriram conhecimento das condições vigentes no Brasil. As capitâncias do Nordeste brasileiro eram as mais cobiçadas, pois produziam açúcar e eram rentáveis, ao contrário das do Sul que eram deficitárias. Além disso, a ocupação do Nordeste seria meramente litorânea, o que facilitava a conquista. Por outro lado a União Ibérica tinha trazido uma nova situação interessante aos holandeses: a invasão do Nordeste brasileiro significava agora uma agressão não a Portugal, mas à Espanha que já era inimiga declarada.

Os holandeses comerciavam em todos os continentes e dominavam o transporte comercial marítimo. Isso trouxe riqueza material e, como consequência, a idade de ouro cultural com o surgimento de expoentes nas artes, filosofia e ciências, e de instituições como a Universidade de Leiden.

Apenas terminada a trégua de 12 anos com a Espanha, em 1621 foi criada a Companhia das Índias Ocidentais. Seu caráter privado e de livre iniciativa contrastava com a exploração portuguesa controlada pelo Estado. A Companhia obteve da república o alvará que concedia por 24 anos o monopólio do tráfico de escravos na África Ocidental e do comércio nos postos holandeses estabelecidos no Caribe, Brasil, América do Norte e Pacífico a leste das ilhas Molucas. A pirataria contra naus da Espanha e Portugal no Atlântico e no Caribe também era permitida.

A primeira investida holandesa ao Brasil, tentando ocupar Salvador, na Bahia, em 1624-1625, não teve sucesso. Achavam os holandeses que os espanhóis não colocariam dificuldades, já que o Brasil era possessão portuguesa. De fato, não houve da parte do governador muita resistência, mas esta veio inesperadamente dos colonos locais, incitados pelo bispo, que deu à luta contra os holandeses a conotação de uma luta contra hereges calvinistas. O ataque foi finalmente repelido com ajuda de uma esquadra luso-espanhola.

Mas, em 1628, os holandeses apreenderam nas Antilhas um fabuloso carregamento de prata que estava sendo levado para a Espanha. Isso rendeu re-

cursos necessários para financiar um novo ataque, desta vez a Pernambuco. Assim, em 1630, os holandeses tomaram Olinda e Recife e rapidamente ocuparam um território que ia deste o Rio Grande do Norte até o rio São Francisco (Santos *et al.*, 1965). Para governar essa região a Companhia designou o conde Maurício de Nassau que veio para o Recife em 1637.

Conde Maurício de Nassau

João Maurício de Nassau (1604-1679) nasceu em Dillenburg, no estado de Hesse na Alemanha. Dillenburg tinha sido a sede do ramo dos Orange, da casa de Nassau. Aí havia nascido Guilherme de Orange, o Taciturno, tio-avô de Maurício de Nassau. Com apenas 17 anos Maurício se alistou no exército holandês onde se destacou por atos de bravura nas lutas contra a Espanha comandadas pelo príncipe Frederico Henrique de Orange, outro filho do Taciturno. Foi por recomendação de Frederico Henrique que Maurício de Nassau¹ foi nomeado em 1636 pela Companhia das Índias Ocidentais governador-geral e comandante militar da colônia holandesa recém conquistada no Brasil. No Nordeste brasileiro a resistência luso-brasileira à invasão de 1630 já estava debelada. Assim o conde Maurício de Nassau governou o Nordeste brasileiro de 1637 a 1644 (Mello, 2010).

O conde logo priorizou a reconquista de Porto Calvo, ao sul do Recife, pois era um posto estratégico importante por onde os portugueses vindos do sul faziam ataques a Pernambuco. Tendo obtido êxito, Nassau ainda tomou Penedo e construiu o forte Maurício a uns 30 km da foz do São Francisco. Mas, em 1638, teve que se retirar às pressas na noite de 25 para 26 de maio, após malsucedido ataque à Bahia, deixando um flanco aberto para os ataques dos portugueses que moravam em Salvador.

Nassau urbanizou a ilha fluvial de Antonio Vaz, entre os rios Beberibe e Capibaribe, construindo edifícios e jardins e criando a cidade Maurícia. Na época a população do Recife vivia grave crise habitacional, com quase toda sua população concentrada na ilha que hoje é o Recife Antigo, onde os portugueses tinham criado um povoado no século 16 ao redor do porto.

A população era constituída de colonizadores, isto é, funcionários da Companhia das Índias (soldados, burocratas, pastores calvinistas etc.), além de negociantes, artesãos, donos de tavernas e imigrantes de diversas origens,

¹ Não confundir Maurício de Nassau, o conde que governou o Brasil holandês, com o seu homônimo já citado antes, o Príncipe de Orange, filho de Guilherme de Orange.

inclusive uma forte colônia judaica, que constituíam o pilar econômico da colônia; colonos que cuidavam da produção agrícola (portugueses e nativos) e os colonizados ou escravos, inicialmente os índios e depois os negros. Com seu espírito de tolerância religiosa o conde conseguiu manter pacificamente os portugueses e nativos. Em sua administração organizou a colônia financeira e administrativamente, o funcionamento dos engenhos e o transporte, alcançando um período de prosperidade, pelo menos no início.

Em 1640 Portugal reconquistou sua independência da Espanha (Restauração) e o duque de Bragança foi proclamado rei d. João IV de Portugal. Mas a notícia só chegou ao Recife no ano seguinte, quando o conde celebrou o acontecimento com grande festa. Mas a trégua de 10 anos entre Portugal e Holanda, decorrente da Restauração, só seria ratificada pelo Tratado de Haia em novembro de 1641 e, assim mesmo, só seria respeitada no continente europeu. Sem obrigação de respeitar nenhum tratado de paz, Nassau realizou várias incursões exitosas que expandiram as possessões holandesas, incorporando até o Ceará ao norte e até o rio Vaza-Barris na Bahia. Por meio de ataque naval conquistou o forte de São João da Mina (atual Elmina) em Gana, São Tomé no golfo da Guiné, Luanda e Benguela em Angola, postos importantes para o tráfico de escravos (Laet, 2007). Em 1642 a Companhia das Índias Ocidentais dominava a costa ocidental da África e era detentora dos melhores mercados de escravos daquela época.

Mas a política implantada por Nassau exigia grandes gastos que logo começaram a descontentar os diretores da Companhia das Índias Ocidentais. Diante desse descontentamento Nassau pediu para ser afastado. Em 1642 ele recebeu uma carta chamando-o de volta para a Holanda, mas ele só pôde retornar em meados de 1644 (Ramerini, 1998).

Sem a liderança do conde, a Companhia perdeu o controle sobre a colônia. Os portugueses que cultivavam as terras se revoltaram contra a dominação holandesa. Em 1645 teve início a Insurreição Pernambucana. Numa sucessão de ataques (Tabocas em 1645, Guararapes em 1648 e 1649) os portugueses foram reconquistando suas terras e acuando o inimigo no Recife e em alguns poucos postos. Em meados de 1646 os portugueses ocuparam a cidade Maurícia, cujos prédios principais foram demolidos pelos próprios holandeses para assegurar sua defesa. Depois de muitas marchas e contramarchas moduladas pela chegada de frotas, ora da Holanda, ora de Portugal, e de uma terrível situação de fome em Recife em 1650, finalmente em 1654 os holandeses se renderam e assinaram um termo de capitulação na Campina da Taborda. Mesmo expulsos, os holandeses só reconheceram a derrota formalmente em 1661 e, em 1669, assinaram a Paz de Haia com Portugal, exigindo uma grande indenização. Só

bem mais tarde a Insurreição Pernambucana restituui o Nordeste brasileiro para Portugal. Mas a Insurreição, que tinha mobilizado uma diversidade de etnias, se consagrou na nossa história como o germe do nacionalismo brasileiro.

Mas Nassau amou verdadeiramente o Brasil e sua gente, tanto que adotou e usou o cognome “Brasileiro” pelo resto de sua vida.

No Brasil o conde manteve ao seu redor uma corte formada por vários artistas e cientistas, tais como os pintores Frans Post e Albert Eckhout e os naturalistas Guilherme Piso e Jorge Marcgrave. Mas é fato que nem o governo holandês, nem a Companhia das Índias Ocidentais tinha o menor interesse em desenvolver a cultura dos países conquistados, fosse nas Índias Orientais, na África ou no Brasil. A presença de artistas e estudiosos era mais para registrar e estudar a natureza desses lugares. No Brasil, porém, a presença holandesa teve caráter excepcional, graças a uma orientação imprimida pessoalmente por Maurício de Nassau, e não pela Companhia das Índias. Nada similar ocorreu em outros territórios ocupados na época pelos holandeses. Maurício de Nassau foi um príncipe humanista de perfil rico e complexo. Era militar oficial do exército holandês, como já vimos. Quanto à religião era calvinista, seita que defendia a tese da predestinação, de que o sucesso nesta vida era sinal da aprovação divina, mas pregava também a diligência nas ações para a construção do nosso próprio destino. Assim, a prosperidade material era uma manifestação do beneplácito divino, importante fundamento da ética protestante na formação do capitalismo. Como ocorria na Holanda calvinista, no Brasil holandês Nassau implantou a tolerância religiosa em relação a judeus, católicos e outros ramos do protestantismo. O conde também era um nobre pelas ligações de sangue com a geração dos príncipes de Orange. Embora não tivesse recebido título acadêmico, frequentou as universidades de Basileia e Genebra e estudou no *Collegium Mauritianum* de Hesse-Kassel, de seu cunhado que era filho de Guilherme IV, o Sábio, astrônomo que correspondeu com Tycho Brahe e construiu o importante observatório de Hesse-Kassel. Em Amsterdã conviveu com a elite intelectual da idade de ouro holandesa, que contava com homens de ciência, arquitetos, pintores e poetas que se reuniam na casa de seu amigo Constantijn Huygens, pai do famoso matemático, físico, astrônomo e inventor Christiaan Huygens. Esse círculo intelectual questionava o escolasticismo especulativo, a autoridade outorgada aos escritores e pensadores clássicos e pregava a busca de novos conhecimentos por meio da observação da natureza. Portanto, se Nassau estimulou e promoveu a ciência e as artes no Brasil como um mecenas (Struik, 1985), muitas vezes custeando as despesas de seu próprio bolso e até mesmo contrariando os interesses da Companhia das

Índias, era porque tinha na sua bagagem um genuíno apreço pelos valores culturais e humanísticos. Aí certamente pesou também o fato de o conde ter se deixado cativar pela terra e pela gente do Brasil. Não fosse tudo isso, teria deixado o Recife ser apenas um entreposto comercial. Não teria urbanizado a cidade Maurícia segundo os padrões que tinham norteado a recente reurbanização de Amsterdã, para fazer do Recife uma capital moderna com palácios que ele mandara construir.

Nassau teria tido também intenções civilizatórias mais perenes, pois, além de construir um observatório astronômico no telhado de sua primeira residência, construiu o palácio de Friburgo cercado por jardim botânico e jardim zoológico. Parece que ele pretendeu fundar uma universidade calvinista e uma tipografia (Oliveira Lima, 1912). Segundo o historiador britânico Charles Boxer (1904-2000), um especialista na história colonial portuguesa e holandesa, é difícil citar o nome de qualquer outro administrador colonial além de Nassau, que mereça mais crédito por ter tornado disponível ao mundo um conhecimento científico tão preciso e detalhado sobre o país que lhe foi confiado (Boxer, 1973). Isso só foi visto de novo no século seguinte com as expedições do capitão James Cook (1728-1779). Foi Nassau quem viabilizou o projeto científico de Marcgrave no Brasil.

Jorge Marcgrave²

O alemão Jorge Marcgrave foi o cosmógrafo da corte de Maurício de Nassau no Brasil holandês. Quando ele morreu com apenas 34 anos, tinha deixado poucas cartas, nenhuma obra publicada, nem tinha sido mais que um promissor estu-

² É impressionante o polimorfismo do nome de Marcgrave nas diversas línguas. Em latim: *Georgius Marggrafe* (Marggrafe, 1634), *Georgius Marckgravius* em *Rerum per octennium in Brasilia...* (Barlaeus, 1660) e *Georgus Marckgravus* segundo Laet (Marcgravus, 1648); em alemão, *Georg Marggraf* (Hantzsch, 1896), *Georg Marcgrave* (Zaunick, 1916); em inglês, *George Marcgrave* (Gudger, 1912 e 1914), *Georg Markgraf* (Markgraf, 1974; North, 1979; Whitehead, 1979a) e *Georg Marcgraf* (Whitehead, 1979b) justificando que o uso do “c” no lugar de “k” não era resquício da latinização, mas do alemão da época; finalmente, em português: *Georg Markgraf* (Carvalho, 1908), *Markgraf*, só o sobrenome (Oliveira Lima, 1912), *George Marcgrave* (Ihering, 1914), as duas formas *Jorge Marcgrave* e *George Marcgrave* (Moreira, 1917), só o sobrenome *Marcgrave* (Oliveira Lima, 1920), *Jorge Marcgrave* (Taunay, 1942; Moraes, 1955), *Jorge Marcgrav* em (Barléu, 1974). Tentando ajudar a consolidar a identidade histórica de Marcgrave, para o que esse polimorfismo nada contribui, foi adotada neste texto para a língua portuguesa a forma *Jorge Marcgrave* já usada por Taunay (1942), Moraes (1955) e Matsuura (2011).

dante na Europa. Mas tinha investido seis produtivos anos na obscuridade do Nordeste brasileiro, então um recanto remoto do mundo (Whitehead, 1979a)³.

Na narrativa épica dos feitos de Nassau no Brasil, que Gaspar Barléu publicou em 1647, Marcgrave foi mencionado como astrólogo do conde, que havia desenhado e calculado todas as fases do eclipse total do Sol de 13 de novembro de 1640 (Barléu, 1974: 206) e, mais adiante, como o “exímio geógrafo e astrônomo” encarregado de desenhar mapas detalhados e que,

para agradar-lhe mandou o Conde construir numa eminência, um observatório, onde se estudassem os movimentos, o nascer, o ocaso, a grandeza, a distância e outras cousas referentes aos astros. A êstes estudos juntou ainda aquela diligência com que fez desenhar e pintar artisticamente os animais de várias espécies, as maravilhosas formas dos quadrúpedes, assim como das aves, peixes, plantas, serpentes e insetos, os trajes exóticos e as armas dos povos. Estamos na expectativa certa de tudo isso, que deve sair a lume com as respectivas descrições (Barléu⁴, 1974: 347).

Mas a obra que deu notoriedade a Marcgrave foi *Historiae Rerum naturantium Brasiliae Libri Octo* (Marcgravus, 1648), editada por Laet poucos anos após a sua morte em *Historia Naturalis Brasiliae* (Laet, 1648), considerada a primeira obra científica sobre o Brasil. Aí, de autoria de Marcgrave foi publicada a descrição da flora, fauna, região e habitantes do Brasil. Ao abordar a região e habitantes do Brasil no 8º livro, *Qui agit de ipsa Regione & Indigenis* (Marcgravus, 1648: 260; 264-267) Laet incluiu algumas informações relacionadas com a astronomia, por exemplo, a longitude do Recife calculada com base na comparação entre a observação de um eclipse lunar no Recife em 20/21 de dezembro de 1638 e o cálculo desse mesmo eclipse para Uraniburgo, local do observatório de Tycho Brahe na Dinamarca, cujo meridiano era considerado referencial; a longitude do Recife comparada com as longitudes de Lima e Toledo; o comprimento medido em pés da Renânia⁵, do arco de 1º ao longo do

³ Contradizendo que Marcgrave nunca teria obtido nenhum título acadêmico (Whitehead, 1979a: 450), uma tese dele em iatromedicina (Marggrafe, 1634) foi encontrada recentemente por Huib Zuidervaart (Huygens ING, Haia).

⁴ Barléu também incluiu nessa obra quatro mapas geográficos das capitaniais do Nordeste brasileiro. Esses mapas faziam parte de um magnífico mapa mural geográfico e hidrográfico intitulado *Brasilia qua parte paret belgis*, preparado por ordem do conde Maurício de Nassau com base nas observações e medições de Marcgrave feitas em suas expedições, e publicado na Holanda em 1647 (Pereira, 2013). Ver “A astronomia e o mapa *Brasilia qua parte paret belgis*, de Jorge Marcgrave” neste Capítulo.

⁵ 1 pé da Renânia corresponde a 31,3947 cm (Meerkerk, 1989: 120).

paralelo na latitude -8° 40' (sul do Recife) para estimar a distância de Lima e Cusco ao Recife, além de registros meteorológicos do Recife para os anos de 1640, 1641 e 1642. Além disso, Laet incluiu no início da segunda parte da obra, reservada a Marcgrave, uma pequena nota *Ad benevolos lectores* que, para os estudiosos das suas atividades astronômicas no Brasil, é um documento-chave. Laet informa que entre os papéis de Marcgrave encontrou anotação sobre uma grande obra intitulada *Progymnastica Mathematica Americana*, que teria três partes:

A primeira secção trata da astronomia e da ótica, e contém uma relação de tôdas as estrélas meridionais, situadas entre o trópico de Câncer e o polo antártico; muitas observações diversas sóbre todos os planetas e os eclipses solares e lunares, calculadas por processo original; novas e verdadeiras teorias, relativas aos planetas inferiores⁶, Vênus e Mercúrio, baseadas em observações especiais, a teoria das refrações⁷ e paralexes (*sic*) determinando a máxima obliquidade da eclíptica⁸, e finalmente, observações não só sóbre as manchas do sol, como sóbre outras raridades astronómicas⁹. A segunda secção, a geográfica e geodésica, contém a teoria da longitude da terra e o processo para calculá-la, demonstrando as verdadeiras dimensões da terra segundo observações especiais e patenteando os erros dos geógrafos antigos e modernos. A terceira se baseia nas duas precedentes e consiste nas *Tabulae Mauritiæ astronomiae*. Achei êste título entre as fichas de Marcgrave mas sómente o título. Se terminou a obra e o que dela foi feito, ignoro. Êste título está porém subscrito “obra desejada e por ninguém até hoje tentada graças à munificência do ilustríssimo e excellentíssimo herói Conde João Maurício de Nassau, sumo governador de terra e mar, obra começada felizmente e igualmente terminada, com o favor de Deus, depois de muitos trabalhos, na nova cidade Maurícia situada no Brasil, região da América Austral pelo Autor Jorge Marcgrave, germano de Liebstadt” (Taunay, 1942: XI).

Acusando Laet de ter sido apressado e negligente na edição dessa obra (Carvalho, 1908), que incluía uma primeira parte de sua autoria, Guilherme

⁶ Planetas inferiores são aqueles cuja órbita fica no interior da órbita da Terra (Mercúrio e Vênus), ao passo que planetas superiores são aqueles cuja órbita é externa à órbita da Terra (Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno). Assim, enquanto os planetas externos podem ser vistos no céu a qualquer distância angular do Sol, os internos nunca se afastam do Sol além de uma distância angular limite.

⁷ Ver no Glossário o verbete **Refração atmosférica**.

⁸ Obliquidade da eclíptica é o ângulo entre os eixos rotacional e orbital da Terra (ou entre os planos equatorial e orbital da Terra).

⁹ Raridades astronómicas designam novas, **supernovas**, cometas etc.

Piso que também tinha sido membro da corte de Nassau no Recife como médico, lançou-se a fazer uma nova edição com o título *De Indiae utriusque re naturali et medica...* (Piso, 1658). No entanto, segundo especialistas, o resultado longe de alcançar as pretensões de Piso, teria saído pior que a edição de Laet (Gudger, 1912), além de ter ensejado duras, mas fundadas acusações de ter plagiado Marcgrave. Nessa edição de Piso, dois capítulos eram de Marcgrave e o intitulado *Tractatus Topographicus & Meteorologicus Brasiliae cum observatione Eclipsis Solaris* trazia o desenho do eclipse total do Sol de 13 de novembro de 1640, aquele mesmo já publicado em 1647 por Barlaeus (1660). Esse eclipse foi parcial no Recife e o desenho não se refere à observação, mas a previsões calculadas por Marcgrave. *Tractatus* trazia também a longitude do Recife baseada no eclipse lunar de 20/21 de dezembro de 1638, a comparação dessa longitude com as de Lima e Toledo, a estimativa da distância de Lima e Cusco ao Recife e os registros meteorológicos do Recife para 1640, 1641 e 1642, informações essas já publicadas antes por Laet (1648). Assim sendo, como bem assinalou Levy Pereira (correspondência particular, 11/3/14), no tocante às informações acima, o *Tractatus* de Piso é fonte secundária.

Um primeiro trabalho abrangente sobre os estudos de Marcgrave em história natural foi feito na primeira metade do século 19 por Martin Heinrich Carl Lichtenstein (1780-1857), diretor do Museu de Zoologia de Berlim, com base nos desenhos originais¹⁰ que tinham ilustrado a obra editada por Laet em 1648 (Lichtenstein, 1818, 1819, 1823 e 1829). Marcgrave foi considerado o pioneiro da botânica brasileira por Martius (1853), que nele se inspirou para empreender a famosa expedição ao interior do Brasil em companhia de Spix.

Depois foi a vez do geógrafo e historiador de Dresden, Viktor Hantzsch (1896) reconhecer o valor extraordinário dos mapas geográficos de Marcgrave, além de pesquisar registros da sua família. Descobriu que ele nascera em 20 de setembro de 1610 no estilo antigo¹¹.

O recifense Alfredo de Carvalho escreveu uma das primeiras biografias de Marcgrave na nossa língua (Carvalho, 1908), eivada de imprecisões e sem nada saber dos estudos feitos por Marcgrave na Europa antes de vir para o Brasil. O grosso dos trabalhos então conhecidos de Marcgrave era sobre história natural e cartografia. Muito pouco de sua astronomia tinha sido publicado apenas marginalmente, como vimos acima. Mas, por causa daquela breve, porém,

¹⁰ Esses desenhos faziam parte de uma grande coleção que tinha sido vendida por Maurício de Nassau em 1652 ao Grande Eleitor de Brandemburgo.

¹¹ Essa data foi confirmada no registro batismal (Küchenmeister, 1743). No novo estilo, isto é, no calendário gregoriano, essa data seria 30 de setembro de 1610.

importante nota publicada por Laet (1648), já se sabia de uma obra astronômica de vulto, da qual os conteúdos astronômicos até então publicados seriam “fragmentos insignificantes” (Carvalho, 1908). Contudo, achava-se que essa obra teria sido perdida, ou então que a parte astronômica já publicada seria o pouco que os editores teriam conseguido decifrar, já que os manuscritos não astronômicos teriam sido supostamente cifrados. Whitehead (1979b: note 22) afirma taxativamente que Marcgrave escreveu as notas de história natural usando um código para evitar que outra pessoa, possivelmente Piso, se apropiasse delas.

Atividades astronômicas: o que já se sabia

Manuscritos de Paris. Biografia de Christian Marcgrave

O astrônomo francês Jérôme Lalande (1732-1807) informou que tinha encontrado entre os papéis do astrônomo Joseph-Nicolas Delisle¹² (1688-1768), anotações inéditas das observações de Marcgrave feitas no Brasil, sendo que os originais deveriam ter ido parar nas mãos de Antonio de Ulloa, do Observatório de Cádis (Lalande, 1771a: 160). Essas anotações constituem o que denominamos Manuscritos de Paris (MP), pois estão preservados até hoje na biblioteca do *Observatoire de Paris*. Lalande (1771b: 142) também diz que as observações de Marcgrave da obliquidade da eclíptica foram utilizadas por John Flamsteed (1646-1719), o primeiro astrônomo real de Greenwich: *Il est vrai que dans le même endroit (Proleg. Pag. 114) Flamsteed examine des observations de Waltherus, de Tycho, de Riccioli, d'Hévelius, de Mouton, de Richer, de la Hire et de Margraf.*

¹² Numa época em que a astronomia tinha recém ganho uma boa teoria física, a de Newton, os projetos de pesquisa consistiam na busca de dados observacionais para aplicar e testar essa teoria. Nessa linha, Joseph-Nicolas Delisle tinha planos de escrever uma história universal da astronomia baseada na coleta de dados observacionais de todo o mundo. Para isso ele juntou uma grande quantidade de documentos e obras, correspondendo-se com astrônomos de todas as partes do mundo. No entanto, para superar tempos depois um sério problema financeiro, foi forçado a desfazer-se da sua biblioteca para ganhar a posição de professor de astronomia na Marinha da França. Assim sua coleção acabou indo para o *Dépôt des Plans, Chartes et Journaux de la Marine*. Diz Lalande (1771a: 159): *S'il étoit possible de publier toutes celles que M. de l'Isle a rassemblées dans ses manuscrits, et qui sont actuellement au dépôt de la marine à Versailles, on y trouveroit la plus grande collection d'observations astronomiques qui ait jamais existé; mais le plus grand inconvenient, c'est que la plupart des ces observations ne peuvent se réduire que par de longs calculs.*

Uma biografia cuidadosa de Marcgrave, considerada padrão, só foi escrita já no século 20 pelo ictiólogo americano Eugene Gudger (Gudger, 1912) que, pela primeira vez, incluiu informações contidas numa biografia de Marcgrave, sem saber que ela tinha sido escrita por seu irmão mais novo, Christian¹³. Então ficou-se sabendo que, depois de ter aprendido grego e latim em casa, e em vista de seus talentos inclusive para o desenho e a música, Marcgrave foi aconselhado pelos próprios pais a sair de casa e viajar pelo mundo. Afinal, a Alemanha estava devastada pela Guerra dos Trinta Anos. Assim ele deixou a casa paterna aos 17 anos para visitar várias universidades europeias (Estrasburgo¹⁴, Basileia, Ingolstadt, Altdorf, Erfurt, Wittenberg, Leipzig, Greifswald, Rostock, Stettin e Leiden). Além de botânica e medicina, ele também aprendeu matemática e cálculo de efemérides convivendo por dois anos em Stettin com Lorenz Eichstadt, astrônomo que se tornou famoso por publicar efemérides planetárias para 1636 a 1665 em três volumes (Eichstadt, 1634; 1636 e 1644).

Através do já citado Laet, então um dos diretores da Companhia das Índias Ocidentais em Amsterdã, Jorge Marcgrave conseguiu viajar para o Brasil onde sonhava fazer observações astronômicas. No Recife, sob o patrocínio do conde de Nassau construiu um observatório astronômico onde fez observações rotineiramente. A biografia relata algumas expedições das quais Marcgrave teria participado, sua morte em Angola, na África, por causa de uma febre, com apenas 34 anos e os escritos deixados. Gudger tentou achar os manuscritos astronômicos que poderiam estar em Cádis, mas não teve sucesso. Essa biografia reafirmou a importância de Marcgrave como o primeiro historiador natural moderno do Brasil e cuja obra prevaleceu soberana por mais de 150 anos. Marcgrave não se limitou a ser um mero compilador ou sistematizador de observações feitas por outros, mas fez observações meticulosas ele próprio, produzindo desenhos e descrições para registrar e transmitir conhecimentos de primeira mão.

Seguindo as pegadas de Jorge, seu irmão Christian Marcgrave (1622-1687) se matriculou em medicina em Leiden em 1652. Investigando a vida de Jorge, teria formado a ideia errônea de que ele teria juntado muitos bens valiosos. Passou então a reivindicar esses bens como herdeiro ao conde Maurício de Nassau e autoridades da Universidade de Leiden. Isso lhe atraiu antipatia e parece ter sido a razão pela qual não conseguiu obter título acadêmico de mé-

¹³ Poucos anos depois Gudger tomou conhecimento de que a biografia utilizada era de autoria do irmão mais novo de Jorge Marcgrave (Gudger, 1914).

¹⁴ Meijer (1972) assinala uma passagem por Wittenberg, a partir de 11 de maio de 1627, antes de Estrasburgo onde Marcgrave chegou em 22 de novembro daquele mesmo ano.

dico em Leiden. A biografia escrita por Christian visava também reparar prejuízos morais sofridos por seu irmão pelos plágios cometidos por Piso (1658). O diário em latim foi publicado em Leiden em 1685, como simples inserção num tratado médico de Christian, e Gudger (1912) utilizou sua reprodução publicada em 1731. Mas, antes de sair a reprodução, o boticário londrino James Petiver (1663-1718) já tinha descoberto a biografia e feito uma tradução que foi publicada por Whitehead (1979b).

Segundo o diário de Christian, o itinerário das universidades visitadas por Marcgrave teria sido: Estrasburgo, Basileia, Ingolstadt, Turíngia (estado em que se encontra Erfurt), Wittenberg, Leipzig, Greifswald, Rostock, Stettin e Leiden. Ainda segundo Christian

[Marcgrave] ardia em grande desejo por contemplar as estrélas austrais e sobretudo Mercúrio; sabia que a América, era uma sementeira de cousas naturais e que daí lhe adviria uma messe de não pequenos louvores (Taunay, 1942: VIII).

Annales célestes

Taunay (1942: XIII) diz:

As primeiras observações astronômicas de Marcgrave que vieram a público, apareceram em 1658 com a edição de Piso. Cremos porém que o primeiro exame concatenado de seus manuscritos seja o devido a Pingré, no século XVIII em suas *Annales célestes du dix septième siècle*, aliás inéditos até 1901, quando o ilustre Bigourdan os imprimiu sob os auspícios da Academia das Ciências do Instituto de França.

É importante mencionar que a obra de Pingré (1901) não foi citada por Gudger (1912), sendo talvez Taunay o primeiro a citá-la. O cônego agostiniano francês, Alexandre-Guy Pingré (1711-1796), foi também astrônomo e, não podendo se dedicar à observação por limitações visuais, enquanto bibliotecário de Sainte Geneviève em Paris, dedicou os últimos 40 anos de sua vida aos cálculos astronômicos. Nesse período publicou almanaque náuticos, fez cálculos retroativos de longas séries temporais de cometas e eclipses. Em 1756, com base nos MP, publicou *Projet d'une histoire d'astronomie du dix-septième siècle*, obra que completou em 1786. O já citado Lalande tinha conseguido verba para publicar essa obra, mas a publicação foi se arrastando e foi interrompida com a morte de Pingré. *Annales célestes* só foi publicada em 1901 porque, casualmente, o astrônomo Camille Guillaume Bigourdan (1851-1932), do *Observatoire de Paris*, encontrou a obra num canto da biblioteca e se deu conta da sua importância.

Estudos de John North. Manuscritos de Leiden

Em 1979 foi comemorado na Holanda e no Brasil o 3º centenário da morte de Maurício de Nassau. Segundo Whitehead (1979b), as biografias que resumiam a vida e as atividades científicas de Marcgrave eram a dele mesmo cobrindo a zoologia (Whitehead, 1979a) e a de North (1979) cobrindo a astronomia, ambas publicadas numa obra comemorativa.

O historiador da ciência inglês John David North (1934-2008) fez então uma primeira biografia de Marcgrave por um astrônomo (North, 1979). Segundo ele, Marcgrave teria encontrado antes de chegar a Leiden, além de Eichstadt em Stettin, o astrônomo Jacob Bartsch (1600-1633) em Estrasburgo, que em 1630 se tornou genro de Kepler. Bartsch tinha colaborado com Kepler na produção de uma tábua de logaritmos em 1631 e produzia cartas celestes, planisférios e globos celestes.

North (1979: 395) diz que, ao buscar as fontes históricas sobre Marcgrave, Th. J. Meijer (Meijer, 1972), um estudioso das demandas de Christian Marcgrave aos bens supostamente deixados por seu irmão, chamou sua atenção para documentos astronômicos de Marcgrave depositados no *Regionaal Archief Leiden*, atual *Erfgoed Leiden e. o.* (ELO). Esses documentos serão doravante designados Manuscritos de Leiden (ML). Ainda segundo North, que se baseou em depoimentos dados por Nassau em 1655 por causa das reivindicações de Christian, ao deixar o Brasil Marcgrave teria levado consigo seus papéis de astronomia para Angola que, após sua morte, teriam sido enviados para a Holanda e entregues para Jacobus Golius¹⁵ (1596-1667), mentor de Marcgrave em astronomia na Universidade de Leiden. North (1979: 397) lançou a hipótese de que Boulliau teria sido o copista dos MP, conclusão essa que parece incorreta.

Dos ML North (1979: 399) extraiu uma lista de obras que deveriam compor a biblioteca particular de Marcgrave. Baseando-se no título e no esquema de *Progymnastica* e na descrição do observatório do Recife, de seus instrumentos e das observações do Sol, da Lua, de eclipses e de planetas segundo os MP, concluiu que Marcgrave teria pretendido ser o Tycho Brahe austral e que o observatório do Recife fosse o Uraniburgo Austral. E num apêndice North (1979: 419-423) apresenta o material astrológico encontrado nos ML. Considerando que Marcgrave não teria produzido muito mais do que constava nos MP e nos ML, North (1979: 407) concluiu que tudo isso estava muito aquém do esquema de *Progymnastica*.

¹⁵ Os papéis de história natural já teriam sido levados antes por Nassau, quando este retornou em 1644 para a Holanda, e entregues a Laet.

North (1979: 402) imaginou que, quando o observatório de Marcgrave no Recife colapsou na madrugada de 18 de março de 1640, como consta nos MP, Marcgrave estava na residência de Piso. Mas, segundo os MP, o observatório estava no telhado da residência do conde, onde Marcgrave era um dos residentes. North (1979: 404) conta que o historiador pernambucano, José Antonio Gonsalves de Mello, chamou-lhe a atenção para uma superestrutura no telhado da residência do conde desenhada por Zacharias Wagener (Figura 1), e que essa superestrutura não fazia parte da construção original (Gonsalves de Mello, 1978: 84).

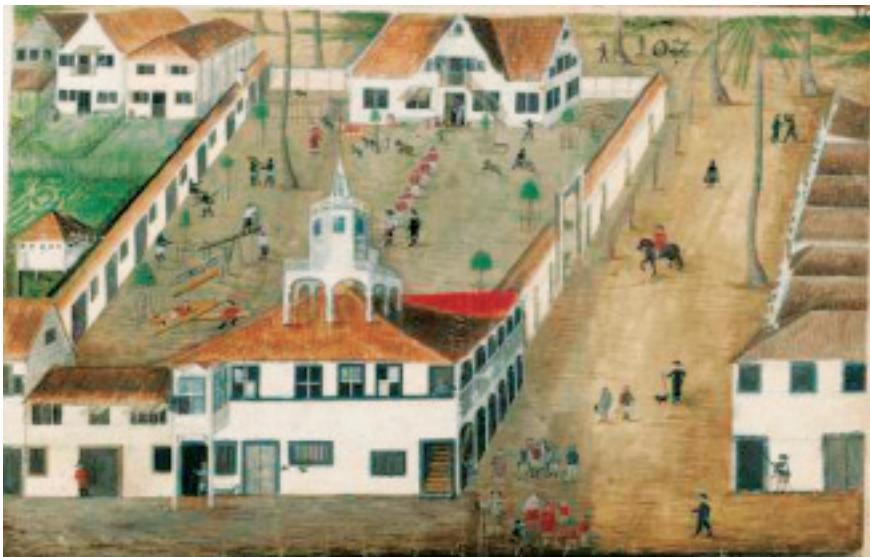


Figura 1. Aquarela *Der Hof Sein Excellenz* (A Corte de S. Excia.) de Zacharias Wagener (Gabinete de Gravuras, Coleção Estatal de Artes de Dresden¹⁶)

Mas, estranhamente, North fez a seguinte afirmação em que a existência do observatório numa das torres do palácio de Friburgo, uma outra edificação (Figura 2), é afirmada como um fato incontestável:

This superstructure was remarkably like the observatory built for Markgraf at the top on one of the Vrijburg towers, both in style and proportions, as may be judged from my subsequent description of the later building. This being so, it seems very probable that the addition to the Portuguese house was intended as an observatory for Markgraf (North, 1979: 404).

¹⁶ Thierbuch, Ca Bd. 226, S. 107 Residenz Moritz von Nassaus mit Sternwarte auf dem Dach Kupferstich-Kabinett, Staatliche Kunstsammlungen Dresden.



Figura 2. Palácio de Friburgo. Detalhe de *Fribvrgvm* de Frans Post
(Barlaeus, 1660: 242–243)

Influenciado por North, no artigo da tradução de Petiver da biografia de Marcgrave escrita por Christian, Whitehead (1979b: 312, note 12) diz:

From 1642 Margraf's observatory was set up in one of the two towers of the palace of Vrijburg, built by Count Maurits at the northern end of the island of Antonio Vaz (now the heart of modern Recife). An account of the observatory, which seems to be modelled to some extent on that of Tycho Brahe's in Oraniborg, has been given by North (1979).

Pouco depois de falar da superestrutura no telhado, North (1979: 404) afirma categoricamente que depois de ter observado o eclipse lunar de 14 de abril de 1642 no forte Ceulen (atual forte dos Reis Magos em Natal, RN), Marcgrave fez observações no recém-terminado observatório no palácio de Friburgo. Dessa citação se infere que, para North, Marcgrave teria tido um observatório primeiro na casa de Piso, depois na primeira residência do conde e, finalmente, no palácio de Friburgo. Corroborando essa ideia errônea, em *Appendix 1, Georg Markgraf, Biography and bibliographic sources*, Whitehead (1979a: 453) diz:

The only anecdote relating to his stay in Recife, however, is his own brief account of the collapse of their house (possibly Pies' house) on the night of 18 March 1640. ... Possibly it was at this time that Count Johan Maurits took him in for the rest of this stay in Brazil.

A última frase é claramente equivocada, pois, segundo os MP, o colapso ocorreu enquanto todos dormiam na primeira residência do conde e Marcgrave teve a clavícula deslocada.

Dos MP North (1979: 408-419) valorizou a parte inicial que descreve o observatório e os instrumentos astronômicos de Marcgrave no Recife. Com relação à segunda parte, que traz as observações, descreveu em detalhe o método de Marcgrave observar os planetas sem dispor ainda de bons relógios. A observação planetária era intercalada entre duas observações estelares (de estrelas “fixas”) e o instante da observação planetária era estimado através do número de oscilações de um pêndulo entre essas observações. North abordou também os vários tipos de observações: meridianas¹⁷ do Sol, de planetas superiores e de estrelas austrais; de eclipses; da **altura** e do **azimute** de planetas inferiores, em especial, de Mercúrio.

Em 1979, na Faculdade de Direito de Pernambuco houve um seminário comemorativo do 3º centenário da morte de Nassau. Nessa ocasião John North apresentou seu trabalho sobre a astronomia de Marcgrave no Recife (Polman¹⁸, 1984a) e mencionou a descrição do observatório que encontrou nos MP e várias plantas que encontrou nos ML. Polman (1984a) aludiu então à aquarela de Zacharias Wagener e chamou a atenção para o fato de que aquela superestrutura construída sobre o telhado “corresponde exatamente” à descrição encontrada por North nos MP e nos ML. Não só, mas ainda aduziu vários argumentos (nem todos corretos) na tentativa de demonstrar que as torres do palácio de Friburgo eram incompatíveis com a descrição do observatório segundo os MP. Tratava-se da contestação de uma ideia bastante corrente (ainda hoje) entre os estudiosos da astronomia de Marcgrave, que estava sendo endossada por North. Segundo Polman, Marcgrave teria feito todas as observações de um único observatório que estivera no telhado da primeira residência do conde (Polman, 1984b). Isso deu início a uma controvérsia que durou alguns anos. Eis um trecho de North (1980: 13) insistindo na sua posição:

...após o desabamento da casa onde Markgraf realizara suas primeiras observações, parece ter-lhe construído sucessivamente dois observatórios. O primeiro, no topo

¹⁷ Observações meridianas são aquelas feitas na **passagem meridiana** do astro.

¹⁸ Johannes Michael Antonius Polman (1927-1986) era holandês de Amsterdã e chegou a participar de combates no fim da Revolução Nacional da Indonésia em 1949. Mas em 1952 decidiu dar um novo rumo à sua vida e veio para o Recife onde, em 1957, foi ordenado sacerdote da Ordem do Sagrado Coração de Jesus e passou a ser chamado padre Jorge Polman. Como professor de ciências do Colégio São João, no bairro da Várzea, utilizou com rara habilidade a astronomia observational como instrumento pedagógico e foi um admirável educador e astrônomo amador. Ver “Dos tempos do Império aos observatórios robóticos” no Capítulo “Astrônomos amadores” no Volume II.

de uma velha casa portuguesa na qual o príncipe residia: a segunda, uma construção magnífica, no alto de uma das torres do Palácio Vrijburg, bela residência erigida na ilha de Antônio Vaz, circundada por belo parque ajardinado, pleno de animais exóticos, pássaros e plantas.

Na mesma página aparece uma reprodução de *Vrijburg* de Frans Post com esta legenda: “Vista geral de *Vrijburg*, o palácio construído por Maurício. Em uma de suas torres foi construído o observatório de *Markgraf*.”

Padre Polman já tinha falecido quando North (1989: 234) colocou em *Addenda*:

*Mr. Jorge Polman has raised in correspondence with me the interesting possibility that the papers now in the Paris Observatory describe Markgraf's observatory as depicted in the Wagner painting, that is, that they might relate to the Portuguese house, rather than the Vrijburg palace. His arguments are well set out in a pamphlet *Markgraf e o Recife de Nassau, Clube Estudantil de Astronomia, Recife, 1984*. It is very difficult to decide between the alternatives, for the uppermost sections of the towers on both buildings were roughly similar, as far as we can judge from the surviving drawings. The height implied by the 43 steps mentioned in the text is no important clue, except that we cannot be sure of the point from which they commenced. I see no problem in the curvature of the 'pyramids' on the Vrijburg towers, for observing hatches were often made in curved roofs, as they were at Uraniborg and still are today. The problem with resting a hypothesis on the unsuitable character of the Vrijburg towers as an observatory is that it rules out too much, for where, then was Markgraf's second observatory? It would be surprising, too, if the second observatory were radically different in plan from the first. The architectural historian J. J. Terwen found my explanation well suited to his reconstruction of the plan of the Vrijburg. There are also the problems of the large clock in the tower, and the Prince's chamber (see p. 255 above [234, na verdade]). Despite these difficulties, Mr Polman's suggestions offers distinct possibilities.*

Novos estudos

Fontes

As fontes históricas relevantes para este estudo foram: os MP, parte dos ML, a aquarela de Zacharias Wagener, o observatório de Marcgrave que aparece como detalhe no quadro *Mauritiopolis* de Frans Post (Figura 3), publicado pela

primeira vez em 1647 por Barlaeus, a nota em Laet (1647) sobre *Progymnastica*, o desenho do eclipse solar de 13 de novembro de 1640 publicado em 1647 por Barlaeus (1660) e novamente por Piso (1658).

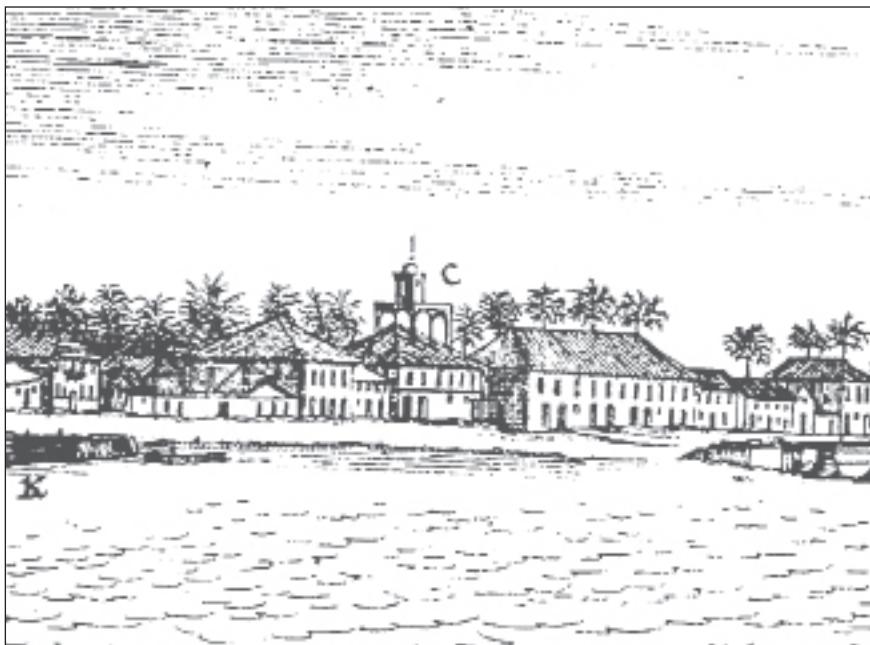


Figura 3. Detalhe do quadro *Mauritiopolis* de Frans Post mostrando o observatório de Marcgrave sob a letra "C" denotando *Curia*, i. e., Corte do conde (Barlaeus, 1660: 248–249)

Os MP consistem em 114 páginas (formato A4) manuscritas em latim, tendo uma capa com os seguintes dizeres: *OBSERVATOIRE DE PARIS — G. MARGGRAF — OBSERVATIONS FAITES AU BRÉSIL — B₄₅*. A aparência é a de um texto preparado para publicação¹⁹. Graças a uma frase manuscrita dos ML em primeira pessoa (Figura 4), foi possível identificar a caligrafia de Marcgrave, o que permitiu concluir que os MP não são do próprio punho de Marcgrave.

¹⁹ Os MP designam aqui o conjunto completo de um texto. Mas na biblioteca do *Observatoire de Paris* havia junto outros papéis soltos, de conteúdo heterogêneo e com aspecto de rascunho (talvez de Delisle) contendo observações de Marcgrave para o cálculo, p. ex., da obliquidade da eclíptica e da refração atmosférica (North, 1979: 197, nota 14). Por não fazerem parte do texto principal e pelo fato de que os dados observacionais neles contidos tinham sido copiados dos MP, esses papéis foram desconsiderados.

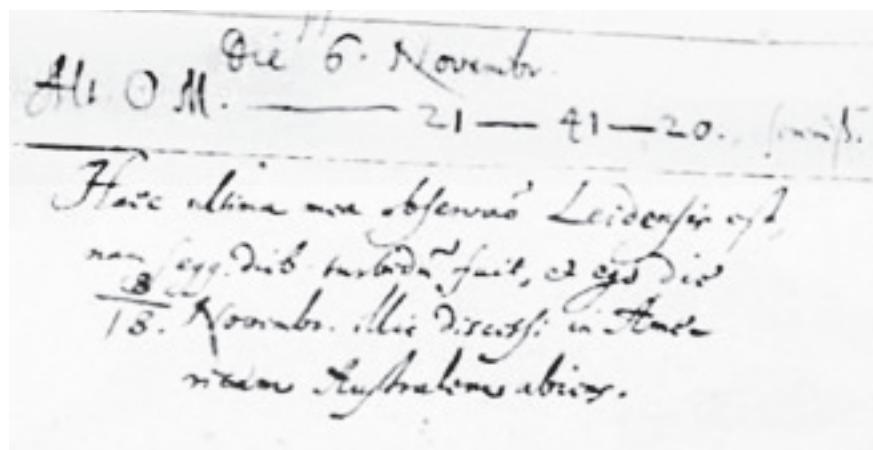


Figura 4. Depois de anotar a altura meridiana do Sol em 6 de novembro de 1637, Marcgrave diz: "Esta é a minha última observação em Leiden, pois nos dias seguintes o céu esteve nublado. E eu, no dia 18 de novembro, parto para a América do Sul" (detalhe dos ML, ELO)

Basicamente as 10 primeiras páginas descrevem o observatório e os instrumentos e as restantes são registros de observações (Figura 5). Esse documento foi integralmente transscrito e traduzido para o português.

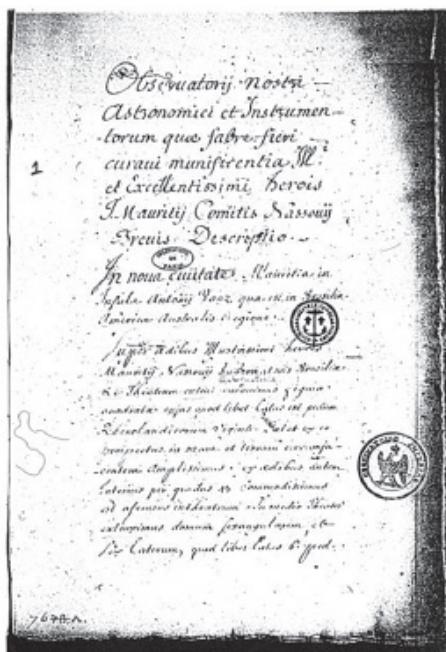


Figura 5. Primeira página dos MP
(Biblioteca do Observatoire de Paris)

Já os ML consistem numa pasta de 119 itens (North, 1979: 395) dos mais variados tamanhos e conteúdos guardados no ELO. São anotações e rascunhos e os assuntos variam de textos astrológicos, mapas astrais, receitas medicinais, cartas, notas de aulas, tabelas matemáticas e astronómicas, cálculos, desenhos de instrumentos astronómicos, planta de observatório, observações astronómicas feitas em Leiden e no Recife. Uma pequena parte das observações dos MP aparece também nos ML em forma menos elaborada, de rascunho. O grande valor dos ML é que a maioria é do próprio punho de Marcgrave. Todos os documentos dos ML foram digitalizados pelo *Regionaal Archief Leiden* e gravados numa coleção de 3 CD-Roms com 422 arquivos, que foi adquirida para o presente estudo. Aqui também os textos estavam em latim e foram integralmente transcritos e traduzidos ao português. Dos ML foram utilizadas as anotações sobre as observações feitas no Recife, os desenhos de instrumentos, a planta baixa do observatório, listas de eclipses e as observações feitas em Leiden para fins de comparação entre os observatórios, os instrumentos e os métodos de observação.

Com base na análise das fontes aqui citadas, novos resultados foram obtidos cuja apresentação pode ser organizada nos seguintes tópicos: o observatório, os instrumentos, as observações e o significado dos trabalhos astronómicos de Marcgrave numa época de extraordinário desenvolvimento da astronomia. Alguns subprodutos também foram obtidos, como uma cronologia mais detalhada da vida de Marcgrave no Brasil, uma crítica ao arraigado mito de que o observatório estivera numa das torres do palácio de Friburgo (mito friburguense), alguma nova luz sobre a origem dos MP e a crítica a um outro mito, de que o astrônomo francês Ismael Boulliau (1605-1694) teria sido o copista dos MP.

Tendo em vista a finalidade deste texto, não será feita aqui uma apresentação pormenorizada de todos os resultados obtidos. Apenas serão destacados os principais resultados e métodos utilizados. Uma primeira apresentação dos resultados foi feita para a comunidade de história da ciência no âmbito nacional (Matsuura, 2008) e internacional (Matsuura, 2009a) e para a comunidade astronómica internacional (Matsuura, 2009b). Por fim, os resultados foram apresentados com bastante detalhe em versão popular na língua portuguesa, por ocasião do 4º centenário do nascimento de Marcgrave (Matsuura, 2011).

Observatório e instrumentos

Com base na descrição dos MP, em alguns desenhos esquemáticos dos ML (Figura 6) e na aquarela de Wagener, foi feita uma reconstituição tridimensional do observatório e dos instrumentos com o programa *SketchUp*.

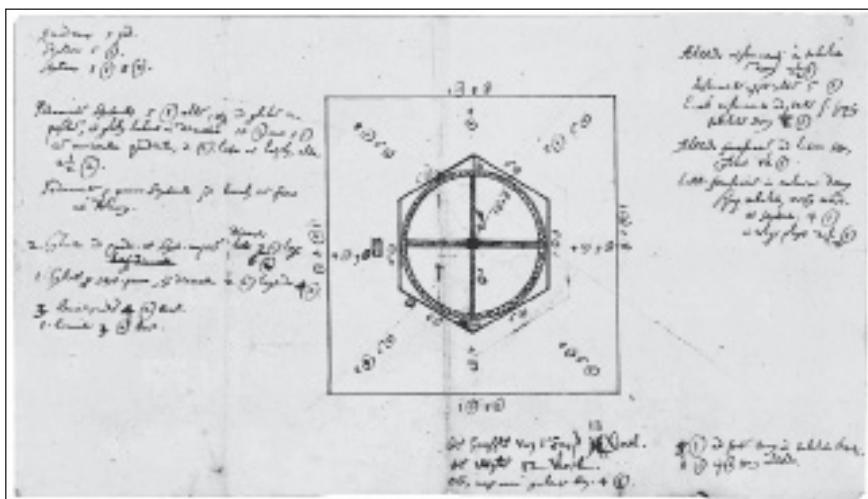


Figura 6. Planta baixa do observatório no Recife exemplificando os desenhos dos ML (ELO)

O SketchUp foi utilizado como ferramenta de pesquisa histórica, especialmente para testar alternativas virtuais e selecionar a de maior plausibilidade, já que muitos detalhes fundamentais estavam ausentes nos documentos, como costuma acontecer quando as informações são triviais e óbvias para a época em que os documentos foram escritos. Por exemplo, a espessura das paredes, a localização das portas e das escadas etc. Tentativas anteriores com desenhos bidimensionais ou com modelos reduzidos não tinham produzido os resultados desejados. Com a técnica da reconstrução tridimensional foi possível chegar à estrutura mais plausível do **quadrante** de 5 pés²⁰ (Figura 7) compatibilizando o texto descritivo desse instrumento com o da edificação, com os desenhos disponíveis, com os procedimentos utilizados nas observações e com as 922 direções no céu para as quais o **quadrante** foi efetivamente apontado segundo os registros. Essas direções mostram definitivamente que o **quadrante** podia ser apontado, sem obstáculos, para o zênite. Claro, a compatibilização respeitou também os desenhos da época de **quadrantes** do mesmo tipo como seriam o de Leiden, o de Johannes Hevelius (1611-1687) em Gdansk e os de Tycho Brahe em Uraniburgo.

²⁰ 5 pés da Renânia correspondem aproximadamente a 1,57 m.

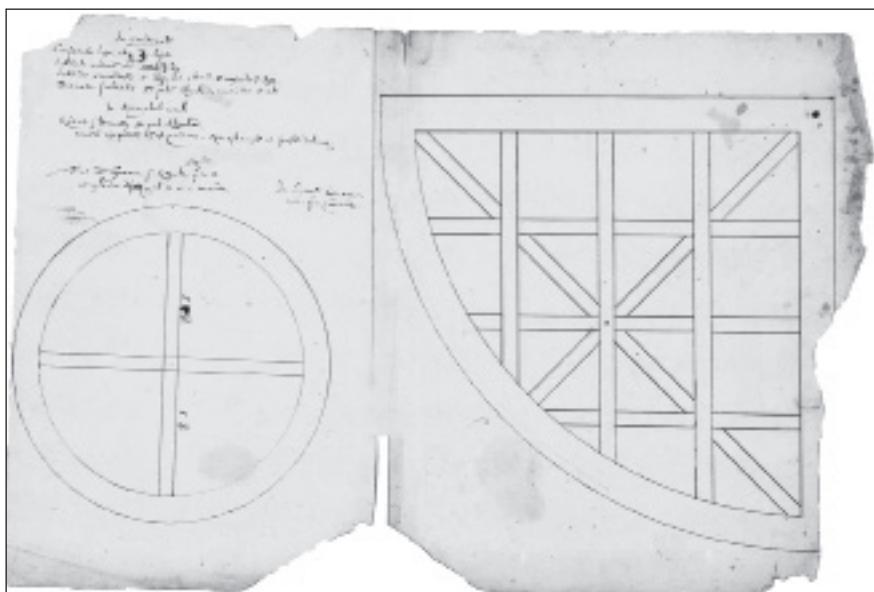


Figura 7. Desenho esquemático do **quadrante** de 5 pés (direita) e do seu círculo azimutal (esquerda) nos ML (ELO)

A sala em que estava instalado o **quadrante** era encimada por uma torre piramidal hexagonal, através de cujas janelas basculantes as observações eram feitas. Assim, as amplas janelas de vidro na sala hexagonal do **quadrante** (ver a Figura 15) não tinham nenhuma função nas observações astronômicas, podendo entretanto servir para vigiar a aproximação de inimigos, por terra ou por mar, como sugere o vulto de uma pessoa na janela da esquina, observando com uma luneta na Figura 1.

Nosso resultado (Figura 8) propõe um **quadrante** do modelo que Tycho Brahe denominou *Quadrans volubilis azimuthalis*²¹ (Figura 9), em que o vértice em ângulo reto, no qual a mira era pivotada, ficava em cima, ao contrário do proposto anteriormente por North (1979: 413), de um outro modelo de Tycho Brahe denominado *Quadrans maximus chalibeaus* (Figura 10), assim como da proposta de Polman (1984a) que pode ser vista na Figura 11. Com esses dois últimos modelos, as observações no zênite e a baixas **alturas**, efetivamente realizadas e registradas por Marcgrave, seriam simplesmente impossíveis.

²¹ **Quadrante** desse mesmo modelo aparece numa gravura de Hedraeus (1643: 74-75). O sueco Bengt Hedraeus (1608-1659) estudou na Universidade de Leiden de 1641 a 1648 e diz nessa obra que observou com o quadrante dessa Universidade de 19 de julho de 1642 a 18 de abril de 1643, provavelmente o mesmo utilizado antes por Marcgrave.

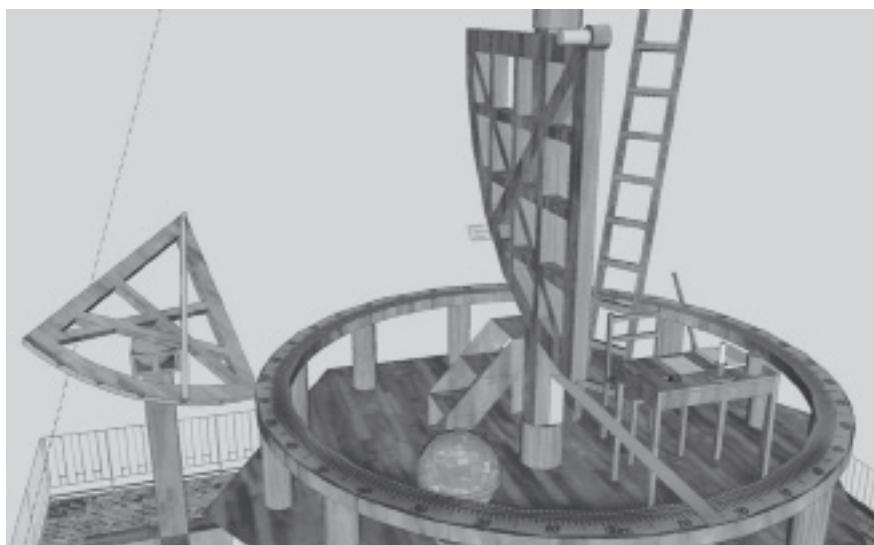


Figura 8. Reconstituição tridimensional do **quadrante** de 5 pés. A parede hexagonal da sala foi removida para permitir a visualização do sextante de 5 pés à esquerda e a luneta à direita, que eram utilizadas ao relento

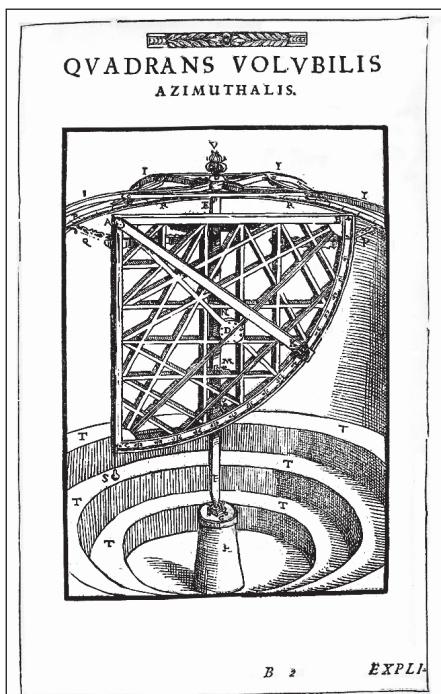


Figura 9. **Quadrante** azimutal giratório.
No observatório de Marcgrave o piso era
plano (Brahe, 1602. Disponível em <http://www.sil.si.edu/DigitalCollections/HST/Brahe/sil4-3-27a.htm>, acesso em 4/9/13)

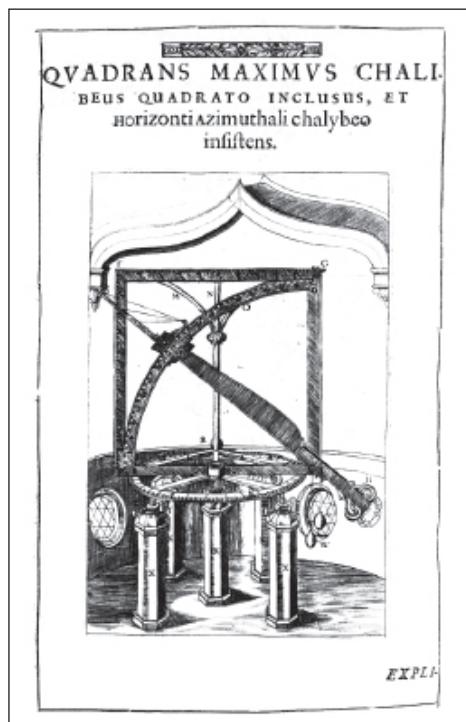


Figura 10. Grande quadrante em metal (Brahe, 1602. Disponível em <http://www.sil.si.edu/DigitalCollections/HST/Brahe/sil4-3-72a.htm>, acesso em 4/9/13)

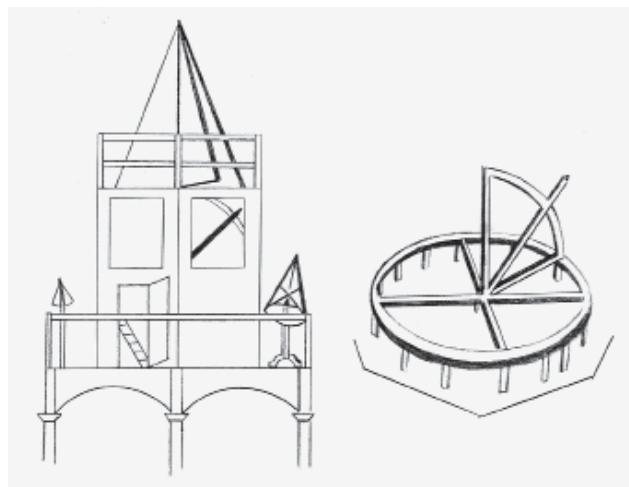


Figura 11. O observatório (esquerda) e o quadrante (direita) segundo Polman (1984a)

Dois melhoramentos importantes foram incorporados por Marcgrave no **quadrante** de 5 pés para a melhor precisão das medidas de **altura** e **azimute**: a gravação de linhas transversais nos círculos graduados²² (Figura 12, em cima) e o pinacídio de dupla fenda²³ (Figura 12, embaixo) utilizado como mira. Ambos eram inovações introduzidas por Tycho Brahe (Brahe, 1602: *Supplementum de subdivisione et dioptris instrumentorum*) que ajudam a explicar a extraordinária precisão das medidas astronômicas de Tycho Brahe (Wesley, 1978), assim como a precisão obtida por Marcgrave com o **quadrante** em Leiden e no Recife. As transversais de Marcgrave são mostradas na Figura 13.



Figura 12. Em cima, as linhas tracejadas são as transversais entre divisões sucessivas do círculo graduado. Embaixo, o pinacídio de dupla fenda (Brahe, 1602: <http://www.sil.si.edu/DigitalCollections/HST/Brahe/sil4-3-108a.htm>, acesso em 4/9/13)

²² As transversais consistem numa forma engenhosa de subdividir intervalos do círculo graduado, de modo que a leitura das subdivisões possa ser feita com melhor resolução.

²³ Com uma mira ordinária (ou alidade), tendo nas extremidades lâminas transversais com pequenos furos também chamados pínulas ou dioptrias, o observador comete erros de apontamento devido à **paralaxe** associada ao diâmetro finito dos furos. As duas fendas do pinacídio tócnico tiram vantagem de seu funcionamento diferencial, pois fazendo-se a mira simultaneamente com as duas fendas, tende-se ao mútuo cancelamento do erro de cada uma das fendas.

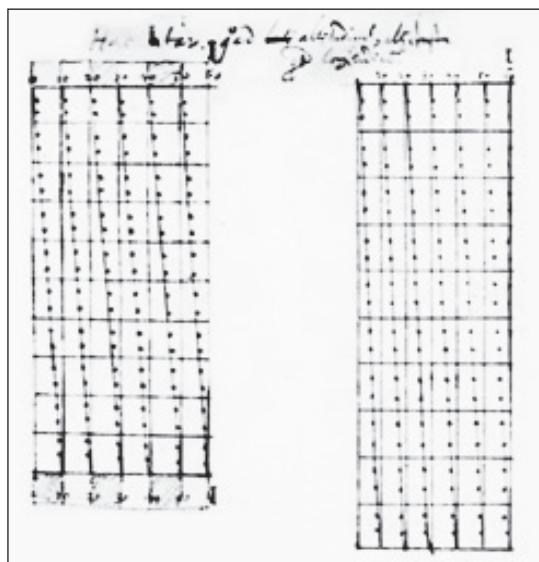


Figura 13. Desenho das transversais de Marcgrave nos ML (ELO)

Análises similares às que foram feitas para a sala do **quadrante** foram também feitas para a sala do andar inferior e seus instrumentos, principalmente o telescópio solar que ali funcionava (Figura 14).

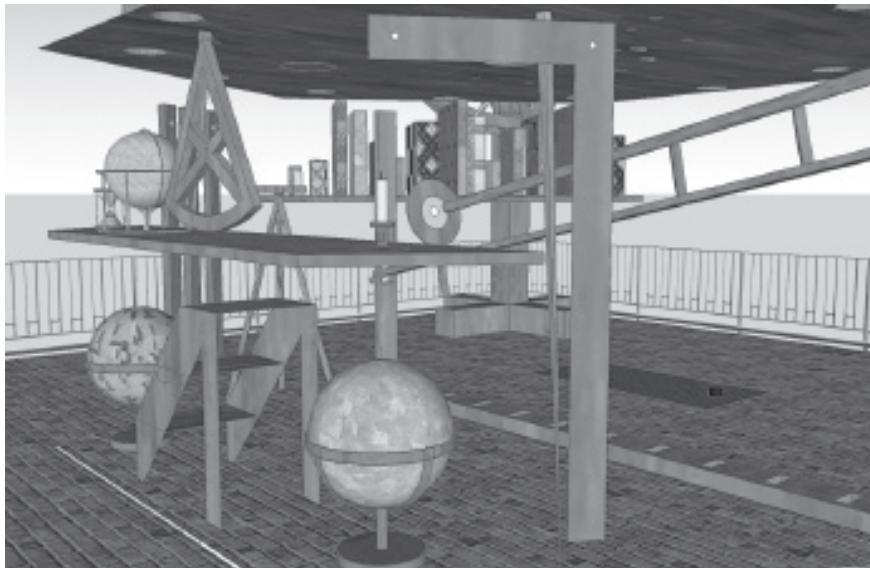


Figura 14. Reconstituição tridimensional da câmara escura, embaixo da sala do **quadrante**. As paredes foram removidas para melhor visualização

Na reconstituição tridimensional o observatório foi depois colocado no telhado da primeira residência do conde, onde foi construída a escada de acesso para o observatório. Por fim a residência do conde foi colocada no local já determinado anteriormente numa pesquisa de “arqueologia de reconhecimento” feita pelo arquiteto recifense, José Luiz Mota Menezes (Menezes, 1998), com base numa vasta série histórica de mapas do Recife e em pinturas e gravuras como *Mauritiopolis* de Frans Post e a já citada aquarela de Wagener (Figura 15). O local é a esquina das ruas 1º de Março e Imperador D. Pedro I, no bairro da Boa Vista (Figuras 16 e 17). A rua do Imperador que se encontrava às margens do Beberibe (ver Figura 1), hoje por conta de aterramentos está mais de um quarteirão afastada desse rio. Sua orientação desvia-se cerca de 6º para o oeste em relação à direção N-S.



Figura 15. Reconstituição da primeira residência do conde com o observatório no telhado numa perspectiva próxima à da aquarela de Wagener



Figura 16. A esquina das ruas 1º de Março e do Imperador hoje. A rua 1º de Março segue ao fundo (foto do autor)



Figura 17. A residência do conde na paisagem atual

Observações

Marcgrave fez os mais diferentes tipos de observação variando os objetos, os instrumentos e os métodos. Antes de o observatório ficar pronto, ele fez observações sem instrumentos. Nessa condição ele observou no Recife o eclipse lunar 25/26 de junho de 1638. Um mês antes ele estava na Bahia, retirando-se após um malogrado ataque.

Uma primeira série de observações no Brasil foi feita por ele de 19 a 21 de setembro de 1638 e a segunda, de 18 a 21 de maio de 1639. As anotações das observações trazem, em primeiro lugar, a data do calendário juliano, seguida da data do calendário gregoriano que, naquela época, estava 10 dias à frente. O objeto a ser observado era geralmente um planeta e, sem dúvida, Mercúrio era o preferencial. O planeta era sempre observado em relação a estrelas brilhantes, geralmente duas, muitas vezes formando alinhamentos ou triângulos. A distância angular entre o planeta e essas estrelas era estimada visualmente. No dia 18 de maio de 1638, no começo da noite, Marcgrave pôde observar o reflexo de Júpiter nas águas do rio Beberibe²⁴, a leste, e de Vênus nas águas do Capibaribe, a oeste, assim como a sombra de objetos projetada no chão, enquanto não havia Lua. Em 21 de maio de 1638 Marcgrave observou as Nuvens de Magalhães a olho nu e, não tendo notado estrelas nelas, anotou que elas seriam compostas da mesma “substância” da **Via Láctea**.

Já com o observatório funcionando depois do seu desabamento na noite de 18/19 de março de 1640, Marcgrave se queixou no anoitecer de 19 e 20 de setembro de 1640 de não poder observar Mercúrio, embora a posição do planeta no céu fosse favorável. A partir daí ele fez várias observações do brilho do fundo do céu, no anoitecer e amanhecer. No dia 11 de outubro de 1640, ele tentou observar Mercúrio a partir das 4 h da manhã, mas não teve êxito até que o dia ficou claro. No anoitecer de 10 de janeiro de 1641 o céu estava tão claro que ele fez testes para verificar até que horas ele conseguiria ler sem ajuda de uma vela. Ele registrou a posição de uma estrela quando isso aconteceu. Segundo cálculos isso ocorreu cerca de 50 min após o pôr do sol. Segundo Gonsalves de Mello (1978: 138, Nota 30), em 10 de novembro de 1640 (3 dias antes do eclipse solar), ocorreu grande incêndio nos canaviais da Várzea e Apipucos, provocado intencionalmente por um bando de incendiários e salteadores, cujo clarão podia ser visto da cidade. Então o céu anormalmente brilhante e colorido ao nascer e pôr do sol, que chamou a atenção de Marcgrave, devia estar associado a uma grande quantidade de fuligem em suspensão na atmosfera causada pelos incêndios.

²⁴ Os rios são assim nomeados no manuscrito original

Nos MP, nas notas sobre o mencionado eclipse lunar de 20/21 de dezembro de 1638, que Marcgrave observou com um **quadrante** portátil de 1 pé (~31 cm) provavelmente trazido da Holanda, pois o observatório e os instrumentos ainda não estavam prontos, ele escreveu que impunha setembro de 1639 como prazo para finalizar a construção do observatório. É admirável que, embora esse empreendimento ultrapassasse os limitados recursos materiais e humanos disponíveis, o prazo foi cumprido. Voltando em 6 de agosto de 1639 de uma expedição para o Ceará (Boogaart and Brienen, 2004) para capturar índios, mas que para Marcgrave suscitava interesses antropológicos, fez as primeiras observações no observatório com os instrumentos que havia construído, especialmente com o **quadrante** de 5 pés, na noite de 15 de setembro de 1639.

Nesse observatório Marcgrave não pôde fazer observações todos os dias como teria desejado, pois, afora o desabamento na noite de 18 para 19 de março de 1640, que interrompeu as observações até 11 de junho do mesmo ano, ele teve que se ausentar do Recife várias vezes para participar de expedições, algumas vezes bastante prolongadas, para diferentes regiões e com objetivos que não eram astronômicos, mas de interesse do estudo da flora e fauna, da cartografia, meteorologia, etnografia etc.

Uma linha do tempo das atividades de Marcgrave construída por Whitehead (1979a: 452), pôde ser aprimorada com a inclusão de informações extraídas dos MP (Matsuura, 2011). Daí pudemos concluir que, dos 2.003 dias que Marcgrave esteve no Brasil, somente em 409 ele pôde realizar alguma observação astronômica que deixou registrada. Isso *grosso modo* significa que o observatório permaneceu ocioso cerca de 80% do tempo! Se isso reflete o perfil polímata de Marcgrave, para ele mesmo isso custou um preço muito alto, já que é patente que a motivação que o trouxera para o Brasil, segundo a biografia de seu irmão Christian (Whitehead, 1979b), era astronômica. Confirmando isso, na anotação dos MP de 7 de fevereiro de 1741, às vésperas de partir para uma expedição ao rio São Francisco, seguida de outra para o Rio Grande do Norte, para retomar as observações astronômicas somente em 3 de outubro de 1642, ele parece desabafar:

Deus me dando vida e saúde, e eu me dedicando com perseverança, hei de ser capaz de completar tudo aquilo que ainda resta ser feito neste canto do mundo (trecho dos MP: 98)

Desde que passou a contar com o observatório, a maioria das observações foi feita com o **quadrante** de 5 pés para medir a **altura** do Sol de dia e de estrelas brilhantes e de planetas superiores à noite, quando de suas passagens pelo meridiano (**passagem meridiana**). Foram feitas 448 observações do Sol (411

austrais e 37 boreais) e 155 de estrelas ou planetas superiores (84 austrais e 71 boreais). A análise das observações estelares exigiu um trabalho de identificação de 144 estrelas segundo a nomenclatura atual²⁵, já que Marcgrave criou designações para inúmeras estrelas austrais que, na época, ainda eram mal conhecidas ou desconhecidas. Segundo os MP, o círculo graduado do **quadrante** tinha divisões até 0,5° de arco, mas tinha também as transversais de Tycho Brahe, de modo que as **alturas** foram anotadas com resolução de até 5'' (Figura 18).

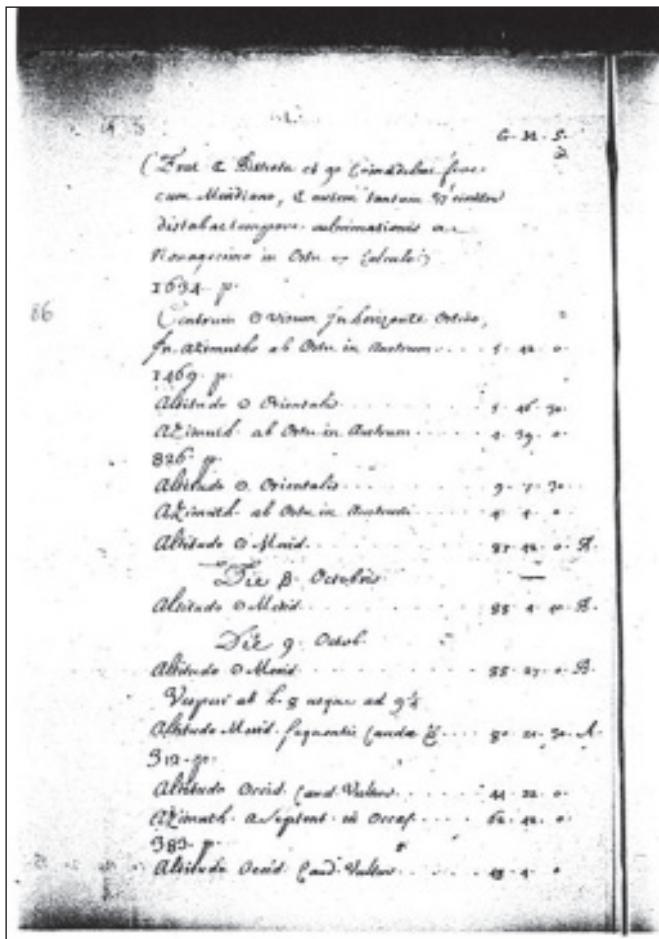


Figura 18. Página dos MP com observações de 7 a 9 de outubro de 1640. (Biblioteca do Observatoire de Paris)

²⁵ Este trabalho foi feito sob minha supervisão por André Luiz da Silva, na época bolsista de iniciação científica do Planetário e Escola Municipal de Astrofísica “Professor Aristóteles Orsini” do Parque Ibirapuera, São Paulo.

Também foram feitas observações extrameridianas, a maioria de Mercúrio, perto do pôr do sol no setor sudoeste e a **alturas** inferiores a cerca de 15°. Em geral a observação começava com a anotação da *hora urbica* (hora da cidade) anunciada por um sino que ficava no interior do telhado sobre o qual ficava o observatório. Uma análise baseada no registro de fenômenos celestes associados à *hora urbica* revelou que, em relação à hora civil atual, uma discrepância da ordem de 15 minutos era típica.

Na observação planetária, intercalada entre duas observações estelares conforme descrita acima (North, 1979), o intervalo de tempo entre a primeira observação estelar e a observação planetária era medido pela contagem das oscilações (*pulsi*) de um pêndulo²⁶, assim como o intervalo de tempo entre essa observação planetária e a segunda observação estelar. Desta forma o instante da observação planetária podia ser interpolado, mesmo sem contar com um relógio confiável. Foram 321 observações extrameridianas planetárias e estelares.

Foi feita análise dos erros de todas as observações feitas com o **quadrante** de 5 pés. Os resultados mostraram que os erros das observações extrameridianas eram consideravelmente maiores que os das observações meridianas (**passagem meridiana**). Isso já poderia ser esperado *a priori*, pois as observações meridianas eram feitas com o **azimute** do **quadrante** já previamente orientado para o N ou para o S, direções essas já determinadas com boa precisão. Tudo se passava, então, como se apenas a medida da **altura** tivesse que ser feita com ajuda do pinacídio. Mas, para as observações extrameridianas, era preciso determinar a **altura** e o **azimute**. Pelo desenho, o pinacídio era mais apto para a determinação de **alturas**, já que o objeto opaco que tangenciava as fendas era um cilindro cujo eixo coincidia com o eixo de pivotamento da mira, de modo que as fendas ficavam sempre orientadas horizontalmente. Não havia fendas orientadas verticalmente, que ajudariam a determinar o **azimute**. Nesse sentido a determinação do **azimute** era afetada de maiores incertezas, o que retroalimentava erros na **altura**.

Na análise dos erros cometidos nas observações com o **quadrante** de 5 pés, os dados de entrada fornecidos pelos MP consistiam em pares de medidas de **altura** e **azimute** de um astro observado numa determinada data. Para as observações extrameridianas o horário da observação era incógnito, ao passo que para as observações meridianas (**passagem meridiana**) era possível calcular astronomicamente a hora civil.

²⁶ Na série de observações que inaugurou o observatório, de 15 a 18 de setembro de 1638, Marcgrave utilizou a ampulheta (*arenaria clepsidra*). Há anotações de intervalos de tempo medidos em minutos. Nossa análise mostrou que os erros eram muito grandes. Aparentemente por essa razão, Marcgrave logo em seguida abandonou definitivamente a ampulheta e passou a usar só o pêndulo.

Para as **alturas** medidas foi aplicada uma correção padrão para o efeito da **refração atmosférica** considerando a pressão atmosférica a 10 m acima do nível do mar e uma temperatura média de 20 C. Em seguida, o par de números (**altura corrigida; azimute observado**) era introduzido simultaneamente numa equação que calculava o instante da observação²⁷ na hora civil. Num passo subsequente, esse instante da observação era utilizado para gerar o par (**altura e azimute calculados**) com valores supostamente corretos. O erro cometido na medição da **altura** e do **azimute** era então estimado pela diferença O-C, isto é, entre o valor observado e o valor calculado de uma mesma variável.

Aqui serão apresentados os resultados só das observações meridianas (**passagem meridiana**), já que as observações extrameridianas foram muito prejudicadas pelos notórios erros no azimute. Para as 603 observações meridianas o **azimute**, por definição, é 0° ou 180° e o erro associado foi considerado nulo. Na análise dos erros foram constatadas descontinuidades pronunciadas, já notadas por Pingré (1901), que sugeriram uma subdivisão das observações em três períodos:

I (da inauguração do observatório em 15 de setembro de 1639 até o colapso espontâneo do observatório na noite de 18 de março de 1640): foram feitas 61 observações do Sol e 259 de estrelas e planetas exteriores. O centroíde do espalhamento dos erros para os **azimutes** 0° e 180° ocorria, respectivamente, em -9' e +9', assimetria essa que sugeriu a associação desse erro sistemático a um desnívelamento do **quadrante**. O desvio padrão era da ordem de 3,5'.

II (desde que o observatório voltou a operar em 11 de junho de 1640, até a partida de Marcgrave em 7 de fevereiro de 1641 para longas expedições): foram feitas 89 observações do Sol e 92 de estrelas e planetas exteriores. A amplitude do erro sistemático se reduziu para 2' e o desvio padrão para cerca de 2'.

III (desde a volta das expedições em 3 de outubro de 1643 até a última observação em 22 de junho de 1643): foram feitas apenas 5 observações solares e 97 de estrelas e planetas exteriores. A amplitude do erro sistemático praticamente retornou ao valor do período I e o desvio padrão foi de cerca de 4'.

Os erros sistemáticos parecem associados a problemas estruturais do telhado do casarão. Com efeito, o conde escolheu para sua primeira residência um velho casarão português confiscado pela Companhia das Índias Ocidentais em 1630 (Menezes, 2011). A própria ocorrência do colapso deve ser um indício da instabilidade do telhado. Houve significativa redução do erro sistemático

²⁷ Esse cálculo, além de ser feito recursivamente para gerar o instante da observação por aproximações sucessivas, também envolve vários outros parâmetros cuja descrição é aqui omitida. Uma descrição mais detalhada pode ser encontrada em Matsuura (2008: 316-317).

após os reparos feitos em razão do colapso. Mas, com o tempo, esse erro retornou. O conde teria se mudado para o palácio de Friburgo quando, em maio de 1642, o Conselho Político requisitou a primeira residência do conde para fazer suas reuniões, tendo sido atendido (Gonsalves de Mello, 1978). No entanto o velho prédio “corria perigo de se arruinar” e o Conselho nem chegou a se mudar. Em 22 de janeiro de 1643 o Conselho declarou que a antiga residência estava tão arruinada que, sem reparos, não poderiam ocupá-lo, tendo os conselheiros se recusado a realizá-los porque os custos eram altos (Barléu, 1974: 151).

Uma análise similar dos erros foi feita também para as observações realizadas por Marcgrave em Leiden, em 1637. Conforme os ML, lá foram feitas 183 observações meridianas (**passagem meridiana**) estelares e 106 solares. O erro médio encontrado foi de apenas -49'', virtualmente nulo, e a dispersão foi de 1,6'. Os erros menores parecem confirmar que no Recife Marcgrave teria sido vítima da instabilidade do telhado. Não fosse isso, ele teria chegado perto da decantada precisão de Tycho Brahe, pois num estudo de observações deste astrônomo, de um conjunto de 8 estrelas com um **quadrante** de porte similar, verificou-se que o erro médio era de 32,3'' (Wesley, 1978). Infelizmente esse trabalho não apresenta o desvio padrão, o que permitiria uma comparação mais completa. Mas é bom sublinhar que a grande precisão alcançada por Tycho Brahe era devida ao cruzamento de resultados da mesma observação com diferentes instrumentos, além de várias observações de um mesmo objeto com o mesmo instrumento. Os dados de Marcgrave referem-se a observações de diferentes objetos feitas poucas vezes com um único instrumento.

Marcgrave também registrou nos MP várias observações usando luneta de 7 pés (2,2 m de distância focal). A óptica dessa luneta seria galileana, i. é, com uma lente objetiva convergente (convexa) e outra, menor, divergente (côncava) produzindo imagem direta. Quando em uso, a luneta era presa à extremidade superior de um pedestal previamente instalado num dos cantos da plataforma, ao relento. A luneta podia ser girada em **azimute** com o pedestal e, também, ajustada à **altura** do astro. Por contar com esse pedestal, Marcgrave conseguia fazer o apontamento da luneta e observações através de um campo de visão pequeno, da ordem de 11', o que seria impossível segurando a luneta a mão livre. Por conta desse pedestal que ele teria usado também em Leiden, Marcgrave pode ter sido pioneiro na introdução da luneta no ambiente de um observatório astronômico (hoje um truismo), numa época em que o funcionamento desse instrumento ainda não era bem compreendido e, portanto, era mais um objeto de curiosidade do que um instrumento de pesquisa.

Com a luneta Marcgrave observou occultações, conjunções, satélites de Júpiter e fases de Mercúrio e da Lua. No começo da noite de 28 de setembro de 1639 ele observou o início da occultação de Mercúrio por um fino crescente lunar. No começo da noite de 7 de setembro de 1640 observou a fase de Mercúrio e fez um esboço que diverge em parte dos cálculos atuais. Mas é preciso levar em conta que o planeta tinha apenas 8" de diâmetro. Ao encerrar as observações na noite de 23 de setembro de 1640 Marcgrave observou três satélites de Júpiter cujo esboço concorda bem com os cálculos atuais. No começo da noite de 18 de janeiro de 1641 observou com a luneta a fase inicial da conjunção prevista por ele entre Saturno e Vênus e mediou o ângulo de separação. Essa mesma luneta poderia ser utilizada na câmara escura para a observação de manchas solares, mas inexplicavelmente não há nos MP nenhum registro desse tipo de observação que ele havia realizado várias vezes em Leiden.

Marcgrave também foi observador assíduo de eclipses. Durante sua permanência no Recife houve um único eclipse do Sol em 13 de novembro de 1640 que foi total, mas de lá foi visto como parcial. O cálculo de Marcgrave das previsões desse eclipse, como foi dito antes, foi publicado por Barlaeus em 1647 em *Rerum per octennium* (Barléu, 1974: 205) e por Piso (1658) em *Tractatus topographicus*. Os eclipses, tanto solares quanto lunares, têm instantes críticos tais como início, máximo, fim, cujo instante de ocorrência é importante para a astronomia. Para suprir a falta de relógios confiáveis, eram feitas observações concomitantes da **altura** e/ou **azimute** de alguma estrela, ou de algum planeta ou do próprio Sol. Na data desse eclipse as condições do tempo não foram as mais favoráveis. Mesmo assim foi possível observar os momentos críticos com ajuda do **quadrante** de 5 pés. Os MP trazem também as observações desse mesmo eclipse feitas pelo capitão de uma nau que navegava perto da costa do Espírito Santo.

Durante a permanência de Marcgrave no Brasil ocorreram 13 eclipses lunares, mas 7 foram penumbrais²⁸, difíceis de observar com precisão e, portanto, de menor interesse. Marcgrave não perdeu tempo com esses. Os 6 eclipses restantes foram umbrais, sendo 4 totais e 2 parciais. Ele só não registrou a observação do eclipse parcial da noite de 18 de outubro de 1641 quando estava fora do Recife, numa expedição. Mas esse eclipse terminou apenas 7 min após o pôr do sol. Portanto ele deve ter intencionalmente deixado de observar esse eclipse, pois não apresentava muito interesse. Assim Marcgrave observou 5 eclipses lunares. Quando não havia relógios confiáveis, o fato de que os instantes

²⁸ Nos eclipses penumbrais, a Lua penetra só na região de penumbra, que circunda o cone de sombra, e de onde um observador hipotético veria o disco solar apenas parcialmente.

críticos dos eclipses lunares podem ser vistos simultaneamente por todos os observadores do hemisfério terrestre voltado para a Lua, oferecia excelente oportunidade de determinar a longitude. Foi isso que Marcgrave deve ter pretendido observando, como já vimos, com um **quadrante** portátil de 1 pé, o eclipse de 20/21 de dezembro de 1638. O eclipse lunar anterior, de 25/26 de junho de 1638, Marcgrave observou ainda sem nenhum instrumento. O seguinte eclipse, de 14/15 de abril de 1642 foi observado do forte Ceulen, em Natal, RN, com um sextante portátil, estando Marcgrave numa expedição. Os eclipses de 7/8 de outubro de 1642 e de 3/4 de abril de 1643 foram observados do Recife com o **quadrante** de 5 pés. Portanto, Marcgrave observou todos os eclipses merecedores de atenção, que fossem visíveis de onde ele estava. Os resultados que ele obteve não formam um conjunto homogêneo, pois utilizou instrumentos diferentes e as condições do tempo foram muito variadas. Ele definiu os instantes críticos anotando a posição de algum astro naquele momento, o que nos permitiu calcular os tempos, cujas discrepâncias típicas eram da ordem de 3 min, valor esse perfeitamente aceitável dentro das condições, instrumentos e métodos de observação.

O conjunto das observações registradas nos MP permite concluir que, bem ou mal, Marcgrave conseguiu juntar os dados que pretendia coletar no Brasil, se levarmos em conta os itens da primeira seção de *Progymnastica*. Essa conclusão diverge da ideia mais ou menos generalizada de que Marcgrave não teria conseguido completar seu projeto astronômico no Brasil. Os MP não registram observação de raridades astronômicas, isto é, **supernovas** e cometas, assim como de manchas solares. Mas a última **supernova** visível a olho nu até hoje foi a de Kepler, em 1604, e os catálogos atuais mais completos não registram nenhum cometa entre 1618 e 1652. A ausência de observações de manchas solares continua causando estranheza, pois uma câmara escura teria sido construída para essa finalidade.

Conclusão

Os originais dos MP datam da primeira metade do século 17. Não obstante, somente agora foram analisados integral e detalhadamente. Todo o texto latino foi transscrito e traduzido; todos os dados astronômicos foram submetidos a cálculos e análise estatística e todos os instrumentos e o edifício do observatório foram desenhados em três dimensões com ajuda de um programa de computador. Cumpre salientar que a técnica de reconstituição tridimensional não serviu apenas para produzir um modelo estético e didático, mas consti-

tuiu ferramenta fundamental de pesquisa histórica, pois possibilitou a escolha de uma solução mais plausível, especialmente do **quadrante** de 5 pés, entre várias alternativas virtuais possíveis, baseada na coerência com o conjunto de informações recolhidas nos textos dos MP, nos textos e esquemas dos ML, na aquarela de Zacharias Wagener, na pintura de *Mauritiopolis* de Frans Post e em outros desenhos e descrições de instrumentos astronômicos da época.

Os principais resultados obtidos foram a localização precisa do observatório no Recife atual, aproveitando trabalho prévio de arqueologia de reconhecimento feito por Menezes (1998); a configuração mais plausível da montagem do **quadrante** de 5 pés, configuração essa que discrepa das que vinham sendo propostas por outros autores, e que são inconsistentes com as observações registradas nos MP; uma estimativa dos erros de observação desse **quadrante** e do seu bom desempenho em razão do uso do pinacídio tícônico, um dispositivo pouco conhecido e pouco estudado; os objetivos e métodos das observações, especialmente de planetas; o uso da luneta presa a uma montagem, numa época em que ela era mais um objeto de curiosidade e, portanto, ainda não tinha ganho o *status* de instrumento astronômico.

Considerando os tópicos listados para a primeira seção de *Progymnastica*, parece que nos anos em que esteve no Brasil, Marcgrave conseguiu cumprir o programa observational que tinha planejado realizar. Isto é condizente com o desabafo acima citado, anotado nos MP em 7 de fevereiro de 1641, véspera de uma longa ausência do Recife, que durou cerca de 16 meses.

Vários acontecimentos independentes parecem revelar que Marcgrave era um homem com planos na mente e determinado a concretizá-los: a rápida providêncie que tomou junto a Laet para viabilizar sua vinda para o Brasil onde, segundo a biografia de seu irmão Christian, ardia em desejo de observar o céu austral e particularmente Mercúrio; a fixação no eclipse lunar de 20/21 de dezembro de 1638, de setembro de 1639 como prazo para concluir o observatório do Recife, prazo esse que ele cumpriu, conforme atestam os MP. Também, num grande esforço, fez uma série de observações, não contínua arrastado para outras ocupações, entre 3 de outubro de 1642 e 22 de junho de 1643 para completar a sua tarefa astronômica neste canto do mundo. Este detalhe da personalidade resoluta de Marcgrave, conquanto pequeno, porém, persistente, parece conflitar com as declarações de Piso, dadas no processo movido por Christian, de que Marcgrave consumia todo o seu dinheiro em bebida e que isso o teria levado à morte precoce em Angola (Meijer, 1972).

A segunda seção de *Progymnastica* seria sobre geografia e geodésia, e sobre isso vários resultados saíram publicados em *Historiae Rerum Naturalium Brasiliae Libri Octo* (Marcgravus, 1648), *Tractatus Topographicus* (Piso, 1658) e no

mapa mural *Brasilia qua parte paret Belgis* (Whitehead, 1987; Pereira, 2013), objeto de análise do outro texto deste Capítulo.

Assim a ideia geralmente propalada de que Marcgrave teria fracassado em seus planos astronômicos não é totalmente correta e deve decorrer do desconhecimento do conteúdo dos MP. Sua morte precoce o teria impedido apenas de completar os cálculos sobre os dados que tinha coletado para elaborar as *Tabulae Mauritii astronomicae*, a terceira e última parte de *Progymnastica*.

Os MP e o esquema de *Progymnastica* desvendam com clareza as questões centrais da astronomia da primeira metade do século 17, sua instrumentação, os métodos de observação e a nova postura inquisitiva perante a natureza, de busca de novos conhecimentos através de observações próprias, não através de relatos de terceiros publicados em livros. Este resgate histórico ganha valorização adicional por ajudar a compor o panorama da história da astronomia de um dos períodos mais fecundos da construção do conhecimento astronômico, poucas décadas depois da inovação instrumental e metodológica da observação astronômica promovida por Tycho Brahe, do uso da luneta iniciado por Galileu e na transição entre as astronomias cinematérica de Kepler e dinâmica de Newton.

Para o Brasil, embora as atividades astronômicas de Marcgrave tenham ocorrido sob dominação estrangeira e tenham constituído apenas um breve parêntese sem consequências concretas, pois ainda não tinha nenhuma condição de receber os conhecimentos²⁹, o seu resgate histórico deve nos interessar por se tratar de um episódio ocorrido em nosso território, e que não deixa de se constituir no fato fundador da ciência em nosso país. Com efeito, o complexo formado pelo observatório astronômico de Marcgrave no Recife, pelos jardins botânico e zoológico do museu de história natural, atuou como um *campus* avançado da Universidade de Leiden para a observação da natureza do Novo Mundo. O observatório foi o primeiro do Brasil, das Américas e do hemisfério sul com edificação própria, com instrumentos de grande porte e de última geração na época, já equipado com luneta instalada numa tosca estrutura, porém, precursora da montagem **altazimutal**. Além disso, esse observatório teve à frente um astrônomo que tinha recebido a melhor formação acadêmica da época, que ali realizou observações de forma sistemática e as deixou registradas nos MP. Essas atividades astronômicas de Marcgrave já eram conhecidas de longa data, mas de forma vaga e imprecisa. Este estudo trouxe à luz detalhes que revestem essas atividades de concretude e credibilidade.

²⁹ O Brasil só começou a ter sua própria astronomia a partir da criação da Academia Real dos Guardas-Marinhas (ARGM) no Rio de Janeiro, logo após a vinda de d. João VI em 1808 (ver o Capítulo “Ensino superior de astronomia” neste Volume).

A já citada linha do tempo das atividades de Marcgrave no Brasil, refinada no presente estudo, mostra o período de 16 de junho a 3 de outubro de 1642 como a janela de oportunidade para uma eventual mudança do observatório, da primeira residência do conde para o recém-construído palácio de Friburgo. No entanto, nesse período não há nenhuma anotação nos MP que possa indicar ou insinuar tal mudança. Pela importância e pelo volume de trabalho que ela implicaria, e considerando o grau de detalhamento das anotações dos MP, tal ausência de informação só parece compatível com a hipótese de que tal mudança jamais tenha acontecido. Além disso, tanto Nassau quanto Marcgrave já deveriam saber que o retorno para a Holanda seria para breve, de modo que a trabalhosa mudança do observatório seria irracional. Mas toda esta argumentação é necessária para combater o que chamei de “mito friburguense”. Consiste esse mito na afirmação taxativa, repetida *ad nauseam* ainda hoje, de que o observatório de Marcgrave era numa das torres do palácio de Friburgo. O alemão Joan Nieuhof, funcionário da Companhia das Índias Ocidentais, esteve no Brasil entre 1640 e 1649 e na sua descrição do palácio de Friburgo se refere às duas torres, mas não que numa delas houvesse observatório (Nieuhof, 1981: 45). Segundo levantamento bibliográfico, o mito parece surgir na primeira década do século 20, quando Gudger (1912) apenas conjectura cautelosamente que o observatório ficaria numa das torres do palácio. Mas pouco a pouco a frase conjectural se tornou afirmativa, para ser repetida de autor para autor até hoje (Ihering, 1914; Moreira, 1917; Oliveira Lima, 1920; Taunay, 1942: 10; Moraes, 1955: 95; Boxer, 1973; North, 1979: 402-405; 1980; 1989: 234, *Addenda*; Whitehead, 1979b: 312, *footnote* 12) como ainda continua acontecendo (Brienen, 2001).

Referências

Barlaeus, Caspar (1660), *Rerum per octennium in Brasilia*, Editio secunda, Clivis ex Officina Tobiae Gilberling, disponível em <http://archive.org/stream/RerumPerOcten-niumInBrasilia/Casparis Barlaei Rerum per octennium in#page/n10/mode/1up>, acesso em 3/7/13.

Barléu, Gaspar (1974), *História dos feitos recentemente praticados durante oito anos no Brasil*, Cláudio Brandão (Trad.), São Paulo: Edusp e Belo Horizonte: Livraria Itatiaia Editora Ltda.

Boogaart, Ernst van den and Brienen, Rebecca Parker (2004), “Informações do Ceará de Georg Marcgraf (junho-agosto de 1639)”, Volume 1, *Coleção Brasil Holandês*, Rio de Janeiro: Index.

- Boxer, C. R. (1973), *The Dutch in Brazil 1624-1654*, 2nd. ed., Connecticut: Archon Books.
- Brahe, Tycho (1602), *Astronomiae instauratae mechanica*, Noribergae, apud Levinvm Hulsivm. Disponível em The Dibner Library of the History of Science and Technology, Smithsonian Institution Libraries, Digital Editions 1999 <http://www.sil.si.edu/Digital-Collections/HST/Brahe.htm>, acesso em 29/8/13.
- Brienen, Rebecca Parker (2001), Georg Marcgraf (1610-c.1644 A German Cartographer, Astronomer, and Naturalist Illustrator, *Itinerario*, 25, 85-122.
- Carvalho, Alfredo de (1908), “Um naturalista do século XVII. Georg Markgraf (1610-1644)”, *Rev. do Inst. Arch. e Geog. Pern.*, 13, 212-222.
- Eichstadt, Lorenz (1634), *Ephemeridum Novarum Et Motuum Coelestium Ab Anno MDCXXXVI Ad MDCXL*, Stetini: David Rheti.
- _____ (1636), *Pars altera ephemeridum novarum et motum coelestium decennalis 1641-1650*, Typis & Impensis Davidis Rhetii.
- _____ (1644), *Ephemeridum Novarum Et Motuum Coelestium Ab Anno MDCLI Ad MDCLXV*, Ludovicum Elsevir.
- Garber, Jane S. (1992), *The Jews of Spain: A History of the Sephardic Experience*, New York: The Free Press.
- Gonsalves de Mello, José Antonio (1978), *Tempo dos Flamengos, Influência da Ocupação Holandesa na Vida e na Cultura do Norte do Brasil*, 2^a Edição, Recife: Departamento de Cultura, Secretaria de Educação e Cultura, Governo do Estado de Pernambuco.
- Gudger, E. W. (1912), George Marcgrave, the First Student of American Natural History, *Popular Science Monthly*, September, 81, 250-274.
- _____ (1914), George Marcgrave, a postscript, *Science*, October 9, 40, 1032, 507-509.
- Hantzsch, V. (1896), Georg Marggraf, *Berichte über die Verhandlungen der K. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig*, Phil.-hist. Kl., 48, 199-227.
- Hedraeus, Benedictus (1643), *Nova et accurata astrolabi geometrici structura: ubi gradus, horumque singular minuta prima, nec non, quadrantis astronomici azimuthalis, quo non solum prima, sed & singula minuta secunda distincte observari possunt. Una cum utriusque usu, claris & perspicuis exemplis illustrato*, Lugduni Batavorum: Ex officina Wilhelmi Christiani Boxii, Sumptibus auctoris.
- Ihering, Rodolpho von (1914), “George Marcgrave. O primeiro sábio que veiu estudar a natureza do Brazil — 1638 a 44”, *Rev. Museu Paulista*, 9, 307-315.
- Küchenmeister, J. (1743), *Etwas von Liebstadt*, 16-21, Dresden.

Laet, Jan de, Ed. (1648), *Historia Naturalis Brasiliae*, Lugdunus Batavorum: Lud. Elzevirius.

Laet, João de (2007), *Roteiro de um Brasil desconhecido. Descrição das costas do Brasil*, J. Paulo Monteiro Soares e Cristina Ferrão (Org.), B. N. Teensma (Trad.), Kapa Editorial.

Lalande, J. J. le L. de (1771a), *Astronomie* (Seconde Édition), Tome II, Paris: Chez la Veuve Desaint, rue du Foin, Saint Jacques.

_____ (1771b), *Astronomie* (Seconde Édition), Tome III, Paris: Chez la Veuve Desaint, rue du Foin, Saint Jacques.

Lichtenstein, H. (1818), Die Werke von Marcgrave und Piso über die Naturgeschichte Brasiliens, erläutert aus den wiederaufgefundenen Originalzeichnungen, *Abhandlungen der Preussischen Akademie der Wissenschaften*, Physikalische Abhandlungen for 1814-1815, 201-222.

_____ (1819) ... for 1817, 155-178.

_____ (1823) ... for 1820-1821, 237-254, 267-288.

_____ (1829) ... for 1826, 49-65.

Marcgravus, Georgius (1648), *Historiae Rerum Naturalium Brasiliae Libri Octo in Historia Naturalis Brasiliae*, Jan de Laet (Ed.), Lugdunus Batavorum: Lud. Elzevirius.

Marggrafe, Georgius (1634), *De Causa continente morborum, Candidis Philiatris ingenii lance trutinandus*, Academia Wittenbergensis: Typis heredum Georgii Milleri.

Markgraf, F. (1974), Markgraf (or Marcgraf), Georg in Charles Coulston Gillispie (Editor-in-chief), *Dictionary of Scientific Biography*, Volume IX, 122-123, New York: Charles Scribner's Sons.

Martius, C. Von (1853), Versuch eines Commentars über die Pflanzen in den Werken von Marcgrav und Piso über Brasilien in *Abhandlungen der Bayerischen Akademie der Wissenschaften*, Math.-phys. Kl., 7, 179-238.

Matsuura, Oscar T. (2008), “O pioneirismo de Jorge Marcgrave na astronomia brasileira”, *Anais Scientiarum Historia I*, 1º Congresso de História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia, 22 e 23 de setembro de 2008, 310-323, Rio de Janeiro: HCTE/UFRJ.

_____ (2009a), Georg Markgraf in Dutch Brazil: his pioneering astronomical activities in the New World, *Book of Abstracts, XXIII International Congress of History of Science and Technology, Ideas and Instruments in Social Context*, 28 July-2 August 2009, T08-02, 1453, Budapest, Hungary: IUHPS/DHST.

_____ (2009b), Pioneering astronomical activities in the New World, Oral presentation, *XXVII IAU General Assembly*, C41 Science Meeting, Session 3, 14:30-15:00, August 5th 2009, Rio de Janeiro, Brazil.

- _____ (2011), *O observatório no telhado*, Recife: Cepe.
- Meerkerk, Hannedea van Nederveen (1989), *Recife. The rise of a 17th-century trade city from a cultural-historical perspective*, Assen/Maastricht: Van Gorcum.
- Meijer, T. J. (1972), De omstreden nalatenschap van een avontuurlijk geleerde, *Jaarb. Geschied. Oudheid. Leiden Omstr.*, 64, 63-76.
- Mello, Evaldo Cabral de, Org. (2010), *O Brasil holandês*, São Paulo: Penguin & Companhia das Letras.
- Menezes, José Luiz Mota (1998), *Atlas Arqueológico do Recife*, Módulo 7, Presença Holandesa (manuscrito gentilmente fornecido pelo autor).
- _____ (2011), *A Casa de Sua Excelência*, manuscrito inédito em arquivo eletrônico cedido pelo autor.
- Moraes, Abrahão de (1955), “A Astronomia no Brasil” (com a colaboração de A. Szulc), Cap. 2 in F. Azevedo (Org.), *As Ciências no Brasil*, São Paulo: Edições Melhoramentos, 84-161 (2^a edição em 1994, Rio de Janeiro: Editora UFRJ).
- Moreira, Juliano (1917), “Marcgrave e Piso”, *Rev. IHGB*, 82, 791-808.
- Nieuhof, Joan (1981), *Memorável Viagem Marítima e Terrestre ao Brasil*, Belo Horizonte: Editora Itatiaia Ltda. e São Paulo: Editora da USP.
- North, John D. (1979), Georg Markgraf, an astronomer in the New World in E. Van den Boogaart (Ed.), *Johan Maurits van Nassau-Siegen 1604-1679, A Humanist Prince in Europe and Brazil*, The Hague: The Johan Maurits van Nassau Stichting, 394-423.
- _____ (1980), “Astronomia no Brasil holandês”, *Ciência da Holanda*, 79, 12-15.
- _____ (1989), Georg Markgraf, an astronomer in the New World, Chapter 9, *The universal frame: historical essays in astronomy, natural philosophy and scientific method*, Bristol and Maesteg: W. B. C. Ltd., , 215-234 <http://books.google.com.br/books?id=q2xxatst4OQC&pg=PR4&lpg=PR4&dq=John+North+The+universal+frame:+historical+essays+in+astronomy,+natural+philosophy+and+scientific+method,+W.+B.+C.+Ltd.,+Bristol+and+Maesteg.&source=bl&ots=FqJer1kzVv&sig=x-z68XtgdSKjZNH6gS1S-vHkBt28&hl=en&sa=X&ei=OccKUsCQ18PI2AWto4H4D-g&ved=0CCkQ6AEwAA#v=onepage&q=John%20North%20The%20universal%20frame%3A%20historical%20essays%20in%20astronomy%2C%20natural%20philosophy%20and%20scientific%20method%2C%20W.%20B.%20C.%20%20Ltd.%2C%20Bristol%20and%20Maesteg%2C&f=false>, acesso em 13/8/13.
- Oliveira Lima, M. de (1912), “O Brazil e os Estrangeiros”, *Rev. IHGSP*, 17, 23-42.
- _____ (1920), “Sábios estrangeiros”, *Rev. IAHGP*, 21, 336-345.

Pereira, Levy (2013), *A Nota Técnica do Mapa ‘Brasilia qua parte paret belgis’*, Transcrição, tradução e comentários, disponível em http://lhs.unb.br/biblioatlas/Cole%C3%A7%C3%A3o_Levy_Pereira, acesso em 3/7/13.

Pingré, A.-G. (1901), *Annales Célestes du dix-septième siècle*, M. G. Bigourdan (Ed.), Paris: Académie des Sciences, Bureau des Longitudes de l’École Polytechnique, Gauthier Villars.

Piso, Gulielmus (1658), *De Indiae utriusque re naturali et medica*, Amstelaedamus: Lud. et Dan. Elsevirius.

Polman, Jorge (1984a), *Markgraf e o Recife de Nassau*, 10 páginas, Recife: Clube Estudantil de Astronomia.

_____(1984b), First Observatory in the Southern Hemisphere, *Sky & Telescope*, Letters, November, 388.

Ramerini, Marco (1998), *The Dutch in Brazil: the WIC and a New Holland in South America*, <http://www.colonialvoyage.com/eng/america/brazil/dutch.html>, acesso em 21 de junho de 2013.

Santos, Joel Rufino dos; Mello, Maurício Martins de; Sodré, Nelson Werneck; Figueira, Pedro de Alcântara; Cavalcanti Neto, Pedro C. Uchôa e Fernandes, Rubem César (1965), *História Nova do Brasil*, Vol. 1, São Paulo: Editora Brasiliense.

Struik, D. J. (1985), Mauricio de Nassau, Scientific Maecenas in Brasil, *Rev. Soc. Bras. Hist. Ciência*, 2, 21-26.

Taunay, Affonso de E. (1942), “Jorge Marcgrave de Liebstadt 1610-1644, Escorço Biográfico” in Mons. Dr. José Procópio de Magalhães (Trad.), *História Natural do Brasil*, São Paulo: Museu Paulista, Imprensa Oficial do Estado.

Wesley, Walter G. (1978), The accuracy of Tycho Brahe’s instruments, *Journal for the History of Astronomy*, 9, 42-53.

Whitehead, P. J. P. (1979a), Georg Markgraf and Brazilian zoology in E. Van den Boogaart (Ed.), *Johan Maurits van Nassau-Siegen 1604-1679, A Humanist Prince in Europe and Brazil*, The Hague: The Johan Maurits van Nassau Stichting, 424-471.

_____(1979b), The biography of Georg Marcgraf (1610-1643/4) by his brother Christian translated by James Petiver, *J. Soc. Biblphy. nat. Hist.*, 9, 3, 301-314.

_____(1987), The Marcgraf Map of Brazil, *The Map Collector*, 40, 17-20.

Zaunick, Rudolph (1916), Zum Leben Georg Marcgraves (1610-1644), *Neuen Archivs für Sächsische Geschichte*, Leipzig.

Parte 2

A astronomia e o mapa *Brasilia qua parte paret Belgis*, de Jorge Marcgrave

Jorge Pimentel Cintra (EP/USP)

Levy Pereira (LHS*/UnB)

Descreve-se o mapa mural *Brasilia qua parte paret Belgis*, de Jorge Marcgrave, destacando o papel da astronomia na sua confecção. Determinou-se o seu meridiano de origem (ilhas Canárias/ilha do Ferro) e a precisão das coordenadas (latitude e longitude) que se situa em torno de $0,15^\circ$ ($9'$), o que representa para aquela época um novo paradigma, em termos de qualidade. Desvendou-se a maneira como esse cartógrafo e astrônomo estabeleceu a longitude do Recife, a partir do eclipse lunar de 20 de dezembro de 1638, em combinação com valores das longitudes de outros locais (Toledo, ilhas Canárias e Uraniburgo). Comprovou-se que a qualidade cartográfica do mapa mural equipara-se, em sua ordem, aos primores das gravuras de Frans Post que o ornamentam.

* Colaborador.

Introdução

Entre os mapas produzidos pelo governo holandês na época de seu domínio no nordeste brasileiro, destaca-se o *Brasilia qua parte paret Belgis*, de Jorge Marcgrave, publicado em 1647, sob os auspícios do conde Maurício de Nassau.

Esse mapa (Figura 1) é adornado com vinhetas de Frans Post (1612-1680), pintor da corte de Maurício de Nassau no Recife, com figuras de fino gosto artístico de plantas, animais, indígenas, utensílios, engenhos, plantações, atividades econômicas, cenas de batalhas e do cotidiano, armas e brasões brasileiros e neerlandeses. Esse aspecto artístico e estético tem sido muito explorado até os nossos dias. O presente estudo demonstra sua qualidade também técnica, destacando a utilização de uma longitude de partida determinada astronomicamente, que foi confirmada através de medições sobre o mapa.



Figura 1. O mapa mural *Brasilia qua parte paret Belgis*, de Jorge Marcgrave
(Mapa #38, Klenke Atlas, British Library)

Analisa-se também a precisão das coordenadas geográficas desse mapa, o possível modo como foi construído, num diálogo com as obras escritas por Marcgrave, em concreto com o seu *Liber Octavus*, denominado *De ipsa Regione, & illius Incolis da Historiae Rerum Naturalium Brasiliae* (Marcgravius,

1648), republicadas no *Tractatus Topographicus & Meteorologicus Brasiliae cum Eclipsi Solari*, por Guilherme Piso, em 1658 (Piso, 1658)¹.

Brasilia qua parte paret Belgis

Como o próprio título diz, trata-se de uma representação do território brasileiro, naquela parte que estava sob o domínio batavo (*Belgis*). Mapa mural é um mapa de grandes dimensões que se costumava expor em paredes. De fato, *Brasilia qua parte paret Belgis* é de grandes dimensões: 1,64 m x 1,02 m, na escala aproximada de 1:240.000, que abrange a costa do Brasil desde o rio Ceará Mirim, RN, ao Vaza Barris, SE, aproximadamente. Apresenta a peculiaridade de ter o norte voltado para a margem direita, caracterizando também o formato paisagem, coisa que se repetiu na grande maioria dos mapas de origem holandesa e alemã.

Uma cartela em latim inserida no mapa fornece alguns dados básicos, cuja tradução pode ser a seguinte:

Conde João Maurício de Nassau, governador por um octênio da terra e do mar do Brasil, [além] de todos anteriores, fez um novíssimo e muito preciso mapa do Brasil holandês; com especial cuidado, fê-lo delinear, no ano do Senhor de 1644; na volta à Holanda os fez gravar, ficando concluído no ano de 1646.

Geograficamente contém os distritos (prefeituras) em que se dividia o Brasil holandês: Sergipe (com Itabaiana), Pernambuco, Itamaracá, Paraíba e Rio Grande (ou Potengi). A cartela fornece também informações sobre a construção do mesmo:

Construído e delineado de acordo com as suas observações e medições próprias, fundamentadas em longas e demoradas viagens², por Jorge Marcgrave, germânico, no ano de Cristo de 1643.

¹ Vale destacar que a obra de Piso (1658), denominada *De Indiae utriusque re naturali et medica*, não fez modificações ou melhoria no texto do *Liber Octavus*. Somente nele insere as informações sobre o eclipse solar de 13 de novembro de 1640, publicadas em 1647 por Gaspar Barléu em *Rerum per Octennium in Brasilia* (Barlaeus, 1660: 197), e o denomina *Tractatus Topographicus*.

² Durante essas longas e demoradas viagens pelo interior, Marcgrave fez o levantamento de campo em algumas regiões, medindo distâncias e rumos para transferir latitudes e longitudes de um ponto para outro. Seu mérito maior está no excelente encadeamento de trechos mapeados pessoalmente e por outras equipes de delineadores, com eventuais correções, além é claro da determinação astronômica da longitude do ponto básico do mapa, a cidade Maurícia, atual Recife.

Na lateral do mapa figuram graduações de latitude e longitude em graus [°] e escrúpulos (minutos [']), sendo a divisão mínima de 10'. O meridiano de origem vem declarado nessa cartela:

Colocamos a longitude dos locais, em graus e minutos, contados a partir das ilhas Afortunadas (*Insulae Fortunatae*).

Como se sabe, esse é um referencial clássico, as ilhas Canárias, já empregado como origem por Claudio Ptolomeu³ em seu célebre mapa do ecúmeno, do século 2º EC (Ptolomeu, 2º EC). Sua importância deriva desse arquipélago ser ponto de descanso e reabastecimento de naus que demandavam a América do Sul e as Índias desde o século 15. Nos tempos modernos, esse arquipélago foi fixado como origem dos mapas franceses a partir de um decreto de Luís XIII, de 1634, que estabeleceu a ilha do Ferro (a mais ocidental delas) como referência obrigatória para os mapas desse país.

Para a escala, Marcgrave estabelece a léguia holandesa, cujo comprimento resulta do módulo ser de 19 léguas por grau no círculo máximo (Equador). Esse valor pode ser comparado com um dado da sua “História Natural do Brasil” (Marcgrave, 1942), tradução de *Historiae Rerum Natvralium Brasiliae* (Marcgravius, 1648), e permite concluir que esse cartógrafo adotou para o raio da terra o valor calculado por Snellius, na Holanda, através de uma triangulação geodésica (Haasbroek, 1968).

Os extremos do mapa em latitude são: -5° 28' ao norte e -11° 47' ao sul; e em longitude: 340° 50' a leste e 336° 49' a oeste, com relação às ilhas Canárias. Medições sobre esse mapa mostram que a dimensão de 1° em latitude é igual à dimensão de 1° em longitude e que meridianos e paralelos cruzam-se em ângulo reto, permitindo afirmar que o mapa encontra-se na projeção denominada Carta Plana Quadrada.

Ao longo da costa, o mapa nomeia centenas de lugares e também outro tanto no interior, geralmente ao longo de rios. No oceano Atlântico diversas rosas dos ventos assemelham-no aos antigos portulanos, indicando rumos. Diversas vinhetas proporcionam muitos dados complementares, incluindo as informações cartográficas acima apresentadas, que hoje chamaríamos de metadados.

Extensa nota, em latim, francês e neerlandês, baseada em textos de João de Laet, colocada no rodapé ou nas laterais, descreve a fauna, a flora, o clima, os habitantes e o território e a história do país. É, além disso, uma obra de arte, pela composição, pelos adereços, pelas cores, num estilo que pode ser

³ Astrônomo e geógrafo que viveu em Alexandria nos séculos 1º e 2º EC.

classificado como barroco. Diversas cenas do Brasil holandês distribuem-se no interior do continente: são gravuras de Frans Post, cuja análise foi explorada em alguns trabalhos (Whitehead and Boeseman, 1989; Boogaart, 2011). Vale dizer que existem diversas versões desse mapa, mantendo a mesma essência cartográfica e variando os detalhes na decoração. Por exemplo, uma variante encontra-se em Adonias (1993). Na Figura 2 apresentam-se algumas dessas vinhetas.



Figura 2. Algumas das vinhetas de Frans Post. De cima para baixo: cenas do cotidiano indígena, o engenho de farinha, o engenho de açúcar e animais brasileiros (detalhes do Mapa #38, Klenke Atlas, British Library)

Em outra vinheta (Figura 3), com o título *Maritima Brasiliae Universae* (Toda orla marítima do Brasil), encontra-se representado um grande trecho da costa brasileira, do Ceará até a baía de São Francisco, ou baía Babitonga, SC. Naturalmente, o autor serviu-se de outras fontes para representar as

regiões que estavam fora do domínio holandês. No entanto, como não traz graduação em latitude e longitude, torna-se impossível identificar o meridiano de origem desse mapa ou determinar a sua precisão. Sua função é somente situar o território mapeado num contexto geográfico maior: posicionar o detalhe no conjunto.



Figura 3. Mapa Maritima Brasiliae Universae, que mostra também o Brasil português. As escalas de latitude e longitude não se referem a esse encarte, mas ao *Brasilia qua parte paret Belgis* (detalhe do Mapa #38, Klenke Atlas, British Library)

Cada característica ou ângulo dessa rica peça cartográfica pode ser explorada e vem complementar as análises existentes. Para além do aspecto artístico, deve-se ressaltar que ele é uma obra técnica pioneira e de primeira grandeza: por ser um dos primeiros mapas da América que fornece graduação em longitude; e, como se mostrará, é tão preciso que estabelece novo patamar de qualidade. Cortesão (1965) aventa a hipótese de que esse mapa teria sido copiado de mapas portugueses. No entanto, as coordenadas geográficas desse mapa são originais: foram obtidas por métodos astronômicos (eclipse lunar) e medições de rumos e distâncias.

Assim, o foco do presente trabalho é o estudo do meridiano de origem, a avaliação da precisão das coordenadas, numa análise em que se estabelece um diálogo entre os resultados obtidos através do mapa e as informações presentes no *Historiae Rerum Naturalium Brasiliae* (Marcgravius, 1648).

A astronomia na cartografia

O trabalho cartográfico de qualidade, para a representação de grandes extensões territoriais, vem sempre precedido de significativos trabalhos de astronomia de campo. Efetivamente, os mapas que excedem o campo topográfico⁴ utilizam projeções cartográficas⁵ e devem contar necessariamente com as coordenadas geográficas (latitude e longitude) determinadas astronomicamente, dos locais a serem representados. Assim tem sido desde os tempos de Ptolomeu que, em sua *Geography* (Ptolomeu, 2º EC), apresentou três tipos de projeção diferentes e tabelas com mais de 8 mil lugares com suas coordenadas geográficas. As latitudes eram calculadas a partir da **altura** da estrela polar, e as longitudes a partir de distâncias médias percorridas por viajantes, entre localidades. Como meridiano de origem adotou as ilhas Afortunadas (Canárias), sem especificar sua exata localização⁶. Com isso, as longitudes, contadas para leste, eram todas positivas.

Com as grandes navegações surgiu a necessidade de calcular e transportar coordenadas em alto-mar. O conceito de transporte de coordenadas geográficas será esclarecido adiante. Os portugueses aperfeiçoaram o astrolábio medieval e, como a estrela polar não é visível no hemisfério sul, calculavam as latitudes por visada ao Sol em sua **passagem meridiana**. Nesse horário os cálculos se simplificam: as contas são de adição e subtração. A outra parcela, além da **altura** do Sol é a **declinação** desse astro, que podia ser encontrada em uma tabela de **declinação** do Sol para cada dia do ano, como a do *Almanach Perpetuum*, de Abrão ben Samuel Zacuto (1452–1515), disponível na época dessas viagens pelo Atlântico. Moraes (1984) detalha a primeira medição de latitude feita em nosso país, descrita na conhecida carta de mestre João.

Já para o cálculo das longitudes as tarefas não eram tão simples. Adotava-se uma longitude de origem (zero por convenção) e calculava-se a diferença de longitude, desse ponto para o seguinte, através da estimativa do rumo entre as localidades⁷ e das distâncias percorridas. As distâncias multiplicadas pelo seno

⁴ O campo topográfico refere-se a áreas relativamente pequenas da superfície da Terra, que podem ser consideradas praticamente planas, ignorando a esfericidade do globo.

⁵ A projeção cartográfica possibilita transferir, através de transformações matemáticas, as coordenadas geográficas do globo terrestre para mapas planos, sem dar lugar a ambiguidades.

⁶ As reconstituições do mapa de Ptolomeu desenham quatro ilhas formando o arquipélago das ilhas Afortunadas. Essa escolha (genérica das Canárias) justifica-se em razão de evitar coordenadas negativas. Alguns autores indicam que esse cartógrafo teria escolhido como origem específica o meridiano da ilha do Ferro. Mas essa seria uma opção de hoje. Nada se encontra nesse sentido na obra de Ptolomeu.

⁷ O rumo era quantificado pelo ângulo entre a direção do deslocamento e a direção N-S.

e cosseno do rumo forneciam as distâncias segundo as direções L-O e N-S, respectivamente. Para a conversão das mesmas para grau [°] e fração, esses resultados deviam ser divididos pelo raio da terra (para a diferença de latitude) e pelo raio do paralelo (para a diferença de longitude).

O processo é recursivo, pois a partir do segundo ponto pode-se calcular da mesma forma as coordenadas do terceiro ponto, e assim por diante. Nisso consiste o transporte de coordenadas. De tempos em tempos pode-se determinar a latitude de determinado ponto para eliminar os erros acumulados. Mas para a longitude não há esse tipo de controle, o que faz com que o erro só se acumule. Isso se refletiu historicamente no transporte das longitudes da Europa para a América, com erros de 8 ou até 10° entre Lisboa e o Cabo de Santo Agostinho (Pernambuco) para as medições portuguesas, e entre Toledo ou Madri e Cartagena de Índias (Venezuela) para as medições espanholas.

A imprecisão dessa operação deve-se ao fato de os pilotos trabalharem com rumos magnéticos⁸ e principalmente aos erros na estimativa das distâncias percorridas em alto-mar, coisa que se avaliava pelo sentimento do piloto, baseado na força e direção do vento⁹. As correntes marítimas também influenciavam, e assim a precisão deixava muito a desejar.

Para minimizar as medições nas viagens do Atlântico, foram escolhidas certas ilhas que ficassem na rota da viagem para iniciar a contagem a partir daí. Foram assim estabelecidas as latitudes e longitudes das ilhas de Cabo Verde (Santo Antão), Canárias (Ferro) e outras. A partir dessas ilhas calculavam-se as diferenças de longitude para o próximo ponto de contato que, na América, em geral era o cabo de Santo Agostinho ou Cartagena de Índias. A partir desses pontos na costa, era necessário transportar as coordenadas para outros pontos, utilizando método de caminhamento, semelhante ao de navegação acima descrito, permitindo situar cartograficamente cidades (Lima, Quito, Cusco) e outras feições geográficas.

No entanto, para fixar com maior precisão a posição da América com relação à Europa, era necessário empregar outros métodos. Como se sabe, a dife-

⁸ Ainda que nessa época os rumos magnéticos, no Atlântico Sul, estivessem muito próximos dos rumos verdadeiros ou geográficos, isto é, as **declinações magnéticas** eram próximas de zero.

⁹ O “Regimento das Léguas” — documento em uso a partir do século 15, que indicava como calcular as distâncias percorridas na prática da navegação — fornecia: para 24 horas, com vento tenso em popa, de 36 a 38 léguas; com vento, quando a nau governa pela bolina, 8 léguas. Como a nau andava em ziguezague, era necessário efetuar as reduções através de regras práticas fornecidas por esse “Regimento”. Maiores detalhes podem ser vistos em Marques (1994).

rença de longitude entre dois locais nada mais é que a diferença horária entre eles multiplicada por 15° ($= 360^\circ/24$ horas). Para isso é necessário conhecer simultaneamente a hora local nos dois lugares, e essa simultaneidade pode ser obtida através de um fenômeno observado ao mesmo tempo. Isso remeteu inicialmente (séculos 16 e 17) para o aproveitamento de eclipses lunares e, mais tarde, para a ocultação dos satélites de Júpiter (fim do século 17). Foi só no fim do século 18 que se pôde contar com relógios precisos (o **cronômetro** de John Harrison, 1693-1776) para o transporte da hora de um local para outro.

No Recife, a partir de 19/9/1639, quando a construção do observatório astronômico foi concluída, Marcgrave pôde contar com um **quadrante** que podia apreciar o minuto de arco na medição dos ângulos verticais, um telescópio para observar os astros e um pêndulo (equipamento ainda não aperfeiçoado), para contar oscilações e determinar o instante de ocorrência dos fenômenos celestes, como os eclipses através dos quais calculou diferenças de longitudes. Neste caso, os erros na determinação de longitude derivariam daqueles cometidos na observação do eclipse e no cálculo das previsões para um meridiano de referência.

Munido desses instrumentos no Recife, ou só de outros portáteis — portanto menos precisos — quando fazia trabalhos de campo em expedições, Marcgrave observou cinco eclipses lunares (Matsuura, 2011: 122-123): um no forte Ceulen (ou dos Reis Magos, Natal, RN) e os demais na ilha de Antonio Vaz, hoje o bairro de Santo Antônio, no Recife (ver “Um observatório de ponta no Novo Mundo” neste Capítulo). Assim, em princípio, poderia dispor da longitude de dois locais do Brasil holandês, determinados independentemente, para a elaboração de seu mapa, mas essa não seria boa opção, pois um erro em um dos locais introduziria erros em todo o mapa¹⁰, o que de fato não ocorreu.

Como se verá, Marcgrave serviu-se somente de um eclipse lunar para fazer a determinação da longitude do Recife, combinando os dados da sua observação com os previstos para Uraniburgo, o célebre observatório de Tycho Brahe¹¹. O uso exclusivo da longitude do Recife está de certa maneira confirmado pelo fato de sua longitude ter sido a única indicada expressamente no *História Natural do Brasil* (Marcgrave, 1942) e *Tractatus* (Piso, 1658: 260), como sendo $340,50^\circ$, valor que coincide com aquele extraído do mapa, e que coincide também com o valor calculado para o eclipse que ocorreu de 20 para 21 de dezem-

¹⁰ Isso foi o que aconteceu com Charles Marie de La Condamine (1701-1774) em 1743. Um erro superior a 3° na foz do rio Napo, afluente do Amazonas, propagou-se por todo o mapa, dos Andes até o Atlântico, como se mostra em Cintra e Freitas (2011).

¹¹ Esse observatório estava situado na ilha de Hven, no estreito de Öresund, entre a Dinamarca e a Suécia.

bro de 1638¹². Ou seja, utilizou somente este e não fez uso dos dados de eclipses posteriores, provavelmente por ainda não dispor deles.

De posse dessa longitude inicial e com as medições de distâncias e rumos que realizou, Marcgrave transportou essas coordenadas para todo o Brasil holandês, tendo percorrido boa parte de sua extensão. Uma confirmação indireta disso encontra-se nas considerações sobre a medição de distâncias que se fazem no cartucho principal do mapa:

As distâncias em linha reta entre dois locais, em léguas¹³ e as suas frações, devem com certeza ser aqui utilizadas. Para obter as distâncias dos trajetos, indicamos por meio de pontinhos as curvas dos caminhos entre dois lugares quaisquer, e por meio desta particular mensuração se evidenciará a extensão do trajeto.

Por outro lado, entre os instrumentos de Marcgrave encontrava-se o martelo polonês, capaz de possibilitar a medição de ângulos horizontais.

A partir da alocação precisa de lugares (cidades, pontos na costa, etc.), o editor do mapa desenhou todas as feições geográficas e completou com legendas, ilustrações e outras informações.

Longitude do meridiano de origem e precisão do mapa

Antes de recorrer aos textos do *Historiae Rerum Naturalium Brasiliae* (Marcgravius, 1648), optou-se por uma metodologia centrada inicialmente no próprio mapa mural, para extrair, através de medições, dados e informações de maneira independente e, depois, à luz dos resultados, interpretar os textos.

Seguindo a metodologia proposta por Cintra (2012), e utilizando um programa de cartografia digital (*MapInfo*, da *Pitney Bowes Software*), o mapa foi georeferenciado pelas coordenadas dos 4 cantos. Em razão de análises prévias foi utilizada a já citada projeção Carta Plana Quadrada. Na sequência foram extraídas as coordenadas geográficas de 21 pontos, distribuídos mais ou menos uniformemente ao longo da região litorânea. A Tabela 1 resume os dados e os cálculos realizados para a determinação do meridiano de origem e da precisão do mapa.

¹² Sendo anterior a 15/9/39, ele ainda não contava com os instrumentos mais precisos do observatório.

¹³ Estabelecemos a correspondência dessa léguia a 1/19 de 1º no círculo máximo (Equador).

	Local	Mapa mural		Mapa atual			Diferenças	
		λ^*	φ^*	λ	φ	λ_o	$\Delta\lambda$	$\Delta\varphi$
1	Caſteel Keulen/Forte dos Reis Magos, Natal, RN	340,21	-5,66	-35,18	-5,79	-15,39	-0,12	0,13
2	Tareirũ/antiga Barra do Rio Trairi, RN	340,26	-5,98	-35,09	-6,18	-15,35	-0,07	0,20
3	Curemataí/Barra do Cunhaú, RN	340,30	-6,26	-35,03	-6,32	-15,33	-0,05	0,06
4	Tebiracajutiba ou Baya de treiçao/Baia da Traição, PB	340,37	-6,67	-34,95	-6,78	-15,32	-0,05	0,11
5	F. Marguerita/Forte de Santa Catarina, Cabedelo, PB	340,47	-7,04	-34,83	-6,97	-15,29	-0,01	-0,07
6	Frederica/João Pessoa, PB	340,40	-7,17	-34,85	-6,96	-15,25	0,03	-0,21
7	Cabo blanco/Cabo Branco, PB	340,52	-7,20	-34,78	-7,14	-15,31	-0,03	-0,06
8	Abiaí/Barra do Abiaí-Pitimbu, PB	340,52	-7,45	-34,82	-7,48	-15,34	-0,06	0,03
9	Goiana/Goiana, PE	340,51	-7,54	-34,82	-7,55	-15,33	-0,05	0,01
10	N S. d Conceicão/Vila Velha, ilha de Itamaracá, PE	340,48	-7,84	-34,85	-7,80	-15,34	-0,06	-0,04
11	Olinda, PE	340,50	-8,08	-34,86	-8,02	-15,36	-0,08	-0,06
12	Çitade Mauritia, v. Mauritis Stadt/ilha de Antônio Vaz, Recife, PE	340,50	-8,10	-34,87	-8,08	-15,37	-0,09	-0,02
13	Cabo d S. Agostinho/Cabo de Santo Agostinho, PE	340,41	-8,43	-34,94	-8,34	-15,35	-0,07	-0,09
14	Mombucába/Tamandaré, PE	340,34	-8,58	-35,10	-8,75	-15,44	-0,16	0,17
15	Mongaguaba/Barra do rio Manguaba, Porto Calvo, AL	340,07	-9,06	-35,29	-9,17	-15,36	-0,08	0,11

16	Guaraigüaçu ou R. d S. Ant. Grande/Barra do rio Santo Antonio Grande, AL	339,69	-9,46	-35,50	-9,41	-15,19	0,08	-0,05
17	Barra das Lagoas/ Maceió, AL	339,32	-9,78	-35,78	-9,71	-15,10	0,18	-0,07
18	Cururuí/Barra do rio Coruripe, AL	338,82	-10,30	-36,16	-10,18	-14,98	0,30	-0,12
19	Parapitinga ou rio de S. Francisco/Barra do rio São Francisco, AL-SE	338,45	-10,72	-36,40	-10,50	-14,86	0,42	-0,21
20	Çirijí/barra do rio Sergipe, Aracajú, SE	337,95	-11,11	-37,36	-10,97	-15,31	-0,03	-0,14
21	Potiípeba ou rio de Vasarbarries/Barra do rio Vaza Barris, SE	337,50	-11,68	-37,14	-11,15	-14,64	0,64	-0,54
H1				Média	-15,25	0,00	-0,04	
H2				Desvio	0,20	0,20	0,16	
H2				Média	-15,28	0,00	-0,02	
H2				Desvio	0,14	0,14	0,12	

Tabela 1. Cálculo do meridiano de origem e da precisão do mapa de Marcgrave

Nessa Tabela são indicados nas duas primeiras colunas o número serial e o nome de cada localidade (obedecendo à grafia do mapa e colocando a seguir o nome atual): em cada uma delas foram coletadas as coordenadas geográficas. Assim, as duas colunas seguintes apresentam os valores de longitude e latitude (λ^* , φ^*) extraídos do mapa mural em questão, e as duas próximas, as coordenadas (λ , φ) dos mesmos pontos, extraídas de um mapa atual (*Google Earth*, referenciado a Greenwich). A coluna seguinte fornece λ_o , o valor da longitude do meridiano de origem com relação a Greenwich, que é calculado através da equação:

$$\lambda_o = (360^\circ - \lambda^*) + \lambda_G + \varepsilon$$

onde $(360^\circ - \lambda^*)$ é a longitude do ponto no mapa, contada de oeste para leste; λ_G , a longitude do mesmo ponto, com origem em Greenwich, contada para

oeste e ε , o erro na determinação do meridiano de origem que, num primeiro momento, pode-se supor igual a zero, para ser analisado posteriormente.

Caso os pontos fossem suficientemente precisos (ε próximo de zero), bastaria um deles para definir o meridiano de origem. O fato de se tomar a média de 21 pontos ajuda a estabelecer esse valor com maior segurança, através da média.

As duas últimas colunas correspondem à diferença entre as coordenadas do mapa (com as longitudes referidas a Greenwich) e as coordenadas atuais.

Nesse esquema de cálculo, a média dos valores indica a existência de um erro sistemático, para todo o mapa. Esse erro sistemático ou absoluto nada mais é do que a longitude do meridiano de origem com relação a Greenwich.

Por sua vez, o desvio-padrão é uma medida da dispersão dos valores em torno da média. Ele indica a precisão das coordenadas como um todo, a dispersão relativa. Ele não se modifica se a média assumir outro valor, ou seja, se o mapa for transladado sem mudar a posição relativa dos pontos. Ou seja, um erro (astronômico) na determinação do meridiano de origem não afeta a precisão do mapa como um todo (provoca uma translação). A precisão mede assim, o erro (cartográfico) no transporte de coordenadas (mais concretamente a longitude) entre os pontos do mapa, partindo do ponto origem e propagando-se ao longo do mapa.

As colunas $\Delta\lambda$ e $\Delta\phi$ correspondem aos afastamentos de cada valor, com relação à média e a análise dos mesmos pode detectar algum ponto muito discrepante do conjunto. Teoricamente, a média em latitude deveria ser zero, pois a origem das medições é o equador. Já com relação à longitude, o valor médio deve situar-se próximo do valor da longitude do meridiano de origem. Na Tabela acima, o valor é exatamente zero por construção, isto é, de cada valor foi subtraído o valor médio ($15,25^\circ / 15,28^\circ$).

Passando aos resultados concretos, e analisando os resultados finais dessa Tabela, observa-se que a média de λ_0 é $-15,25^\circ$, na condição H1 (hipótese sem eliminar nenhum resultado), e $-15,28^\circ$, na condição H2, hipótese eliminando o valor obtido na foz do Vaza Barris, na última linha da Tabela 1, que apresenta um desvio ($0,64^\circ$) muito acima do desvio médio ($0,14^\circ$), podendo ser considerado um erro grosso, do ponto de vista estatístico. A média, como se disse, corresponde a um erro sistemático, como se houvesse um erro devido a não se tomar Greenwich como meridiano de referência; a correção a ser feita é o valor da média, que corresponde à longitude média do meridiano de origem com relação a Greenwich.

Já em latitude, o erro sistemático é bastante pequeno ($-0,04^\circ$ em H1 e $-0,02^\circ$ em H2), e pode ser explicado simplesmente pelo erro que se comete ao extrair as coordenadas do mapa. Os erros individuais, no entanto, têm certa magni-

tude (na faixa que vai de +0,20° a -0,54°), obedecendo a um comportamento aleatório, em razão da precisão das medidas. Comportamento semelhante pode ser notado na outra coordenada.

Pode-se, de imediato, avaliar a qualidade desse mapa através do desvio-padrão em longitude e latitude, 0,14° e 0,12°, respectivamente, precisão que não se encontra em nenhum mapa anterior e que só seria alcançada 80 anos depois pelos mapas de Diogo Soares (1684-1748), um dos padres matemáticos, e só ultrapassada nos fins do século 19 com a utilização de **cronômetros** para a determinação de longitudes de maneira independente em diversos pontos de um mapa (ver os Capítulos “Expedições europeias para o Brasil” e “Expedições astronômicas” neste Volume). Só isso coloca esse mapa em um lugar de destaque na cartografia do Brasil.

Vale lembrar que esse desvio-padrão, pequeno, mede somente a coerência das medições entre si, a precisão do mapa, e não a precisão do meridiano de origem, que será analisada mais adiante.

Cortesão (1965: 17-26) aventa a hipótese de Marcgrave ter copiado ou se inspirado em mapas portugueses para compor essa peça cartográfica, ainda que admita a possibilidade contrária, isto é, de João Teixeira Albernaz, em seu Atlas de 1666, ter copiado Marcgrave. Esta última deve ser a alternativa correta, já que a constatação de uma precisão, superior a qualquer mapa da época, indica que o cartógrafo alemão não copiava; pelo contrário, mostra que esse mapa foi elaborado autonomamente, por métodos mais precisos. Por outro lado, ainda que todos os entes geográficos dos mapas portugueses e franceses estejam delineados no *Brasilia qua parte paret Belgis*, este vai além e consigna cerca de 900 novos topônimos, inéditos até então (Pereira, 2012).

Quanto à toponímia, diga-se de passagem, que Marcgrave aproveita, como qualquer cartógrafo, os nomes presentes em mapas anteriores, espelhos da denominação a eles dada pela população local, predominantemente na língua tupi, e muitas vezes com o enriquecimento de denominações bilingues, portuguesa-tupi, neerlandesa-tupi e portuguesa-neerlandesa. A diferença, especialmente nos topônimos tupis, fica por conta da sua redação, com acentuação especial e rigor, dentro do possível, que segue as normas da Gramática do padre José de Anchieta, conforme nota explicativa desse mapa:

Indicamos os nomes próprios das coisas na verdadeira ortografia da língua brasílica (indígena), rejeitando a que costuma ser escrita e pronunciada mutiladamente por pessoas totalmente ignorantes desse idioma.

O local do meridiano de origem

Para identificar o local do origem das longitudes através da média de λ_o , basta entrar em um mapa atual e verificar o acidente geográfico que se encontra nessa longitude ($-15,28^\circ$). Encontram-se aí as ilhas Canárias, como se pode ver na Figura 4, constatação que coincide com a informação contida no cartucho principal do mapa, como apontado anteriormente.

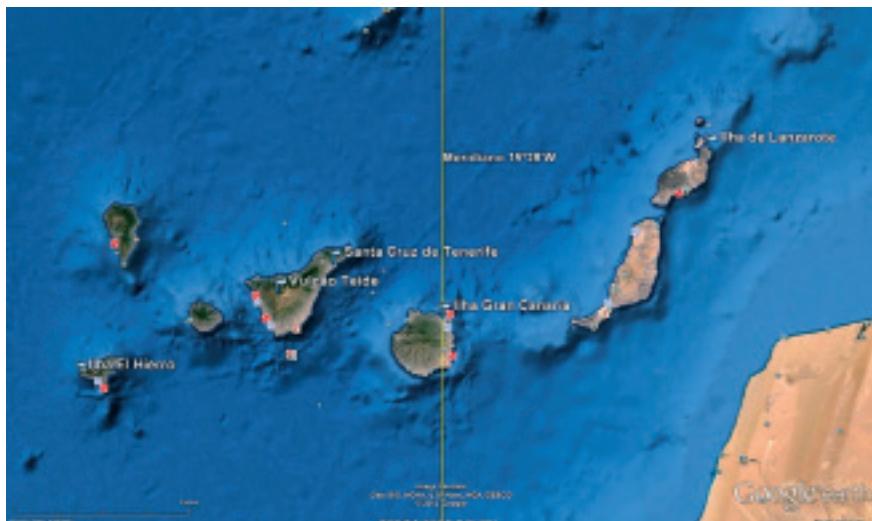


Figura 4. A posição do meridiano $-15,28^\circ$ no arquipélago das Canárias (ilhas Afortunadas)

Tendo em conta que se trata de arquipélago com certa extensão em longitude, fica a pergunta: por qual ilha passava o meridiano de origem de Marcgrave? Para essa análise montou-se a Tabela 2, levando-se agora em consideração o erro ε na determinação do meridiano de origem.

Local	Longitude	ε
Ilha do Ferro (ponta ocidental)	-18,16	-2,88
Teide (vulcão, ilha de Tenerife)	-16,58	-1,30
Santa Cruz de Tenerife (cidade, ilha de Tenerife)	-16,22	-0,94
Las Palmas de Gran Canária (cidade)	-15,42	-0,14
Ilha Lazarote (ponta oriental)	-13,27	2,01
Valor médio de λ_o	-15,28	0,00

Tabela 2. Possíveis localizações do meridiano de origem no arquipélago das Canárias

Nessa Tabela indicam-se alguns pontos possíveis de serem escolhidos para o meridiano de origem. A coluna longitude indica o valor referido a Greenwich e a coluna ε o erro sistemático resultante para cada escolha. Por esses valores vê-se que a faixa de amplitude desse arquipélago é de quase 5° ($2,88^\circ + 2,01^\circ$).

Não existe, nem no mapa nem nos demais documentos disponíveis, qualquer indício que permita saber qual foi o ponto de origem escolhida (fala-se genericamente de ilhas Afortunadas). Qualquer que seja o ponto escolhido, o erro está dentro daquilo que se esperava na época, em razão da tecnologia. Ou seja, nenhuma hipótese pode ser descartada.

Embora o erro seja maior, a ponta mais ocidental da ilha do Ferro era na época a opção mais prática do ponto de vista da navegação: para obter longitudes mediam-se léguas percorridas a partir de certa ilha que deveria estar na rota dos navios e, quanto mais próxima da América, melhor, pois assim ficava minimizando o trecho a medir. E estabelecia-se para essa ilha um valor de longitude que não precisava ser medido novamente em cada viagem; os franceses determinaram e adotaram para a ponta ocidental dessa ilha o valor de exatos 20° a oeste de Paris¹⁴ e tornaram obrigatório, como se apontou, o uso dessa longitude.

Admitindo a hipótese da ilha do Ferro, pode-se estimar qual seria, para Marcgrave, a longitude do Recife com relação a Greenwich. O cálculo é feito através da soma de $18,16^\circ$ (ilha do Ferro-Greenwich) com $19,5^\circ$ (Recife-ilha do Ferro, contado para oeste), resultando em $37,66^\circ$. Isso representa um erro de $2,79^\circ$ com relação ao valor real ($34,87^\circ$): Tabela 1, linha 12.

Erros dessa magnitude não assustam: na época não se dispunha nem de pêndulos precisos, nem do **cronômetro** (que seriam desenvolvidos por Christiaan Huygens (1629-1695) em 1673 e por Harrison em 1735, respectivamente), nem mesmo das tabelas das ocultações dos satélites de Júpiter, que seriam elaboradas por Giovanni Domenico Cassini (1625-1712) em 1668, e aperfeiçoadas por ele mesmo em 1690.

Longitude do Recife em relação às Canárias

Neste momento surge uma questão interessante: saber como foi calculado o valor de $340,5^\circ$ (contando para leste) ou $-19,5^\circ$ (contando para oeste) para a longitude do Recife em relação às ilhas Afortunadas.

¹⁴ Na realidade não são 20° mas $20,53^\circ$. Esse erro de $0,53^\circ$ reflete-se em todos os mapas franceses, e situaria a ilha do Ferro a $-17,67^\circ$ com relação a Greenwich. Nesses cálculos leva-se em conta que Paris está a $2,33^\circ$ a leste de Greenwich. O erro de Marcgrave no transporte também seria diminuído de $0,53^\circ$, situando-se na casa de $2,35^\circ$.

Para isso será examinado o cartucho principal e o trecho correspondente da obra escrita de Marcgrave. Deve-se fazer a ressalva inicial de que esse texto não é claro em muitos pontos, e até mesmo incongruente, pelo fato de ter sido editado e publicado por Laet e Piso, provavelmente a partir de rascunhos, num momento em que Marcgrave já havia falecido. Assim, a presente seção consiste num trabalho de dedução.

Ajuda também a compreender as discussões que se seguem ter em mente o possível esquema que Marcgrave deve ter seguido. Em primeiro lugar, a longitude do Recife deveria ser necessariamente referida a Uraniburgo, pois esse era o único observatório da época para o qual se dispunha de tabelas de previsões astronômicas; como isso foi feito é tratado em outra seção, mais adiante.

O cartucho principal do mapa informa que a origem das longitudes são as ilhas Afortunadas “situadas a $36^{\circ} 45'$ [36° 45'] de longitude dinamarquesa de Uraniburgo”. Essa origem coincide com o que se demonstrou pela análise cartográfica anterior, mas o estabelecimento desse valor é feito de forma indireta, como se explica a seguir.

Como se apontou, a referência a Uraniburgo era esperada. Em 1643 ainda não existiam os observatórios de Greenwich (1675), nem o de Paris (1666). Assim, para o cálculo preciso da longitude só se podia contar com as previsões astronômicas baseadas nas observações feitas em Uraniburgo. Para obter as diferenças horárias entre Uraniburgo e Recife era necessário contar com tabelas de previsão de eclipses que, no caso, foram as efemérides das Tabelas Rudolfinas, elaboradas por Kepler em 1625/1627 (Kepler, 1627) e as das Tabelas de Lorentz Eichstadt, que Marcgrave ajudara a compor (Moraes, 1984)¹⁵.

Por outro lado, pode-se recorrer a um breve texto do capítulo I do Livro VIII da *Historiae Rerum Naturalium Brasiliae* (Marcgravius, 1648)¹⁶ para esclarecer a origem desse valor de $36^{\circ}45'$ para a longitude das Canárias e procurar entender a marcha dos cálculos feitos por Marcgrave. A citação é dividida em parágrafos e são acrescentados comentários entre colchetes:

- a) “Tomando a posição conhecida de Lima, Capital do Peru, que os Espanhóis situam a oitenta e dois graus a ocidente de Toledo;
- b) e Toledo, por sua vez, está a dezenove graus e cinco escrúpulos [19°05'] a ocidente de Uraniburgo),

¹⁵ Como se verá, ele fez os cálculos usando as duas efemérides e adotou a última.

¹⁶ Foi feita a tradução direta do latim em razão de pequenos erros na tradução brasileira “História Natural do Brasil”(Marcgrave, 1942) e aproveitou-se para corrigir erros do original, conforme apontado na análise a seguir.

- c) de tal maneira que a longitude de Lima é duzentos e noventa e cinco graus e quarenta segundos [deve-se completar: com relação às ilhas Afortunadas]
- d) e tomindo, da mesma maneira, a longitude da cidade Maurícia (...) que eu mesmo muitas vezes observei pelos eclipses e achei de trezentos e quarenta graus e meio com relação a Uraniburgo [deve-se corrigir para: com relação às ilhas Afortunadas, e como se verá, esse valor é o resultado de um particular eclipse e não de vários, como se dá a entender]
- e) e estimando a diferença de quarenta e quatro graus e cinquenta minutos.” [deve-se acrescentar que essa diferença é entre o meridiano do Recife e o de Lima].

Essas informações possuem algumas pequenas incongruências formais, já apontadas por Pereira (2013), especialmente dos meridianos de origem para a longitude, que são examinadas e solucionadas a seguir:

- 1) A informação do item *c*) não decorre das anteriores, como se dá a entender com a expressão “de tal maneira”, pois a longitude de Lima, pelos valores fornecidos, seria $82^\circ + 19^\circ 5' = 101^\circ 5'$, com relação a Uraniburgo. O valor $295^\circ 40'$ (ou $64^\circ 20'$, contando para oeste) está correto, mas se refere às Canárias;
- 2) A informação do item *d*), de $340,5^\circ$ ($340^\circ 30'$), ou $19^\circ 30'$ (contando para oeste), está correta, mas com relação às ilhas Canárias, e não Uraniburgo. Ou seja, há um equívoco no texto, semelhante ao anterior, na indicação do meridiano de origem;
- 3) A informação do item *d*) não é o resultado direto da determinação da diferença de longitudes entre Recife e Uraniburgo, como se dá a entender, mas o resultado de um cálculo, como será esclarecido mais adiante;
- 4) A informação do item *e*) está incompleta, pois não menciona os extremos que fornecem essa diferença. Através de cálculos pode-se mostrar que se trata da diferença Recife-Lima.

Devido à maneira como os dados acabaram sendo publicados, Pereira e Cintra (2013) montaram um gráfico que ajuda a entender a situação (Figura 5). Nessa Figura as letras *a*, *b*, *c*, *d*, *e* correspondem aos valores apresentados, extraídos da citação de Marcgrave acima transcrita e corrigida dos equívocos. As localidades foram representadas de acordo com as longitudes, de oeste para leste. Os dados fornecidos nesse diagrama permitem calcular as seguintes relações, a partir dos dados fornecidos:

- 1) Canárias-Toledo: $f = a - c = 82^\circ - 64^\circ 20' = 17^\circ 40'$

- 2) Canárias-Uraniburgo: $g = f + b = 17^{\circ} 40' + 19^{\circ} 05' = 36^{\circ} 45'$. Como confirmação, esse é exatamente o valor informado no *Brasilia qua parte paret Belgis*: “estabelecendo para Uraniburgo na Dinamarca a longitude de 36.45 [36° 45’]”. Ou seja, ele está calculando a longitude de Uraniburgo com relação às Canárias.
- 3) Lima-Recife, deduzido por Marcgrave: $e = c - d = 64^{\circ} 20' - 19^{\circ} 30' = 44^{\circ} 50'$.

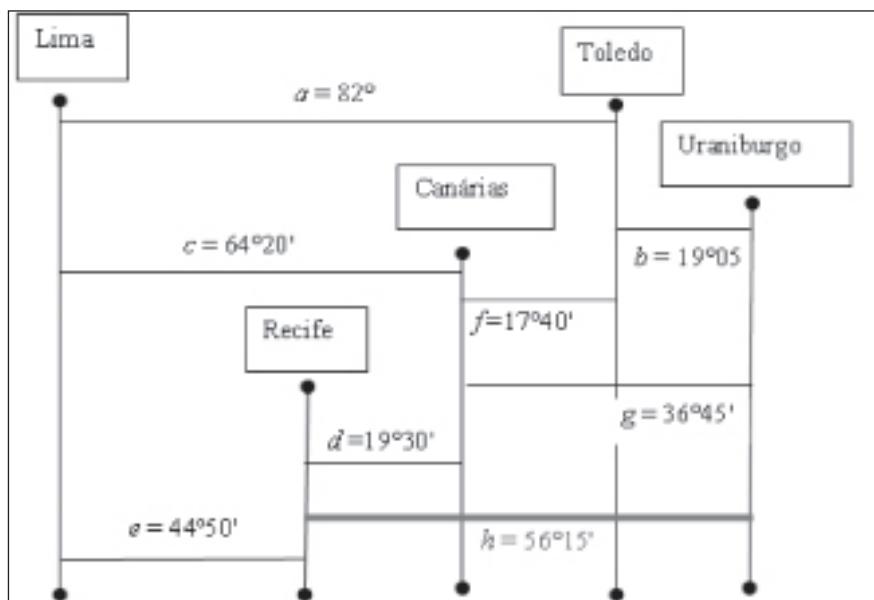


Figura 5. Diagrama da relação entre a longitude dos diversos locais mencionados em *Historiae Rerum Naturalium Brasiliæ* (Marcgravius, 1648) e no mapa mural *Brasilia qua parte paret Belgis*

Apesar de tudo, a ordem de fornecimento dos dados no texto editado por Laet é pouco didática e não esclarece a origem desses dados nem os cálculos, e mistura propósitos. Como se disse, talvez isso seja devido à forma como a obra foi composta: Marcgrave deixou um manuscrito, sem revisão e relativamente desorganizado, com trechos cifrados, que foi interpretado e publicado por João de Laet.

Nesses dados estão implícitos dois propósitos: 1) estabelecer a longitude do Recife com relação às ilhas Canárias (valor d no diagrama da Figura 5) e 2) determinar a extensão da América e do Brasil. Fixando a atenção no primeiro objetivo, pode-se começar apontando que o dado original de Marcgrave é a longitude do Recife com relação a Uraniburgo, que ele ob-

servou através de método astronômico, obtendo o valor de $56^{\circ}15'$ ¹⁷, valor que foi acrescentado em azul no diagrama acima, para efeito de verificação. A seguir, através de tabelas de longitude de cidades, disponíveis na época, ele obteve as diferenças de longitude entre Canárias e Toledo ($f = 17^{\circ} 40'$) e entre Toledo e Uraniburgo ($b = 19^{\circ} 05'$). Desses dados decorre a longitude de Uraniburgo com relação a Canárias ($g = f + b = 36^{\circ} 45'$)¹⁸. Por fim, a soma $g + d = 36^{\circ}45' + 19^{\circ}30' = 56^{\circ}15'$ que é igual h (traço grosso no diagrama), longitude determinada astronomicamente.

Então, em rigor, o raciocínio poderia ser bem mais simples: partir de h (longitude observada de Recife com relação a Uraniburgo) e subtrair g (longitude de Canárias com relação a Uraniburgo, adotando o valor de Tycho Brahe, conforme a Tabela 3, abaixo), obtendo o valor de $d = 19^{\circ}30'$ ($340^{\circ} 30'$, dependendo do sentido de contagem), longitude procurada, do Recife com relação às ilhas Canárias. De qualquer maneira, fica desvendada a relação entre as grandezas apontadas no *Historiae Rerum Naturalium Brasiliae* e uma possível, mas mais complicada, marcha de cálculos para estabelecer a longitude procurada.

Longitudes de Uraniburgo, Toledo e Lima

Embora o diagrama da Figura 5 seja formado por medidas coerentes entre si, esses valores não são corretos, comparados com os atuais. Para entender a origem e precisão desses dados é preciso ter em conta que eles foram tomados de certas tabelas de latitudes e longitudes de diversos locais. Essas tabelas para o mundo antigo já existiam no tempo de Ptolomeu. Sua já citada *Geography* foi o material básico para o desenho de mapas: dada uma projeção cartográfica (por exemplo, a cônica de Ptolomeu), pode-se desenhar as quadrículas ou redes de meridianos e paralelos e a seguir demarcar os pontos dessas tabelas e uni-los adequadamente para formar as feições lineares (rios, caminhos, contorno de países etc.), e demarcar as feições pontuais (cidades, fortés etc.).

A partir do renascimento da cartografia matemática foram produzidas novas tabelas de coordenadas denominadas *Catalogus civitatum* ou *Catalogus locorum* (Catálogo dos lugares, ou seja, de suas coordenadas geográficas).

¹⁷ Esse valor $56^{\circ}15'$, obtido astronomicamente, contrasta com o valor real, que é $47^{\circ}34'$, resultando num erro de $8^{\circ}41'$, para mais. Como se verá, houve uma compensação de erros.

¹⁸ Esse dado confere com a separação de meridianos entre as Canárias e Uraniburgo, estabelecido por Tycho Brahe, como consta da Tabela 3.

cas). Por exemplo, no período em estudo, as de Tycho Brahe (Brahe, 1600), Johannes Kepler (Kepler, 1627) e Lorentz Eichstadt (Eichstadius, 1639). Todas essas coordenadas figuravam em relações anexas às tabelas de efemérides (com a previsão da data e hora de eclipses com relação a um meridiano de origem) e procuravam melhorar os valores presentes na obra de Ptolomeu, ainda que algumas vezes piorassem os resultados. Além disso, esses valores permitiam calcular a diferença de longitude entre quaisquer dois lugares da tabela e, assim, transferir a longitude para outros meridianos de origem, além daquele para o qual foram previstas as efemérides. Foi o que fez Marcgrave nos cálculos comentados acima.

Na Tabela 3 apresentam-se os valores disponíveis no tempo de Marcgrave, comparados com o valor atual.

LOCAL	Fonte dos valores das longitudes				
	Ptolomeu	Tycho Brahe	Kepler	Eichstadt	Valor atual
Ilhas Afortunadas (Canárias)	0°	0°	-	0°	0°
Toledo	10° 00'	17° 40'	-16° 00'	17° 40'	14° 08'
Uraniburgo	41° 00'	36° 45'	0°	36° 45'	30° 52'

Tabela 3. Valor das longitudes das localidades-chave para os cálculos de Marcgrave

Nessa Tabela, para cada autor, o meridiano de origem corresponde ao local com valor 0°. Para o valor atual, as contas foram feitas transladando a origem de Greenwich para a ilha do Ferro (Canárias). Em Ptolomeu, o valor de Uraniburgo foi aproximado, adotando-se o valor da longitude do estreito entre a Dinamarca e a Suécia atuais¹⁹.

Também se pode ver que Marcgrave utilizou os valores de Eichstadt, com quem trabalhou na montagem das efemérides, como se pode conferir em Eichstadius (1634: 74 e 75) e este, por sua vez, copiou os valores de Tycho Brahe. Com isso fica esclarecida a fonte dos dados de Marcgrave indicados por *b, f e g* no diagrama da Figura 5. O dado restante, a separação entre Lima e Toledo ($a = 82^\circ$), conforme informação do próprio Marcgrave, é de origem espanhola. Ele está composto de duas parcelas: a separação Toledo-Canárias (17° 40', como apontado acima) e a separação Canárias-Lima, parcelas ou valores que necessariamente advinha de medições de léguas percorridas por mar e terra pelos espanhóis.

¹⁹ O observatório de Tycho Brahe, denominado Uraniburgo, foi construído após 1575.

Com relação à precisão desses dados, como se pode ver pela Tabela 3, Ptolomeu estimava a longitude de Toledo uns 4° a menos que o valor real e Tycho Brahe/Eichstadt/Marcgrave estimavam $3,5^{\circ}$ a mais. Por outro lado, Ptolomeu estimava a diferença Toledo-Uraniburgo como sendo 31° ($41^{\circ} - 10^{\circ}$), ou seja, uns 14° para mais²⁰, pois o real são uns 17° ($30^{\circ} 52' - 14^{\circ} 8' = 16^{\circ} 44'$), enquanto Tycho Brahe e os que dependeram dele estimavam essa diferença em cerca de 19° ($36^{\circ} 45' - 17^{\circ} 40' = 19^{\circ} 05'$), valor que Kepler corrigiu para 16° , valor bem mais próximo do real.

Todavia, o erro de Marcgrave de quase 6° a mais ($36^{\circ} 45'^{21} - 30^{\circ} 52' = 5^{\circ} 53'$) na longitude adotada para as ilhas Afortunadas, vem a compensar o erro cometido na determinação da longitude do Recife com relação a Uraniburgo, $8^{\circ} 41'$, também a mais ($56^{\circ} 15' - 47^{\circ} 34' = 8^{\circ} 41'$), resultando no final um erro de cerca de $2^{\circ} 48'$ ($2,8^{\circ}$), que coincide com os $2,88^{\circ}$ da primeira linha da Tabela 2, a menos dos arredondamentos. Essa compensação de erros fez com que a longitude do Recife com relação a Canárias ficasse relativamente próxima do real (erro de $2,88^{\circ}$). Pode-se ressaltar que Marcgrave trabalhou com o que dispunha, tanto em termos de instrumentos, quanto de efemérides e tábuas de longitudes defeituosas.

Extensão L-O do Brasil

No diagrama da Figura 5, ficou por explicar o porquê da introdução da longitude de Lima e o cálculo da diferença de longitude entre Recife e Lima. Como se nota na *História Natural do Brasil* (Marcgrave, 1942) e *Tractatus Topographicus* (Piso, 1658: 260), Marcgrave calculou a extensão do Brasil de leste a oeste²², ou seja, a diferença de longitude entre os pontos mais extremos a leste, que ele identifica com Recife, para efeitos práticos, e a oeste, que ele identifica com Cusco, que ele considera o limite do Brasil com a América espanhola.

²⁰ Fato conhecido: as distâncias e o mapa de Ptolomeu estavam superestimados; o Mediterrâneo, por exemplo, estava dilatado de uns 20° . A revisão das 8 mil coordenadas de Ptolomeu começou com Tycho Brahe, prosseguiu com Kepler, mas ainda teria que esperar por Delisle (1720), que contou com um bom conjunto de longitudes observadas com precisão e pôde realizar ampla reforma da cartografia.

²¹ Valor de Eichstadt na Tabela 3.

²² Calcular uma extensão é uma expressão imprecisa, pois deve-se informar em que latitude isso é feito e pode ocorrer, como de fato ocorre, que os pontos extremos não estejam na mesma latitude. Adota-se então, como Marcgrave fez, a latitude média. Mais simples é trabalhar com longitudes extremas e sua diferença.

O cálculo feito por Marcgrave, numa ordem mais didática, pode ser acompanhado nesse mesmo esquema da Figura 5. Ele partiu de um dado de origem espanhola, o segmento a , que corresponde à diferença de longitude entre Lima e Toledo. A seguir, subtraindo f obteve o valor c (longitude de Lima com relação a Canárias), para finalmente obter a diferença Recife-Lima ($e = c - d = 44^\circ 50'$).

A esse valor, Marcgrave descontou a diferença entre Lima e Cusco, que avalia em 100 léguas, o que equivale a $5,26^\circ$ no equador, ou $5,20^\circ$ ($5^\circ 12'$) na latitude do Recife. Ou seja, a extensão L-O do Brasil seria $44^\circ 50' - 5^\circ 12' = 39^\circ 38'$. Comparado com o valor real ($37^\circ 6'$ entre Recife e Cusco), isso representa um bom cálculo, com erro de apenas 6%²³. Outros cartógrafos fizeram cálculos desse estilo para melhorar seus mapas, como Pagan e Sanson, por volta de 1655, como se pode ver em Cintra e Oliveira (2014). Esse cálculo final pode ser visualizado na Figura 6.



Figura 6. Esquema do cálculo da extensão L-O do Brasil feito por Marcgrave: diferença de longitude entre Recife e Lima, menos a diferença Lima-Cusco

Esse dado, a extensão do Brasil ou da América do Sul, é uma informação bastante útil para o desenho de mapas. Isso porque os viajantes estimavam as distâncias em léguas entre as localidades e median latitudes. A partir disso os cartógrafos resolviam triângulos esféricos e calculavam as diferenças de longitude. Mas a precisão dos cálculos ficava na dependência da estimativa das distâncias percorridas, que eram sempre superestimadas numa “tradição” que vinha de Ptolomeu (o viajante cansado estima que andou mais do que o fez na realidade). Assim, os cartógrafos aplicavam um fator de correção que era obtido através da somatória das diferenças de longitude dividida por uma estimativa da diferença de longitude total. E com isso corrigiam o mapa.

²³ Os valores da grandeza do Brasil aqui citados estão coerentes com Pereira (2013:1 4) e com a Nota Técnica do mapa *Brasilia qua parte paret Belgis*.

Determinação astronômica da longitude do Recife

O próximo passo é explicar a origem do valor obtido por Marcgrave para a longitude do Recife com relação a Uraniburgo, que ele no capítulo I do Livro VIII da *História Natural do Brasil* (Marcgrave, 1942) afirma ser baseado em suas observações de eclipses, ou seja, explicar o valor de $56^{\circ} 15'$, que é a separação de meridianos entre esses locais e que, como se sabe, contém um erro de $8^{\circ} 41'^{24}$ a mais, pois a separação real é de $47^{\circ} 34'$.

Vendo os cálculos das observações de eclipses feitas por Marcgrave, identifica-se que ele utilizou o resultado da observação do eclipse da Lua na noite de 20/21 de dezembro de 1638, ou seja, feita em uma época em que ele ainda não havia montado seu observatório no telhado, conforme Matsuura (2011).

Para a comprovação desse fato, a Figura 7 reproduz duas folhas dos documentos de Marcgrave depositados no *Erfgoed Leiden en Omstreken* (ELO), antes *Regionaal Archief Leiden*, com anotações consideradas como sendo do próprio punho de Marcgrave. Essas folhas permitem acompanhar os cálculos da determinação da longitude da ilha de Antonio Vaz, onde se situava a Cidade Maurícia. Na realidade foram dois cálculos, com diferentes efemérides.

Latitude	Longitude	Altitude
Uraniborg	$56^{\circ} 15'$	30°
Recife	$47^{\circ} 34'$	30°

Latitude	Longitude	Altitude
Uraniborg	$56^{\circ} 15'$	30°
Recife	$47^{\circ} 34'$	30°

Figura 7. Duas folhas com anotações de Marcgrave dos dados da observação do eclipse total da Lua na noite de 20/21 de dezembro de 1638 e o cálculo da longitude de Antonio Vaz (Recife). Fonte: ELO

²⁴ Como visto, foi um valor impreciso, mas que acabou compensado por outros. O cálculo e a adoção de um valor inicial eram necessários para o transporte de longitude para outros locais.

As anotações na primeira folha registram, em latim, entre outras coisas, o tipo do eclipse, lunar total, local da observação, data, horários de início, meio, fim e duração. Na metade de baixo da folha, separado por um traço, figuram essas mesmas efemérides para o meridiano de Uraniburgo e a indicação explícita de terem sido utilizadas as Tabelas Rudolfinas (Kepler, 1627). Numa segunda coluna, destacada com um retângulo, com a mesma letra de Marcgrave, há anotações de horários ligeiramente mais tardios, obtidos de outra fonte, possivelmente as efemérides de Eichstadt.

Para a compreensão desses manuscritos, podem-se destacar ainda alguns pontos. A data é apresentada na forma 10/20 de dezembro, sendo que o primeiro número corresponde ao dia no calendário antigo e o segundo número ao dia no calendário atual²⁵. O ano, em algarismos romanos, utiliza a regra de subtração também para outros dígitos (8 = IIX). A hora, como em muitos casos em astronomia, começa a ser contada a partir do meio-dia²⁶ e, por isso, o eclipse no Recife começa às 9h44, o que corresponde às 21h44; e termina às 12h21, ou seja, depois da meia-noite, já no dia seguinte, 21 de dezembro.

A segunda folha contém os cálculos da diferença meridiana entre Antonio Vaz e Uraniburgo. A primeira parte explicita as diferenças horárias de cada fase do eclipse calculadas a partir das Tabelas Rudolfinas, coisa que se deduz pela referência a Kepler, como se pode ver na Figura 8, que é uma ampliação desse trecho.

In obseruat. iusti Eclipse	Hor.	Min.
Medii	3.	31.
Finis etiamē lib.	3.	38.

Figura 8. Detalhe da Figura 7 à direita, com as diferenças de longitude (em horas) para cada fase do eclipse lunar e a referência a Kepler e, portanto, às previsões das Tabelas Rudolfinas. Fonte: ELO

²⁵ O calendário gregoriano, em 1638 ainda considerado novo, foi promulgado em 15 de outubro de 1582 por bula pontifícia do papa Gregório XIII, substituindo o calendário juliano, do qual suprimia 10 dias.

²⁶ Horário *post meridiem*, PM.

Para cada uma das três fases do eclipse é feito um cálculo da diferença de horários e, ao fim, da diferença máxima entre eles (7 min) e o cálculo da média (3 h 34 min), que ele estabelece para a diferença horária entre os meridianos. A diferença horária de 3 h 34 min equivale a $53^{\circ} 30'$ de diferença entre os meridianos de Antonio Vaz e Uraniburgo. A seguir (detalhe ampliado na Figura 9) é calculada a longitude com relação às ilhas Canárias, através da conta: $360^{\circ} + 36^{\circ} 45'$ (valor da Tabela 3) = $396^{\circ} 45'$, do qual subtrai $53^{\circ} 30'$, chegando a $343^{\circ} 15'$, ou $16^{\circ} 45'$ contando para leste. Esse foi o primeiro valor calculado por Marcgrave.

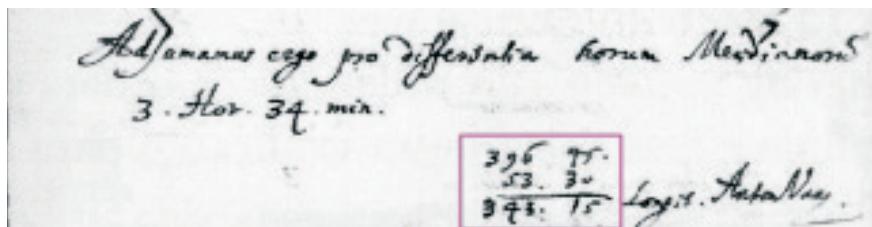


Figura 9. Outro detalhe da Figura 7 à direita, com o cálculo da longitude de Antonio Vaz em relação às ilhas Afortunadas com as efemérides das Tabelas Rudolfinas. Fonte: ELO

Efetivamente, os cálculos continuam na Figura 7, podendo-se ver com maior detalhe na Figura 10. As anotações correspondem às diferenças entre os valores observados e os valores previstos para os três instantes de início, meio e fim do mesmo eclipse, mas com outras efemérides, muito provavelmente as de Eichstadt que, como se disse, ele mesmo ajudou a calcular²⁷.

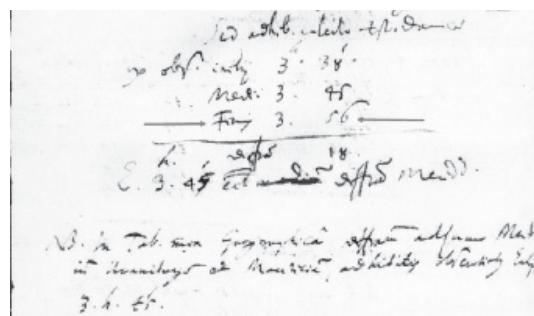


Figura 10. Mais um detalhe da Figura 7 à direita, com as diferenças horárias entre os eventos do eclipse lunar de 20-21/12/1638 e os dados das outras efemérides (possivelmente Eichstadt). Fonte: ELO

²⁷ A Tabela de Eichstadt (Eichstadius, 1634: 194) prevê os seguintes instantes para início, meio e fim: 13h 21m 16s; 15h 22m 19s; 17h 23m 22s. Como se vê, valores muito próximos, diferindo de menos de 1 min dos valores anotados por Marcgrave. Isso pode ser devido a um ajuste, que seria longo detalhar.

A diferença máxima (início e fim) foi de 18 min ($4,5^\circ$), o que é um valor alto. E a média resulta em $46,3'$, que Marcgrave arredondou para $45'$, possivelmente para facilitar as contas. Na nota final (NB) ele confirma e estabelece formalmente a longitude da cidade Maurícia em $3h\ 45'$ em relação a Uraniburgo, o que equivale a $56^\circ\ 15'$, que leva à longitude de $340^\circ\ 30'$ (ou $19^\circ\ 30'$) em relação às ilhas Canárias.

Esses resultados demonstram que Marcgrave utilizou somente os dados do eclipse total da Lua ocorrido na noite de 20/21 de dezembro de 1638 para determinar a longitude de Antonio Vaz, usando as efemérides da segunda coluna da folha da esquerda da Figura 7 que, muito provavelmente, são devidas a Eichstadt.

Delisle e as observações de Marcgrave

Os documentos com os registros dos dados das observações astronômicas de Marcgrave têm uma história interessante e em boa parte desconhecida. Por um lado estão os chamados Manuscritos de Leiden, os documentos arquivados no ELO, acima comentados, e que permitiram a determinação da longitude de Antonio Vaz. Por outro, estão os Manuscritos de Paris, documentos arquivados na biblioteca do Observatório de Paris, e cujos originais estiveram em Cadis, tendo passado pelas mãos de d. Antonio de Ulloa, astrônomo espanhol que trabalhou na medição do arco de meridiano no Peru e foram utilizados por Joseph-Nicolas Delisle (Moraes, 1984), e por seu irmão Guillaume Delisle. Este último em dissertação lida perante a Academia de Ciências de Paris (Delisle, 1720), menciona que utilizou os dados de Marcgrave e, em concreto, que as observações dos “eclipses da Lua de 21 de dezembro de 1638 e de 14 de abril de 1642, comparadas com aquelas que foram feitas ao mesmo tempo em Paris, nos fornecem a longitude desse cabo [cabو de Santo Agostinho, identificado com Recife] como sendo de 343 graus e 40 minutos, a oeste de Paris”.

Ou seja, a partir dos dados de Marcgrave e de tempos observados (e não de previsões de efemérides), Delisle refez os cálculos. Note-se, de qualquer forma, que essa longitude não se refere a Paris (levaria a erro superior a 23°), mas sim à ilha do Ferro²⁸ e, nesse caso, pode-se calcular a longitude do Recife em relação a Greenwich, somando a longitude do Recife nesse referencial ($-16,23^\circ$

²⁸ Ou seja, parece que por distração Delisle trocou a referência padrão dos mapas, as ilhas Afortunadas, por Paris.

= 343,67° - 360°) com a longitude do Ferro (-18,16°), resultando em -34,39°, muito próximo do valor real -34,87°; ou seja, com um erro de 0,48°, ou simplificando, menor que 0,5°.

Por outro lado, o valor mencionado por Delisle, 343° 40', corresponde muito aproximadamente ao valor calculado por Marcgrave com o auxílio das Tabelas Rudolfinas: 343° 15'. Seria interessante averiguar a precisão dessas tabelas, bem como as de Eichstadt.

Em todo caso, vale lembrar que Delisle contou unicamente com mais um dado de longitude na América (golfo de Santa Marta, na Colômbia) e assim, o dado do Recife foi fundamental para fixar a extensão da América do Sul e dessa forma promover a reforma da cartografia desse continente.

Cortesão (1965), por outro lado, em suas análises fala de um erro de cerca de 40', o que está próximo da realidade e corresponde bem à qualidade astronômica e cartográfica dos dados de Marcgrave, contando com o auxílio de erros que se compensaram.

Conclusões

No presente trabalho foi determinado e longamente discutido o meridiano de origem do mapa *Brasilia qua parte paret Belgis*, de Jorge Marcgrave. A ubiquação do mesmo nas ilhas Canárias está fora de dúvida, sendo a ilha do Ferro a hipótese mais provável. Foram discutidas e solucionadas algumas questões quanto à forma como essa longitude foi estabelecida, corrigindo-se algum equívoco quanto a essa origem e à forma como foi calculada.

Estabeleceu-se, também, um diálogo de correlação entre o mapa e as obras *Historiae Rerum Naturalium Brasiliæ* (Marcgravius, 1648) e *Tractatus Topographicus* (Piso, 1658), editadas de documentos do próprio Marcgrave, reafirmando as conclusões de Pereira e Cintra (2013) de que o meridiano de origem citado nessas obras, Uraniburgo, está incorreto, devendo ser entendido como o das ilhas Afortunadas (arquipélago das Canárias).

Foi calculada a precisão das coordenadas (longitude e latitude) do mapa, podendo-se afirmar que não há mapa português até essa data que se iguale a ele, e foi necessário esperar pelos mapas do jesuíta Diogo Soares para encontrar um que se equipasse em qualidade cartográfica. Por essa precisão inigualável, pode-se também descartar a hipótese colocada por Jaime Cortesão, de que seja uma cópia de mapas portugueses. Como todo bom mapa, coincide com a cartografia portuguesa, apresentando todos os topônimos desta e também da cartografia francesa, mas contém, além disso, cerca de

1.800 entes geográficos inéditos, além de uma rede de caminhos ausente na cartografia anterior.

A explanação de como Marcgrave obteve a longitude da ilha de Antonio Vaz, baseada no estudo de duas folhas dos documentos de Marcgrave preservados no ELO, na Holanda, com anotações e cálculos presumivelmente do seu próprio punho e relacionados com o eclipse lunar total na noite de 20/21 de dezembro de 1638, permitiu a conclusão de que somente os dados desse eclipse foram utilizados, e não, como até então alguns estudiosos acreditavam, dados de outra fonte ou a média de duas ou mais das cinco observações de eclipses lunares que ele realizou no Brasil.

Para tal, como constatado, Marcgrave utilizou efemérides de duas fontes, as das Tabelas Rudolfinas, de Kepler, e as das *Ephemerides Novarum*, de Eichstadt, de 1634, das quais ele próprio cooperou na elaboração e do qual foi aluno durante os dois anos em que ele estudou em Stettin, na Pomerânia Ocidental, hoje Polônia.

O processo e o *modus operandi* para o estabelecimento da longitude de Antonio Vaz por Marcgrave, foram objeto de conjecturas durante muito tempo e, para esclarecê-los, foi preciso associar o texto no cartucho do mapa, onde estava citado o meridiano de origem, as ilhas Afortunadas e a sua longitude em relação a Uraniburgo, 36°45', com o texto do *Historiae Rerum Naturalium Brasiliæ* (Marcgravius, 1648) e *Tractatus Topographicus* (Piso, 1658), e interpretar esses dados com a ajuda do método de identificação do meridiano de origem do mapa proposto por Cintra (2012), expurgando desse texto os deslizes de seu editor, João de Laet.

As discussões permitiram também avançar algumas hipóteses sobre como os dados foram levantados e calculados e como o mapa foi desenhado. E, além disso, vem confirmar a boa impressão qualitativa do barão do Rio Branco, na citação endossada por Taunay (1942: 34):

Tinha Rio Branco na mais alta conta o saber geográfico e a proficiência cartográfica de Marcgrave. Assim em suas Efemérides Brasileiras (31 de julho) observa: “Os preciosos documentos geográficos, vulgarmente chamados de Barlaeus são devidos a George Marcgrafe e não passam de fragmentos incompletos de uma magnífica carta, hoje raríssima, ornada de cartuchos, brasões, troféus e paisagens” (...) Comenta [ainda] o insigne Paranhos: “Triste é dizê-lo: ainda hoje quem quer estudar a zona marítima desde o Rio Grande do Norte até Sergipe, encontra no mapa do ilustre Marcgraff valiosas indicações geográficas, que de balde procuraria nas cartas brasileiras mesmo as mais recentes, todas levantadas em muito menor escala”.

A excelência técnica imposta pela meticulosidade de Marcgrave, nas observações de campo e na elaboração do mapa, equivale à renomada qualidade artística das gravuras de Frans Post, fazendo jus a ser considerado o melhor mapa histórico do Brasil em sua área de abrangência, até o primeiro quartel do século 18, pelo menos.

Referências

Adonias, Isa (1993), *Mapa: Imagens da Formação Territorial Brasileira*, Rio de Janeiro: Fundação Emílio Odebrecht.

Barlaeus, Caspar (1660), *Rerum per octennium in Brasilia*, Editio secunda, Clivis ex Officina Tobiae Gilberling, disponível em <http://archive.org/stream/RerumPerOcten-niumInBrasilia/CasparisBarlaeiRerumperocten-niumin#page/n10/mode/1up>, acesso em 3/7/13.

Boogaart, Ernst van den (2011), A well-governed colony: Frans Post's illustrations in Caspar Barlaeus's History of Dutch Brazil, *The Rijksmuseum Bulletin*, 59, 3.

Brahe, Tycho (1600), *Catalogus civitatum pro differentia meridianorum seu longitudines et latitudines insignium locorum in Europa a Tychone Brahae et aliis partim propria observatione, partim itineraria distantia et correctis mappis emendata*. Disponível em <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k5711841z/f3.image>, acesso em 15/12/13.

Cintra, Jorge Pimentel (2012), Digital Cartography and Historical Maps: techniques, applications and peculiarities, *Revista Brasileira de Cartografia*, 64, 6, 901-918. Disponível em <http://www.lsie.unb.br/rbc/index.php/rbc/article/view/578>, acesso em 10/9/13.

Cintra, Jorge Pimentel e Freitas, Janaina Carla de (2011), Sailing down the Amazon River: La Condamine's Map, *Survey Review*, 43, 550-566. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1179/003962611X13117748892119>, acesso em 15/12/13.

Cintra, Jorge Pimentel e Oliveira, Rafael Henrique (2014), Nicolas Sanson and his Map: The Course of the Amazon River, *Acta Amazonica*, no prelo.

Cortesão, Jaime (1965), *História do Brasil nos velhos mapas. Tomo 2*, Rio de Janeiro: Ministério das Relações Exteriores, Instituto Rio Branco. Pode-se consultar também a nova edição (2009), Imprensa Nacional, Casa da Moeda.

Delisle, Guillaume (1720), Determination geographique de la situation et de l'étendue des différentes parties de la Terre, *Histoire de l'Académie Royale des Sciences*, 365-684, Paris: Académie Royale des Sciences, disponível em <http://books.google.com>, acesso em 10/9/13.

Eichstadius, Laurentius (1634), *Ephemeridum novarum et motuum coelestium quinquennalis, ... in luminarium motibus [et] eclipsibus ex tabulis Danicis Christ. J. Longomontani Pars 1 (Ephemerides) ab a. 1636-1640*, Stetini Davidis Rehtii. Disponível em <http://books.google.nl/books>, acesso em 15/12/13.

Eichstadius, Laurentius (1639), Catalogus civitatum, *Ephemeridum Novarum*, Stetini Retius. Disponível em <http://books.google.nl/books>, acesso em 15/12/13.

Haasbroek, N. D. (1968) *Gemma Frisius, Tycho Brahe and Snellius and their triangulations*, Delft: W. D. Meinema, disponível em <http://www.ncgeo.nl/phocadownload/14Haasbroek.pdf>, acesso em 10/9/13.

Kepler, Iohannes (1627), *Tabulae Rudolphinae*, Jonae Saurii, Ulmae. Disponível em <http://dibiki.ub.uni-kiel.de/viewer/resolve?urn=urn:nbn:de:gbv:8:2-1636200>, acesso em 15/12/13.

Marcgrave, Jorge (1942), *História natural do Brasil*, Mons. Dr. José Procópio de Magalhães (Trad.), São Paulo: Museu Paulista, Imprensa Oficial do Estado.

Marcgravius, Georgius (1648), *Historiae Rerum Naturalium Brasiliae Libri Octo in Historia Naturalis Brasiliæ*, Jan de Laet (Ed.), Lugdunus Batavorum: Lud. Elzevirius. Disponível em <http://ia600308.us.archive.org/attachpdf.php?file=%2F13%2Fitems-2Fhistorianaturali12piso%2Fhistorianaturali12piso.pdf>, acesso em 5/12/14.

Marques, A. P. (1994), “Regimento das Léguas” in Luís de Albuquerque (Dir.), *Dicionário de História dos Descobrimentos*, Vol. II, Lisboa: Círculo de Leitores.

Matsuura, Oscar T. (2011), *O observatório no telhado*, Recife: Companhia Editora de Pernambuco.

Moraes, Abrahão de (1984), *A Astronomia no Brasil*, capítulo reimpresso separadamente, São Paulo: IAG/USP.

Pereira, Levy (2012), *Inventário de entes georreferenciados do mapa Brasilia Qua Parte Paret Belgis de Georg Marcgrave*, BiblioAtlas — Biblioteca de Referências do Atlas Digital da América Lusa, disponível em http://lhs.unb.br/biblioatlas/Invent%C3%A1rio_de_entes_georreferenciados_do_mapa_Brasilia_Qua_Part_Paret_Belgis_de_Georg_Marcgrave, acesso em 10/9/13.

Pereira, Levy (2013), *A nota técnica do mapa Brasilia qua parte paret Belgis — Transcrição, tradução e comentários*, BiblioAtlas — Biblioteca de Referências do Atlas Digital da América Lusa, disponível em http://lhs.unb.br/wiki_files/NotaTecnica.pdf, acesso em 10/9/13.

Pereira, Levy e Cintra, Jorge Pimentel (2013), “A precisão e a longitude de origem do mapa *Brasilia qua parte paret Belgis*, de Georg Marcgrave”, *Anais do V Simpósio Luso-Brasileiro de Cartografia Histórica*. Disponível em <http://www.cartografia.org.br/vslb-ch/trabalhos/73/88/>, acesso em 12/12/13.

Piso, Gulielmus (1658), *De Indiae utriusque re naturali et medica*, Amstelaedamus: Lud. et Dan. Elsevirius.

Ptolomeu, Claudio (2º EC), *Geography*, disponível em http://penelope.uchicago.edu/Thayer/E/Gazetteer/Periods/roman/_Texts/Ptolemy/home.html, acesso em 15/12/13.

Taunay, Affonso de Escragnolle (1942), “Jorge Marcgrave de Liebstad (1610-1644) — Escorço biográfico”, Comentários, I-XXXVI in Jorge Marcgrave, *História natural do Brasil*, Mons. Dr. José Procópio de Magalhães (Trad.), São Paulo: Museu Paulista.

Whitehead, Peter James Palmer and Boeseman, Martin (1989), *Um retrato do Brasil holandês do século XVII*, Edmond Jorge (Trad.), Rio de Janeiro: Livraria Kosmos Editora.

Capítulo 6

EXPEDIÇÕES
EUROPEIAS
PARA O BRASIL

Práticas astronômicas nos confins da América: instrumentos e livros científicos na construção do Brasil (1750–1760)*

Heloisa Meireles Gesteira
(MAST/MCTI e PPGH/UNIRIO-MAST)

Práticas científicas se constituíram num dos elementos para demarcar o território ultramarino e afirmar o seu domínio. Isso ganhou mais relevância entre os estados europeus após a paz de Vestfália em 1648, quando assiste-se a uma redefinição das fronteiras políticas na Europa e, em decorrência, no ultramar. Portugal reconquistou sua independência de Espanha, e o processo que se estendeu até fins da década de 1660, trouxe à tona disputas por áreas americanas. Faremos nossa análise a partir das viagens pelos sertões, valorizando o conjunto dos instrumentos científicos que fizeram parte das bagagens dos demarcadores e que foram utilizados para as medições.

* O trabalho faz parte de pesquisa em andamento e em fase de identificação de fontes primárias, portanto, há apenas conclusões parciais e proposição de hipóteses no que diz respeito aos estudos de história da astronomia no âmbito da América portuguesa, tema que ainda merece maiores pesquisas.

A partida para o sul

Após a assinatura do Tratado de Madri em 1750, em nome dos monarcas de Portugal e Espanha foram enviados para as regiões norte e sul da América meridional equipes formadas por militares e técnicos encarregados de demarcar no próprio terreno os limites acordados entre os dois reinos. Entre os profissionais, são destacados os astrônomos que ficaram encarregados das observações no local. Este artigo se limita à experiência do grupo encarregado do traçado entre Castilhos Grandes (na costa atlântica do Uruguai) até o rio Ibicui (afluente do rio Uruguai que cruza o Rio Grande do Sul de leste para oeste), na atual região fronteiriça entre o Brasil e o Uruguai, para o qual o astrônomo nomeado foi o jesuíta matemático Bartolomeu de Panigai ajudado pelo também jesuíta Bartholomeu Pinceti e Estevão Bramieri¹. O que se pretende demonstrar, a partir da análise da documentação coeva, é que estas viagens, do ponto de vista da história da astronomia, ainda carecem de estudos e pesquisas mais aprofundados, uma vez que alguns dados coletados durante a pesquisa indicam que elas não devem ser entendidas apenas pelos trabalhos de determinação da latitude e da longitude dos lugares por onde o grupo caminhou, ainda que esta tenha sido sua principal missão. Buscaremos realizar nossa análise valorizando os instrumentos científicos, em particular as condições de seu uso durante as jornadas, como aparatos importantes, não apenas para as demarcações, mas para oferecer legitimidade aos dados coletados.

No ano de 1752, como parte dos preparativos para as viagens de demarcação dos limites entre Portugal e Espanha na região meridional da América, foram embarcadas na nau Lampadoza, do Rio de Janeiro em direção a Castilhos Grandes, caixas levando o material necessário para a realização do trabalho de campo. O responsável pelo transporte e posterior distribuição do material foi o Primeiro Comissário das partidas do sul, o então governador do Rio de Janeiro, Gomes Freire de Andrade². Anexada a uma carta, encontrou-se o seguinte documento: “Lista e

¹ Até o momento não localizamos informações biográficas mais precisas sobre os padres jesuítas que acompanharam a primeira partida de limites, nem dados sobre as circunstâncias nas quais eles foram nomeados para a missão por d. José I. Apenas que Bartolomeu de Panigai, italiano, foi o astrônomo nomeado, digamos, principal, acompanhado pelo seu confrade, Bartholomeu Pinceti e Estevão Bramieri. Decreto do Rei d. José, Capitania do Rio de Janeiro, Arquivo Histórico Ultramarino. AHU_ACL CU_017, CX.44, D.4536. Projeto Resgate Barão do Rio Branco.

² Nascido em Portugal, onde estudou no Colégio das Artes, em Coimbra, Gomes Freire de Andrade foi nomeado em 1733 para exercer o cargo de capitão general do Rio de Janeiro. Por serviços prestados na colônia, acumulou dois anos depois o cargo de Administrador

conta das caixas de Instrumentos, que forão embarcados em a Nao N. Sra. Lampadoza p. a servirem aos Engenheiros q se mandarão p. a demarcação dos confins do Brazil da parte de Sul, e são os seguintes a saber”³. São inúmeras caixas — divididas entre as três partidas⁴ — que transportavam instrumentos, livros, utensílios, cadernos, tintas e papéis necessários para os trabalhos de demarcação.

Assinado pelos ministros plenipotenciários visconde Thomaz da Silva Telles, pelo lado português e Jose de Carvajal y Lancaster, pelo lado espanhol, o “Tratado, pelo qual os Ministros Plenipotenciários de S. S. M. M. Fidelíssima e Catholica⁵ ajustarão, e determinarão as instruções⁶, que havião de servir de governo aos comissários das duas Corôas na Demarcação dos limites respectivos na América meridional, em execução do Tratado de Limites, assignado em Madrid a 17 de Janeiro de 1750”⁷ estabeleceu as normas que os demarcadores devem seguir. Os comissários encarregados de demarcar no terreno as decisões acordadas entre Portugal e Espanha no momento da assinatura do Tratado de Madri, em 1750, foram divididos em dois grupos. Um grupo ficou responsável pelo compartimento sul (região do Prata), outro pelas demarcações no norte (Amazônia). Cada grupo, por sua vez, foi subdividido e se ocupou de trajetos previamente determinados nas “Instruções”.

das Minas. Em 1748 passou a controlar as minas de Cuiabá e Mato Grosso. Durante o período em que dirigiu os trabalhos de demarcação das fronteiras, chefiou as tropas lusas nas Guerras Guaraníticas entre 1754 e 1756. Durante o seu governo realizou muitas obras na cidade do Rio de Janeiro e, em 1758, recebeu o título de primeiro conde de Bobadela. Faleceu nessa cidade no inicio de 1763.

³ Gomes Freire de Andrade, conde de Bobadela, “Diário da partida do Ilmo. o Exmo. Gomes Freire de Andrade por Comissário de Sua Majestade na divisão da América Meridional em decreto de fevereiro de 1752”. Fundação Biblioteca Nacional do Rio de Janeiro, mss I 28, 28, 018.

⁴ Para as demarcações do sul essas partidas eram comandadas por militares, cosmógrafos e astrônomos encarregados da demarcação de um determinado trecho da linha divisória.

⁵ “S. S. M. M. Fidelíssima e Catholica”: Suas Majestades Fidelíssima e Católica, tratamentos aos reis de Portugal e Espanha, respectivamente, concedidos pelo papa aos monarcas espanhóis desde finais do século 15, quando foi concedido a Isabel de Castela e Fernão de Aragão e aos soberanos portugueses a partir do reinado de d. João V.

⁶ Instruções é um termo-chave deste estudo, que mais adiante será destacado.

⁷ Doravante nos referiremos a este documento como “Instruções”, pois nele estavam determinadas as missões e ordens expedidas aos comissários. Assim, evita-se a confusão deste com o texto que contém as cláusulas do Tratado de Madri propriamente dito, que foram impressas e distribuídas aos comissários. Utilizamos aqui a versão impressa publicada na “Collecção de Notícias para a História e Geografia das nações ultramarinas que vivem nos domínios portugueses ou lhes são vizinhas”, Tomo VII, Academia Real das Sciencias, Lisboa: Typografia da Academia, 1841. Doravante essa fonte será denominada simplesmente “Collecção, 1841”.

Em relação ao grupo que seguiu para a região do Prata, assunto deste texto, foram formadas três partidas de limites, cada uma composta por representantes de Portugal e de Espanha. A primeira deveria seguir de Castilhos Grandes até o rio Ibicui no Uruguai; a segunda, desde a boca do rio Ibicui até “a paragem que fica do lado Oriental do rio Paraná defronte da boca do rio Iguerei” (Colleção, 1841: 10); e a terceira, desde a boca do Iguerei até o Jauru. Cada partida levou consigo as “Instruções”, duas cópias impressas do Tratado de Madrid, um “mapa dos confins” que se infere ser o Mapa das Cortes (Figura 1), que circulou em várias versões manuscritas, além dos apetrechos necessários à viagem e aos serviços de demarcação. A principal missão das partidas era marcar no próprio terreno os lugares por onde passaria a raia divisória limitando as terras das coroas ibéricas. Caso o ponto determinado não coincidisse com um acidente geográfico — montanhas ou rios — deveriam ser colocados marcos.



Figura 1. Mapa dos confins do Brasil com as terras da coroa de Espanha na América meridional (Fund. Bibl. Nac. do Rio de Janeiro, Div. de Cartografia ARC 030.01.009)

Aqui interessam as demarcações realizadas na região do rio da Prata e especificamente a chamada “primeira partida”, chefiada pelo lado português por Miguel Ângelo Blasco, e que contou com o trabalho dos astrônomos e jesuítas Bartolomeu de Panigai e Bartholomeu Pinceti.

A listagem do conteúdo das caixas remetidas do Rio de Janeiro⁸ permite saber que à primeira partida foi destinado o seguinte conjunto de instrumentos: **teodolito**, relógio solar, 2 estojos “mathematicos” (formados por réguas, transferidores e compassos), oliveis de espírito⁹, lanternas, bússola grande, prancha de ferro redonda com ponteiro para formar sobre ela a linha meridiana (linha na direção N-S), **quadrantes** — grandes e pequenos —, “plancheta ingleza”, 2 compassos, armilar pequeno para tomar o Sol, caixa com agulha comprida para observar variações [bússola], telescópios (um astronômico de 25 palmos, dois terrestres de 22 e 14 palmos), lentes para telescópios, óculos pequenos, barômetro, termômetro, microscópio, régua de bordo para alongar e encurtar medidas, caixa com duas barras de ferro magnéticas para tocar as agulhas, copos de vidro, tachinho para grude, papel de grude de Inglaterra, pincéis grandes, relógios de segundos de **pêndulas**, mais um grafômetro¹⁰, “planchetas” de pinho, pastas de papelão para guardar desenhos, pés de pau para se armar “planchetas”, vários tipos de réguas, alidade de pau preto, relógio de algibeira e instrumento de invenção de Hadley¹¹ para tomar as **alturas** do Sol no mar e em terra.

Além dos instrumentos, seguia uma lista de 50 livros que foram entregues aos astrônomos. São reproduzidos parcialmente alguns títulos conforme aparecem no documento: *Récréation de Mathématique*, 4 vol., *Cours de Mathématique*, de *Wolffius*, *Oeuvres du P. Lami*, 3 vol., *Clavii Opera Mathematica*, 5 vol., *Huygens Opera Varia*, *Éléments d'Astronomie de Cassini*, 2 vol., *Histoire Céleste*, *Castel Système de Newton*, *Découvertes Philosophiques de Newton*, *Élément d'Astronomie*, *Essai de Physique de Musembrock*, *Leçon de Physique de Signone*, *Éléments de Physique de Newton*, 2 vol., entre outros títulos de física, astronomia, geometria e matemática¹². Porém, três títulos merecem destaque. Vale informar que havia no conjunto

⁸ Mesmo documento já citado anteriormente na nota 4.

⁹ Olivel é nível, instrumento usado por pedreiros. Olivel de espírito é nível de bolha em que esta se forma não na água, mas no álcool ou numa bebida alcoólica destilada.

¹⁰ O grafômetro é um instrumento usado em levantamentos topográficos que consiste num semicírculo acoplado a uma mira.

¹¹ O inglês John Hadley (1682-1744) inventou o oitante, instrumento precursor do SEXTANTE que substituiria o astrolábio em observações no mar por permitir, através de espelho, observar o astro e o horizonte ao mesmo tempo, facilitando o registro da ALTURA do astro (Hadley, 1753).

¹² No momento estão sendo identificadas as referências completas destas obras e de seus conteúdos.

publicação de efemérides, entre elas “*La Caille Ephémérides para o anno de 1751 e 3 seguintes, 9 exemplares*”, *Bayerii Uranometria* e o *Flamstedii Athlas Celestia* que, conforme indicado no documento, “se deve fazer copiar em dous exemplares mais pelo desenhador Pogoni, conforme a direção que der o Padre Bartholomeu Panigai, para servirem a segunda e terceira companhia.”

Trata-se de biblioteca de campo que supostamente orientaria e daria suporte aos trabalhos dos engenheiros e astrônomos. Porém, basta um breve olhar para os títulos acima citados para se concluir que os objetivos científicos, no contexto das comissões de limites, não se restringiam aos trabalhos de demarcação. Conclusão essa que o conjunto dos instrumentos também sugere. Para a determinação das coordenadas geográficas não seria necessário todo aquele material. O quarto de círculo (**quadrante**), lunetas, relógios e tabelas astronômicas com as efemérides registradas atenderiam a essa demanda. Entretanto, neste artigo serão analisadas apenas as “Instruções” e o “Diário” da primeira partida para se verificar a extensão, ou pelo menos as intenções dos trabalhos realizados pelos astrônomos durante as jornadas no sertão¹³. “Diário” denota o documento “Diário para os comissários, astrônomos, e geógrafos da primeira tropa compilarem nele as notícias que aponta o artigo 25 do Tratado de Instruções. Castilhos Grandes, a 20 de dezembro de 1752”, na versão publicada com as “Instruções” em Colleção, 1841.

“Instruções” e “Diário”

Seguindo o objetivo deste texto, iremos verificar o papel das observações astronômicas na construção do espaço americano, além de explorar as condições de uso dos instrumentos levados a campo. A partir da leitura do “Diário” da viagem, se buscará evidenciar o papel das práticas científicas no processo de construção das fronteiras, especialmente no campo da astronomia e suas implicações e usos na formação de um “território” (Moraes, 2000; Bueno, 2004).

¹³ A listagem dos instrumentos e dos livros provocou este redirecionamento da pesquisa, mas ainda estamos identificando os resultados dos trabalhos dos astrônomos e seus possíveis destinos, além daqueles registrados nos diários. Vale salientar que durante muito tempo considerou-se apenas os resultados das observações astronômicas com a finalidade de determinar posições geográficas, o que inibiu, a nosso ver, pesquisas que buscassem entender melhor o contexto destas viagens que, embora com interesses políticos, não deixaram de produzir material importante para a astronomia e história natural durante o período. Porém, o estado atual da pesquisa nos permite apenas colocar como hipótese, uma vez que estamos realizando leitura de todo o material relativo às demarcações de limites.

Interessa trazer à luz as condições de uso dos instrumentos matemáticos levados nas viagens, bem como os obstáculos encontrados para a realização das tarefas científicas em campo.

Para tanto, voltemos às “Instruções”. Este documento aponta não apenas como se devem estruturar as comissões, os profissionais que devem compor, por assim dizer, “a tropa”, mas alerta sobre os procedimentos que devem ser adotados para que se cumpra bem a principal tarefa, ajustar “com maior clareza as paragens por onde há de correr a raia, e demarcação, segundo e conforme se expressa no referido Tratado” (Colleção, 1841: 3).

Fica claro que os demarcadores tinham a missão de transferir para o terreno as decisões previstas no acordo diplomático concretizado com a assinatura do Tratado de Madri. Para isto eram munidos de material: mapas, livros e instrumentos que permitiriam, a partir dos dados identificados e coletados, a localização geográfica da linha divisória. E quando interessava, novos mapas poderiam ser feitos e ajustados.

As decisões acordadas em Madri foram posteriormente revogadas pelo Tratado de El Pardo em 1761. Porém, o interesse nesta pesquisa não é registrar as vicissitudes que redundaram na representação cartográfica do Brasil, uma vez que este processo é lento e cheio de idas e vindas¹⁴. O objetivo é chamar a atenção para o papel das práticas científicas como um dos vetores na configuração do território, na medida em que, na nossa visão, tais práticas representam dois elementos que se complementam. O primeiro deles é que, ao enviar

¹⁴ Sabe-se que os processos de delimitação das fronteiras entre os países, reinos e cidades não são resolvidos apenas pela diplomacia ou mesmo por guerras entre os estados em litígio. O movimento das populações que habitam uma dada região também cumprirá papel fundamental. Embora não seja o objetivo aprofundar aqui nesta questão, cabe lembrar que os trabalhos da primeira partida foram interrompidos devido à resistência da população indígena que residia na área por onde ela deveria passar. Some-se ainda o início das guerras jesuíticas que tiveram lugar na região. Assim, cumpre informar que os tratados de limites nem sempre se concretizam, seja por resistências locais, seja por contendas diplomáticas. Por isso mesmo, não se pretende dar conta aqui de todo o percurso que levou à definição das fronteiras entre Portugal e Espanha na América. Apenas se sublinha que na região em tela, desde 1683, com a fundação da Colônia do Sacramento pelos portugueses (hoje, Colonia del Sacramento, no Uruguai), houve muitas idas e vindas como ficam evidenciadas pelos Tratado Provisional (1681), Tratados de Utrecht (1713 e 1715), Tratado de Madri (1750), Tratado de El Pardo (1761) e de Santo Ildefonso (1777). A questão atravessa o século 19, quando foi um dos desafios enfrentados pelo império do Brasil nas guerras da Cisplatina ou Banda Oriental, que resultou na autonomia da república do Uruguai. Neste jogo, o que interessa aqui é explorar a contribuição e o papel do conhecimento científico e dos cientistas enquanto peças fundamentais na construção de políticas territoriais (Magalhães, 2011: Capítulo “As fronteiras do Brasil e o rio da Prata”).

homens de ciência aparatados de ordens e de instrumentos para as fronteiras, neste caso os confins da América, os estados europeus se faziam representar num espaço que muitas vezes era ocupado por homens que não reconheciam a sua soberania (populações nativas e índios aldeados, para citar o mínimo). Em segundo lugar esses homens, técnica e teoricamente preparados, forneciam informações importantes para as negociações diplomáticas, informações estas que ganhavam, em alguns casos, legitimidade justamente ao serem endossadas por especialistas: os astrônomos e cosmógrafos encarregados da missão e munidos dos apetrechos necessários, **quadrante**, bússola, barômetros, termômetros, **pêndulas** e relógios de segundo. Por fim, o uso de instrumentos também conferia aos mapas uma aura de veracidade, elemento importante nas disputas diplomáticas (Kantor, 2007; Furtado, 2012).

As “Instruções” começavam por definir o local de encontro dos comissários espanhóis e portugueses antes do início da viagem. Os representantes de ambas as coroas se reuniram em Castilhos Grandes e dali seguiram o “traçado” estipulado e que deveria guiar a demarcação. O encontro das partidas portuguesas e espanholas foi marcado por um ritual que deu início à jornada e que, ao mesmo tempo, transportou para os confins da América a presença do rei por meio do protocolo indicado no documento, como fica claro nesta passagem que estipulava as regras sobre a organização do local onde os comissários se reuniram:

Logo que se acharem juntos em Castilhos Grandes, farão edificar huma casa de madeira, ou tenda de campanha situada em terreno dos dous Domírios, conforme ajustado no Tratado, a qual ha de servir para as conferências; nella haverá duas entradas oppostas, de sorte que os Comissários de cada Nação entrarão pelo terreno pertencente ao seu Soberano: haverá dentro della huma meza redonda com duas cadeiras para os Comissários principais, ficando com as costas para a porta por onde ha de entrar cada hum (Colleção, 1841: 6).

As “Instruções” se dirigiam aos comissários que representavam as coroas de Portugal e de Espanha. Em nome de “Sua Magestade (sic) Fidelíssima, o rei de Portugal”, à época d. José I, Gomes Freire de Andrade, como vimos, foi nomeado Primeiro Comissário para a partida do sul. Ele comandou e emitiu ordens às três partidas de limites que seguiriam caminhos diferentes. Cada uma dessas partidas deveria ser formada por comissários subalternos, astrônomos, engenheiros e geógrafos, um capelão, cirurgiões, escoltas e gente de serviço.

No conjunto, a instrução trata dos procedimentos para resolução de conflitos tanto com as populações locais que eventualmente resistissem à execução do dito Tratado, quanto das tensões no interior das partidas, devendo sempre o Primeiro Comissário solucionar as contendas.

Dentro do que aqui interessa, foi determinado que tipo de informação deveria ser registrada: dados sobre as terras, suas qualidades, frutos e moradores. No artigo 25 se encontra claramente deliberado

que os comissários, geógrafos e mais pessoas intelligentes de cada tropa, vão apontando os rumos, e distâncias da derrota, as qualidades naturais do paiz, os habitantes, e seus costumes, os animais, as plantas, fructos, e outras produções, os rios, lagoas, montes, e outras circunstâncias dignas de notícias, pondo nome de comum acordo aos que a não tiverem para que venhão declarados nos mappas com toda as distinções, e procurarão que o seu trabalho não só seja exacto pelo que toca à demarcação da raia, e geografia do paíz, mas também proveitoso pelo que respeita ao adiantamento das Sciências, História Natural, e as observações Physicas e Astronómicas (Colleção, 1841: 18).

Embora no caso da primeira partida isso não tenha sido inteiramente cumprido, principalmente no que tange à história natural, havia, em termos de diretriz, que estas viagens deveriam levar em conta o avanço das ciências: história natural e observações físicas e astronômicas. Como já apontado em outros trabalhos, estes campos do saber tiveram papel estratégico tanto nas viagens de descobrimentos, como no processo de ocupação de novas terras, sendo o controle sobre as potencialidades das terras que iam sendo anexadas, um dos meios que asseguravam a conquista de novos espaços, transformando-os em territórios submetidos a um poder, neste caso, à coroa portuguesa. A ciência aqui não é vista apenas como um elemento utilizado pelo estado para garantir uma melhor administração do espaço, mas acreditamos que alguns campos científicos e os próprios cientistas se transformaram num dos agentes de construção do próprio território. Além disto, sugerimos que astrônomos e outros sábios teriam interesse em se engajar nessas jornadas visando a ampliação de seus conhecimentos, neste caso, a oportunidade de realizar observações em pontos afastados dos centros intelectuais europeus, que por sua vez se nutriam destes dados.

No que concerne à astronomia, havia a seguinte ordem explícita:

quotidianamente a hora do meio dia tomem os Geógrafos, e Astronomos de ambas as nações a **altura** do Sol, e apontem a variação da agulha, e de noite quando o tempo, e outra circunstâncias o permitirem, façam as observações Astronómicas para determinar as longitudes e verificar as mais posições das terras (Colleção, 1841: 19).

Ao fim de cada dia, o material coletado, segundo as “Instruções”, deveria ser registrado em dois diários para serem remetidos às respectivas cortes. Estes

eram assinados e certificados pelo “Comissário, Astrônomos e Geógrafos de ambas as Nações”. Quando se tratava das informações sobre a determinação das coordenadas geográficas e características do terreno por onde os demarcadores passavam, havia ordem para que os astrônomos e geógrafos assinassem ao fim do relato de cada dia. Ao lado da autoridade política, vemos ganhar importância a autoridade do especialista na matéria. Os mapas que fossem elaborados em campo deveriam ser confeccionados de comum acordo entre os representantes de Portugal e Espanha, não ficando espaços para futuras contendas quanto à localização das raias divisórias e sobre os lugares onde os marcos eram colocados.

Além da linha divisória que deveria ser registrada em mapas que fossem eventualmente desenhados durante as jornadas, estes deveriam apontar as terras e tudo aquilo que poderia ser alcançado por estimativa ou informação. As informações deveriam ser registradas em dois documentos ao fim de cada dia de labuta, garantindo fidedignidade aos dados coletados. Além da assinatura dos comissários e especialistas, ainda nas “Instruções” houve o cuidado de se determinar a graduação do petipé (ver adiante):

para que estes mappas sejão mais inteligíveis e claros, advertirão os Comissários principais que se formem todos debaixo de huma escala, ou petipé, que no espaço de huma polegada de pé do Rei de Paris comprehend a vigésima parte de hum grau do círculo do equador, que se reputa pouco mais ou menos de duas mil e novecentas toesas¹⁵ Parisienses, seis mil e quinhentas varas Hespanholas, e vinte e seis mil palmos ou duas mil e seiscentas braças Portuguezas. O mesmo vai prevenido aos comissários da parte Norte, a fim de que as medições de huma parte correspondão as da outra (Colleção, 1841: 21).

A multiplicidade de medidas utilizadas na época redundava em dificuldades na elaboração de mapas de vastos territórios, ainda mais daqueles cujo interior deveria ser preenchido com informações geográficas oriundas de diversas matrizes. Desde o primeiro quartel do século 18 houve em Portugal um movimento visando à padronização da confecção das cartas geográficas. Esta medida estava alicerçada na necessidade de se elaborar uma carta geral do Reino. Entre as formas de padronização apresentadas pelo engenheiro-mor de Portugal, Manoel de Azevedo Fortes, em seu livro de 1722, “Tratado do modo mais fácil e o mais exacto de fazer as cartas geographicas, assim de terra como de mar, e tirar as plantas das praças” e que, de acordo com a lista de livros parcialmente apresentada, constava entre os que

¹⁵ Unidade francesa de comprimento equivalente a 6 pés, aproximadamente 2 m.

foram entregues aos demarcadores, constava a utilização da mesma unidade de medida dos instrumentos para a composição das cartas locais e o petípé, uma espécie de régua cuja unidade de medida traduz a escala que será adotada no mapa: “que huma polegada de pé do Rei de Paris comprehenda a vigésima parte de hum grau do círculo do equador” conforme a instrução acima. As “Instruções” determinavam as medidas, prevendo e garantindo a possibilidade de se reunir, posteriormente, o material coletado pelas comissões que se dirigiram ao Prata e ao norte.

Entre os cosmógrafos da primeira partida portuguesa para o sul estavam o já citado coronel Blasco, comissário chefe dessa partida que era oficial de infantaria com ofício de engenheiro e o astrônomo Bartolomeu de Panigai, padre da Companhia de Jesus que foi missionário na região do Paraguai. Seguindo rumo da linha divisória prevista, o grupo seguiu de Castilhos Grandes para a boca do rio Ibicui. Em pontos estratégicos situados ao longo do caminho, os demarcadores trabalhando em conjunto, um em nome de S. M. Fidelíssima, e outro em nome de S. M. Católica, colocavam marcos de pedra com as iniciais dos respectivos monarcas. Antes de seguir caminho, ainda em Castilos Grandes, há registro de que nos dias 16 e 17 de novembro de 1752 foram tomadas a **altura** do Sol (Tabela 1) a fim de regular o pêndulo.

Hora da manhã	Altura do Sol	Hora da tarde
8 h 0 min 13 s	36° 21'	3 h 54 min 10 s
8 2 35	36° 50'	3 51 48
8 4 57	37° 20'	3 49 23
8 19 44	40° 23'	3 34 35

Tabela 1. Altura do Sol em diferentes horários do dia 16/11/1752 para regular o pêndulo e acertar o meio-dia local: 11h 57m 10,3s. Fonte: “Diário”, Colleção, 1841

Em 12 de janeiro de 1753 a primeira partida seguiu seu rumo como previsto nas “Instruções”. Consigo levaram cargas, carroças, cavalhadas e gado para sustento da tropa. Da carga, segundo o “Diário” foram levados “quarto de círculo, pêndulo, relógio de segundos, barômetro, termômetro, agulha ou rosa náutica [bússola], toesa e petipe”. A leitura do “Diário”, embora mencione poucos instrumentos, é rica no sentido de permitir vislumbrar o próprio uso, além de informar sobre aqueles que foram efetivamente manipulados em campo.

A dificuldade de realização de trabalhos científicos nessas viagens era o fato de que eles tornavam a viagem demorada, uma vez que para as observações “physicas ou mathemáticas ou de história natural” necessitava-se de tempo e de descanso. As observações matemáticas são aquelas da medição do terreno pro-

priamente dito, das distâncias entre os pontos percorridos e, podemos acrescentar, as astronômicas. Em primeiro lugar e cotidianamente são registradas as informações relacionadas ao deslocamento diário em toesas, tanto em linha reta como pelo caminho efetivamente seguido. Em segundo lugar, os registros astronômicos necessários para a determinação das coordenadas geográficas. Na primeira partida, as observações astronômicas foram todas realizadas pelo padre Bartolomeu de Panigai. Este também ficou responsável pelas experiências com o barômetro e termômetro. O uso dos instrumentos durante essas viagens foi sempre problemático, uma vez que constantemente eles perdem a precisão e sua aferição nem sempre é simples.

Neste dia [15 de janeiro de 1753] se tomou a **altura** máxima de L. S.¹⁶ 77° 31' 30" não se fazendo a correção desta observação até arreglar o quarto de círculo do P. Panigai; até certificar-se em o erro que possa ter em (consequência) de movimentos, que em o carro onde se conduz pode haver tido, de variação distinta da que antes tinha (Colleção, 1841: 57).

Adiante, em 18 de janeiro de 1753 há o registro de mais um problema com aferição de instrumentos, desta vez o relógio:

No dia anterior se tomarão as **alturas** correspondentes, que não servirão este dia por não haver-se podido observar a imersão do primeiro satellite de Jupiter para regular o relógio pequeno de segundos, que tinha o P. Panigai, cosmógrapho da Partida de S. M. F. [Sua Majestade Fidelíssima], porque o da **pendula** não chegou a tempo de podê-lo armar, por chegar tarde o carro donde se conduzia, e em a Partida de S. M. C. [Sua Majestade Católica] não o haver, porque de Castilhos se remeteu a Buenos Ayres, por estar descomposto, que lhe faltava huma peça principal, e por haver-se nublado a atmosfera, não se podendo fazer a observação da imersão já prevista, pelo que se não anotam as ditas **alturas** correspondentes em este, em que se corrigiu a observação (Colleção, 1841: 59).

O uso da agulha ou da bússola para dar a direção do caminho nem sempre era o mais seguro, também devido às alterações causadas pelas condições naturais. Porém permitia colher dados sobre o subsolo, como ao passar num caminho que se nomeou São Paulo, em 25 de janeiro, quando foi registrada a existência de ferro porque “a agulha ou rosa náutica variava duas quartas mais do regular” (Colleção, 1841: 62). Segundo o já citado engenheiro-mor Azevedo

¹⁶ L. S. : abreviação de limbo superior do disco solar.

Fortes, em seu já citado livro “Tratado do modo mais fácil e o mais exacto de fazer as cartas geographicas ...” o uso da bússola não era o mais indicado para a coleta de dados topográficos, mas era fundamental para as informações sobre a existência de ferro no terreno.

Quanto às observações astronômicas propriamente ditas, aquela que aparece com maior frequência é da **altura** do L. S. do Sol, que fornece a latitude, e era feita com o quarto de círculo. Quanto à longitude, o problema torna-se mais complexo e a situação de viagem muitas vezes dificultava o procedimento. Era necessário iniciar os trabalhos durante o dia. Primeiro regulando o pêndulo a partir da observação das horas de uma determinada posição do Sol pela manhã e à tarde, ou seja, quando o astro atinge a mesma **altura**. A média das horas fornece o instante exato em que o Sol atravessa o meridiano (**passagem meridiana**). Assim determina-se a hora “exata” do local. Em seguida aguarda-se o instante da imersão do primeiro satélite de Júpiter e marca-se a hora local do fenômeno. Por fim, compara-se a diferença de horas nas tabelas que eram levadas. De acordo com o “Diário”, as tabelas elaboradas por Cassini eram frequentemente consultadas durante as viagens.

Eram também anotadas as **alturas** e os respectivos horários de algumas estrelas em dias diferentes. As estrelas mais frequentemente observadas eram Algenib, da **constelação** do Pégaso; Rigel, da **constelação** de Órion; Prócion, do Cão Menor; Aldebarã, a mais brilhante da **constelação** do Touro; e as estrelas do ombro ocidental e oriental de Órion. Há registros de observações de estrelas feitas na **passagem meridiana**. Para estas observações o conjunto fundamental de instrumentos era o quarto de círculo, o relógio, o pêndulo e provavelmente uma luneta. Assim, o caminho e os lugares por onde a comissão passava eram registrados no “Diário” por meio de números que forneciam as coordenadas geográficas.

Tal qual a leitura do céu permitiu a navegação oceânica dos séculos 15 e 16, uma vez que permitia a localização em qualquer ponto da Terra, também era utilizada para as jornadas terrestres em caminhos por vezes desconhecidos. Finalmente, salientamos que entre os séculos 17 e 18 aprimoravam-se as formas e métodos de medição da Terra, sendo um dos temas centrais as discussões sobre a forma da Terra, se perfeitamente esférica ou achatada nos polos, ou mesmo alongada. Do ponto de vista dos interesses políticos, as medições da Terra permitem o estabelecimento da medida do reino, do território pertencente a um estado. Do ponto de vista dos debates propriamente científicos é que consideramos importante o estudo das observações realizadas no contexto das demarcações de limites. Sabemos que as medidas tomadas em diferentes pontos da Terra podem ser reveladoras das diferenças de curvatura da superfí-

cie terrestre. É neste ponto que, num primeiro contato com as fontes, em vista do uso constante do **quadrante** ou quarto de círculo (Figura 2), da utilização do método de triangulação, da tomada da pressão atmosférica e dos dados sobre a temperatura, tudo isso somado aos livros e instrumentos que davam suporte aos trabalhos de campo, entendemos que estes dados coletados podiam estar alimentando as discussões sobre a forma da Terra. Resta-nos a busca e uma análise dos destinos desses dados.



Figura 2. Quarto de círculo. Fabricante Jeremiah Sisson, c. 1780
(Acervo MAST/MCTI. Foto Luci Meri Guimarães)

Considerações finais

Em texto clássico sobre a história da astronomia no Brasil, Abrahão de Moraes trata muito rapidamente dos trabalhos dos astrônomos que partiram com as comissões de limites. Sem dar muita atenção às observações, limita-se a citar os nomes dos astrônomos que participaram das partidas de limites e fala muito pouco sobre os trabalhos em campo. O autor acaba por reforçar a tese de que o início da astronomia entre nós aconteceu apenas com a criação do Observatório do Rio de Janeiro (Moraes, 1955). Todavia, o desenvolvimento desta pesquisa, ainda em curso, aponta indícios de que as observações astronômicas e físicas que eram realizadas, ultrapassavam os interesses imediatos da demarcação de limites e que, possivelmente, havia outros aspectos que explicam a variedade de instrumentos e livros carregados durante as jornadas demarcatórias.

A presença de astrônomos nas comissões de limites pode ser entendida apenas do ponto de vista dos interesses territoriais, mas tudo nos leva a crer que havia em conjunto objetivos de aprofundar os conhecimentos em astronomia, física e o que chamamos hoje de geodésia. Neste sentido, o uso constante do quarto de círculo pode ser indicativo desta afirmativa, pois o instrumento, do tamanho e características que assumiu na segunda metade do século 17, era o mais adequado para as viagens e permitia observações para a triangulação, método utilizado para as medições da Terra.

Com todas as dificuldades encontradas para o deslocamento das tropas e dos apetrechos científicos, parece que o desejo do monarca, nesse momento d. José, de traçar cientificamente a fronteira, produzindo o território, forja uma estratégia de conferir autenticidade ao traçado, sendo, portanto, mais um veio importante para a configuração dos espaços distantes. A ciência, em particular os instrumentos, ganha ao lado da produção de saber, uma dimensão para nós eloquente. Segundo Edmund Stone, tradutor para o inglês do livro de Nicolas Bion, matemático e construtor de instrumentos da casa real francesa, *The construction and principal uses of the Mathematical Instruments*, editado em 1723:

A matemática parece mais acessível, como também mais extensa, pelo seu aspecto teórico do que pela sua aplicação prática. Não porque esta tenha sido menos explorada do que aquela, mas porque uma atenção suficiente ainda não foi dada aos instrumentos dos quais a matemática aplicada é totalmente dependente (Stone, 1723: *Preface*).

E mais adiante o tradutor complementa:

Instrumentos matemáticos são os meios pelos quais as ciências são úteis para a vida. Eles é que permitem que as sutilezas e especulações abstratas sejam reduzidas em atos. Eles conectam a teoria à prática, e transformam as contemplações em substâncias úteis (Stone, 1723: *Preface*).

Por esse lado, um dos principais efeitos e simbolismos dos instrumentos e da própria presença dos astrônomos seria permitir a dominação das terras por meio do seu esquadrinhamento conferindo, inclusive, legitimidade aos mapas que serviriam de base às negociações diplomáticas (Kantor, 2007: 70-80).

Por outro lado, a leitura atenta do “Diário” leva a novas indagações, sobre tudo no que tange ao aspecto propriamente ligado às pesquisas e trabalhos científicos que parecem ainda merecer estudos mais profundos.

Conclui-se esta reflexão sublinhando que uma análise minuciosa da biblioteca de campo, do conjunto de instrumentos listados no documento citado no início, uma busca sobre os dados coletados e sobre os astrônomos que foram contratados podem ajudar a rever as contribuições para a astronomia destes homens de ciência que se embrenharam nos confins da América durante o século 18, tarefa ainda não plenamente realizada.

Referências

Bueno, Beatriz Piccolotto (2004), “Decifrando mapas: sobre o conceito de território e suas vinculações com a cartografia”, *Anais do Museu Paulista*, 12, jan/dez, 193-234.

Furtado, Junia (2012), *Oráculos da geografia iluminista. Dom Luís da Cunha e Jean-Baptiste Bourguignon D'Anville na construção da cartografia do Brasil*, Belo Horizonte: Editora da UFMG.

Hadley, John (1753), The description of a new instrument for taking angles (communicated to the Society on May 13, 1731), *Philosophical Transactions of the Royal Society* (1683-1775), 37, 147-157. Disponível em <https://archive.org/details/philtrans09562806>, acesso em 23/11/13.

Kantor, Iris (2007), “Usos diplomáticos da ilha-Brasil: polêmicas cartográficas e historiográficas”, *Varia Historia*, 23, 37, 70-80.

Magalhães, Joaquim Romero (2011), *Labirintos Brasileiros*, São Paulo: Alameda.

Moraes, Abrahão de (1955), “A Astronomia no Brasil” in F. Azevedo (Org.), *As Ciências no Brasil*, 84-161, São Paulo: Edições Melhoramentos.

Moraes, Antonio Carlos Robert (2000), *Bases da formação territorial do Brasil: o território colonial brasileiro no “longo” século XVI*, São Paulo: HUCITEC.

Moura, Carlos Francisco (2008), *Astronomia na Amazônia no século XVIII (Tratado de Madri): os astrônomos Szentmártonyi e Brunelli — instrumentos astronômicos e livros científicos*, Rio de Janeiro: Real Gabinete Português de Leitura.

Stone, Edmund (1723), *The Construction and Principal Uses of Mathematical Instruments*, translated from the French of M. Bion, Chief Instrument-Maker to the French King, to which are added The Construction and Uses of Such Instruments as are omitted by M. Bion, particularly of those invented or improved by the English, London: H. W. John Senex.

Fontes

Impressas

“Diário para os comissários, astrônomos, e geógrafos da primeira tropa compilarem nele as notícias que aponta o artigo 25 do Tratado de Instruções. Castilhos Grande, a 20 de dezembro de 1752” (Diário), *Collecção de Notícias para a História e Geografia das nações ultramarinas que vivem nos domínios portugueses ou lhes são vizinhas*, Tomo VII, Academia Real das Sciencias, Lisboa: Typografia da Academia, 1841 (Collecção, 1841).

“Tratado, pelo qual os Ministros Plenipotencários de S. S. M. M. Fidelíssima e Cathólica ajustarão, e determinarão as instruções, que havião de servir de governo aos Comissários das duas Corôas na Demarcação dos limites respectivos na América meridional, em execução do Tratado de Limites, assignado em Madrid a 17 de Janeiro de 1750” (Instruções), *Collecção de Notícias para a História e Geografia das nações ultramarinas que vivem nos domínios portugueses ou lhes são vizinhas*, Tomo VII, Academia Real das Sciencias, Lisboa: Typografia da Academia, 1841 (Collecção, 1841).

Manuscrita

Gomes Freire de Andrade, conde de Bobadela, *Diário da partida do Ilmo. o Exmo. Gomes Freire de Andrade por Comissário de Sua Majestade na divisão da América Meridional em decreto de fevereiro de 1752*, mss I 28, 28, 018, Fundação Biblioteca Nacional do Rio de Janeiro.

Sugestões de leitura adicional

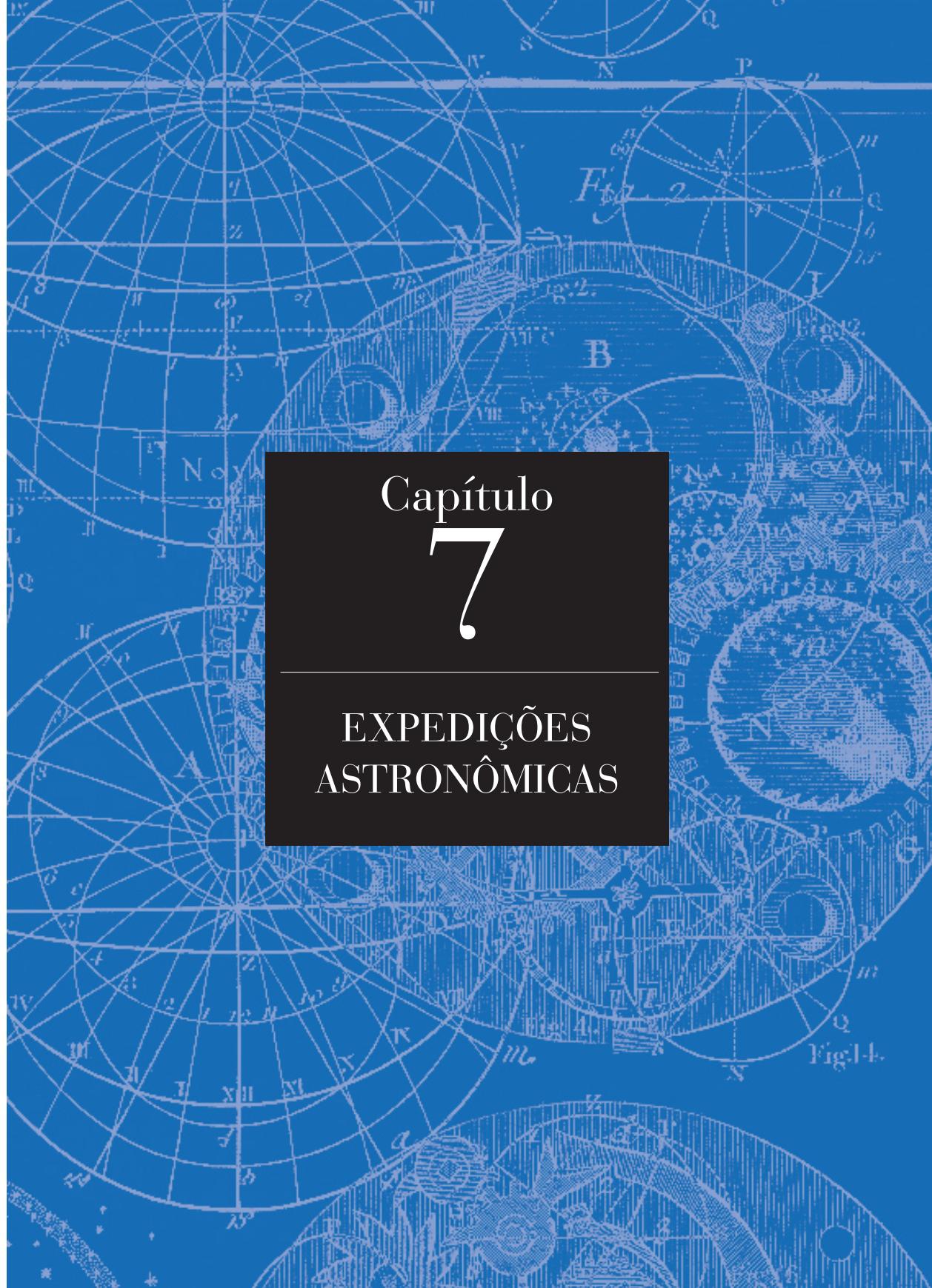
Alencastro, Luis Filipe de (2000), *O trato dos viventes: a formação do Brasil no Atlântico sul*, São Paulo: Companhia das Letras.

- Almeida, André Ferrand de (1999), “Os jesuítas matemáticos e os mapas da América portuguesa (1720 – 1748), *Oceanos*, 40, 79-92.
- _____(2001), *A Formação do Espaço Brasileiro e o Projecto do Novo Atlas da América Portuguesa (1713-1748)*, Lisboa: Comissão Nacional para as comemorações dos Descobrimentos Portugueses.
- Brenni, Paolo (2000), “Introdução”, *Inventário da coleção de instrumentos científicos do Museu de Astronomia e Ciências Afins—MAST*, Rio de Janeiro: MAST.
- Bueno, Beatriz Piccolotto (2004), “A produção de um território chamado Brasil”, Catálogo da exposição *Laboratório do mundo: ideias e saberes do século XVIII*, São Paulo: Pinacoteca, Imprensa Oficial.
- Camenietzki, Carlos Ziller (1991), “Introdução”, *Tratado da Esfera*, Tradução de Pedro Nunes, atualização do português por Carlos Ziller Camenietzki, São Paulo: UNESP/Nova Stella.
- Domingues, Ângela (1991), *Viagens de exploração geográfica na Amazônia em finais do século XVIII: política, ciência e aventura*, Lisboa: Instituto de Historia de Além-Mar, FCSH/UNL.
- Heizer, Alda Lúcia (2005), “Observar o Céu e medir a Terra. Instrumentos científicos e a participação do Império do Brasil na Exposição de Paris de 1889”, *Tese de Doutorado*, Campinas: Instituto de Geociências/Unicamp.
- Helden, Albert van (1999), *Catalogue of early telescopes*, Prato: Giunti.
- Helden, Albert van and Hankins, Thomas, Eds. (1994), Instruments, *Osiris*, 9, Chicago: University of Chicago Press.
- Jardine, N.; Secord, J. A. and Spray, E. C., Eds. (1992), *Cultures of Natural History*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Warner, Deborah Jean (1990), What is a scientific instrument, when did it become one, and why?, *The British Journal for the history of science*, 23, 1, 76, March, 83–93.



Capítulo 7

EXPEDIÇÕES ASTRONÔMICAS



Astronomia e território: a Comissão Demarcadora de Limites entre Brasil e Argentina

Bruno Capilé (MAST/MCTI)

Moema de Rezende Vergara (MAST/MCTI)

O presente texto investigará os trabalhos das comissões demarcadoras de limites entre Brasil e Argentina do fim do Império à Primeira República. Este trabalho evidenciará o papel da astronomia em um tema tradicionalmente explorado pela história das relações internacionais, dando destaque às práticas científicas e ao uso dos instrumentos no trabalho de campo. Assim, nosso objetivo é estabelecer uma relação entre a história da ciência, a partir de nova abordagem historiográfica, e as reflexões sobre a formação do território nacional.

A historiografia da astronomia e a geodésia

A história da astronomia em muito caminhou desde a colaboração de Abrahão de Moraes em “As Ciências no Brasil” de Fernando de Azevedo de 1955, tanto em termos metodológicos quanto na abrangência temática. Esta afirmação em nada desmerece o trabalho de Moraes (1955) que, em vários aspectos, continua sendo referência valiosa para os estudiosos dedicados à história da astronomia nacional. A leitura daquele texto nos permite inferir a importância da geodésia e astronomia de posição na ocupação e na divisão da América entre Portugal e Espanha, pós Tratado de Tordesilhas. Contudo ele mesmo esclareceu que não trataria deste assunto nos momentos posteriores. Neste sentido, o presente Capítulo pretende trilhar o caminho aberto por Moraes ao dar maior visibilidade à prática de demarcação no fim do Império e começo da República, especificamente com a Argentina, na chamada Questão de Palmas.

A crítica sobre os trabalhos laudatórios de grandes nomes da ciência ou uma história das ideias científicas desencarnadas das relações sociais já está consolidada entre os historiadores da ciência da atualidade. Um dos caminhos abertos por nova historiografia da ciência busca uma hermenêutica entre contexto e produção científica. Agora contexto não deve ser mais entendido como “moldura” do desenvolvimento da ciência, mas como um dos elementos de sua tessitura. Neste sentido, o tema da demarcação é interessante justamente por ser uma ocasião onde as conjunturas políticas e econômicas convergem com a prática científica (especialmente relativa à astronomia) para a solução de impasses vitais para a nação: os limites internacionais.

Trabalho de arquivo e a questão dos limites Brasil e Argentina

Estudar a delimitação com a Argentina não foi algo premeditado. O interesse por este processo surgiu por acaso quando pesquisávamos o fundo Henrique Morize no Arquivo de História da Ciência do MAST. Lá encontramos uma série de negativos gelatinosos, cujos conteúdos ainda não estavam identificados. Solicitamos a digitalização dos mesmos e se revelaram lindas imagens que inferimos ser do sul do Brasil. Assim descobrimos que Henrique Morize participou da Comissão Demarcadora de Limites entre Brasil e Argentina (1900-1905) em 1902, como 2º comissário astrônomo, cujo chefe era o general Dionísio

Cerqueira. As fotografias desempenharam uma função de crônica de viagem, uma vez que o próprio Morize não deixou outros relatos sobre esta missão. As fotografias da araucária e da construção dos marcos foram fundamentais para revelar o local e o caráter demarcatório dessa expedição (Figura 1).



Figura 1. Montagem fotográfica (Fundo Henrique Morize do Arquivo de História da Ciência/MAST)

Este “achado” foi se configurando como peça importante no mosaico de nossas reflexões sobre o papel da astronomia na conformação do território brasileiro. A dimensão continental é elemento primordial da consolidação do sentimento de nacionalidade, derivada do imaginário de um território predeterminado pela natureza a ser o Brasil, formado pelas bacias do Prata e do Amazonas. Tendo em vista que já havíamos explorado o Amazonas com pesquisa sobre as fronteiras da Bolívia (Vergara, 2011), agora iremos tratar da demarcação da fronteira fluvial no sul do país.

O assunto das fronteiras é complexo. Desde a Colônia, as disputas de fronteira eram bilaterais, ou seja, a chancelaria brasileira tinha por prática resolver os conflitos com apenas um país de cada vez. Os trabalhos de delimitação eram divididos em quatro etapas: em primeiro lugar, os países entravam em acordo para definir suas fronteiras, para depois prosseguir para as negociações. Esta etapa, ocasionalmente difícil e árdua, por vezes não era suficiente para o agrado dos países com disputa territorial, sendo então necessária a intervenção de um terceiro país (ou entidade, no caso a arbitragem da Igreja Católica) para atuar como árbitro da contenda. O terceiro momento, também diplomático, oficializava o acordo ou árbitrio, através de um tratado de limites. Finalmente, numa última etapa quando se davam os trabalhos de campo com largo emprego da

astronomia, ocorria a delimitação e a demarcação do território. Assim se estabeleciam as comissões mistas com técnicos de mesmo nível em cada lado, que se encontravam periodicamente ao longo da missão para checar as medições de coordenadas. Esses encontros eram chamados de conferências, que produziam atas, fontes fundamentais para este tipo de pesquisa. Assim, para o historiador da ciência este é um momento de especial importância, uma vez que os trabalhos de campo eram feitos lado a lado pelos países envolvidos, as técnicas e instrumentos utilizados eram descritos para aferição da outra parte envolvida no assunto.

Um fator que confere mais dramaticidade a este evento é a rivalidade entre Brasil e Argentina que, desde o século 19, buscam estabelecer papel hegemônico da América do Sul. Basta lembrar que o Império manteve tropas brasileiras no Paraguai, o que onerou em muito os cofres públicos, após o fim da guerra para impedir que a Argentina anexasse parte daquele território para si. Anos mais tarde, em 1881, o Brasil instalou postos militares junto aos rios Chapecó e Chopim e a Argentina protestou a iniciativa brasileira, criando zona de litígio entre os dois países (Magnoli, 1997: 263).

Importante o leitor ter em mente que para as discussões de fronteira no caso sul-americano, o olhar para o passado era uma forma de legitimação das pretensões territoriais. Assim, ao resgatarmos os argumentos dos personagens tanto no Império quanto na República, estes já estavam apoiados em documentos anteriores, como mapas, tratados e descrições geográficas (corografias). Desta forma é imprescindível acompanhar esta narrativa que se estende na longa duração. Para tal, iremos recorrer ao relato de um dos principais agentes no desfecho da Questão de Palmas: o barão do Rio Branco.

Dada a importância da bacia do Prata desde os tempos coloniais, a região foi objeto de disputa entre Portugal e Espanha, como pode ser visto nos Tratados de Madri (1750) e Santo Idelfonso (1777). A demanda na fronteira com o território que corresponde à Argentina atual era realizar a delimitação a partir de dois grandes rios, o Uruguai e o Iguaçu, e uma conexão através de dois rios menores: o rio Peperi-Guassú, o qual já era limite desde o século 17; e o outro na vertente oposta, o Santo Antônio (Figura 2). Cabe registrar que os jesuítas também desempenharam papel naquele momento, como um terceiro elemento nas disputas entre Portugal e Espanha, mas para efeito do presente texto, não iremos considerá-los. Os primeiros demarcadores não tiveram muito sucesso, já que foram “obrigados a retroceder porque saiu-lhes ao encontro um troço de Guaranis das Missões (1754), intimidando-lhes a retirada” (Rio Branco, 1945: 51). Somente depois desse grupo de indígenas serem completamente vencidos em batalha em 1756, formou-se outra comissão para demarcar a fronteira. Esta partiu em 1759 com a intenção de determinar a posição da cabeceira do rio

Peperi-Guassú, o rio da discórdia. A longitude foi obtida através do método da observação das luas de Júpiter¹, porém a comparação com as efemérides dos Observatórios de Greenwich e de Paris provou que os resultados eram inaceitáveis. Irregularidades no pêndulo utilizado pela Comissão foram declaradas como o principal problema (Rio Branco, 1945).



Figura 2. Mapa do território litigioso entre Brasil e Argentina (em cinza) e proposta da divisão. A linha pontilhada representa o Tratado Bocaiúva-Zebalos (1890).
Autor: Bruno Capilé

Após as independências das antigas colônias, o Brasil imperial e a Confederação Argentina herdaram as disputas de um território ainda por ser delimitado, conhecido como *Misiones*, pelos argentinos, e *Palmas*, pelos brasileiros (Candeas, 2005: 10). Este tipo de embate é representativo dos conflitos no continente pós-independência, pois nos mostra a tensão entre os direitos territoriais sancionados por tratados internacionais do período colonial e a ação dos agentes locais assegurada pelo *uti possidetis*.

¹ Através da periodicidade do trânsito das luas de Júpiter é possível determinar o tempo sideral a partir de tabelas elaboradas por observatórios. Assim pode-se chegar à longitude local através da diferença da longitude do observatório que elaborou a tabela dos eclipses das luas de Júpiter (Nah, 2001).

Comissão Demarcadora no Império

Em 28 de setembro de 1885, os representantes dos governos do Império e da Argentina assinaram, em Buenos Aires, tratado para esclarecer a real localização dos rios Peperi-Guassú e Santo Antônio, Chapecó ou Pequiriguassu, e Chopim ou Santo Antônio-Guassú em Palmas, e explorar o território litigioso, localizado entre estes rios (Figura 2). A tarefa dos comissários era fazer o reconhecimento ou exploração daquela região. Não se chegou, porém, a uma concordância sobre a delimitação. Já ficou demonstrado que os dois pontos essenciais da demarcação nessa parte da fronteira eram as embocaduras dos dois afluentes e não as suas cabeceiras. Conhecido apenas o curso inferior do Chopim e do Chapecó, ninguém poderia prever que as suas cabeceiras estivessem em meridiano tão afastado da foz para o oriente. Essa interpretação cartográfica correspondia a um território de mais de 30 mil km², incluindo a parte ocidental dos estados do Paraná e Santa Catarina, tomando quase a totalidade da comarca de Palmas.

Os membros brasileiros da Comissão Mista Brasileiro-Argentina durante o Império foram: Guilherme Schüch, o barão de Capanema, professor de física e mineralogia na Escola Central, chefiando como primeiro comissário; José Cândido Guillobel, instrutor dos guardas-marinhas, autor do “Tratado de Geodésia” (1879) e assessor técnico de diversas comissões demarcadoras do Império e República, como segundo comissário; e, como terceiro comissário Dionísio Cerqueira, que viria a ser ministro da Guerra, das Relações Exteriores e da Indústria, Viação e Obras Públicas, além de chefe da mesma Comissão Demarcadora na República. A missão era determinar quais os rios que delimitariam esses países. Marcada por intrigas de invasão argentina, e iniciativas para enfraquecer o governo imperial, os trabalhos foram prejudicados pela circulação de notícias que “denunciavam não somente a ruptura da harmonia entre os comissários como também conflitos armados entre as escoltas brasileiras e argentinas” (Castilhos, 1888: 1). Apesar dos problemas, os comissários conseguiram determinar as longitudes dos rios já mencionados com maior precisão do que as realizadas no período colonial. Utilizaram para este fim, o método cronométrico e comparações com o meridiano de Palmas que possuía comunicação telegráfica com o Imperial Observatório no Rio de Janeiro. Quanto à latitude² dos pontos cruciais, como a cabeceira e

² No hemisfério sul, quando as observações são feitas com o astro no meridiano (**passagem meridiana**), a latitude é simplesmente a **declinação** do astro fornecida por catálogos, adicionada ou subtraída (conforme o astro estiver ao sul ou ao norte do zênite) da distância zenithal do astro. A distância zenithal é o ângulo que se mede entre o astro e o zênite.

faz do rio Peperi-Guassú e do Santo Antônio, após mais de cem observações resolveram adotar a média de comissões anteriores³.

O princípio da determinação da longitude⁴ consiste em comparar a hora local com a hora de outro local convencionado como meridiano zero. Embora todos os métodos utilizassem observações astronômicas, havia diferentes maneiras de fazê-lo. Na época da Comissão alguns manuais apontavam os métodos que usavam a telegrafia, os que comparavam a leitura de diferentes **cronômetros**, entre outros⁵. Para fazer a determinação a partir dos sinais telegráficos era necessário, além de uma série de transmissões e recepções dos sinais telegráficos, um conjunto de observações astronômicas para comparar as horas locais dos diferentes locais. Na ausência do telégrafo, o método cronométrico permitia comparar com um conjunto de **cronômetros** a hora local de um observatório de referência com a hora local obtida astronomicamente no local a ser determinado. O principal problema deste método era a diminuição da exatidão da marcha dos **cronômetros** com o tempo e as condições da viagem que, muitas vezes, não eram favoráveis. Dessa forma os astrônomos da Comissão monitoravam constantemente a marcha destes instrumentos para considerar seus atrasos e avanços. Por vezes era necessário enviar os **cronômetros** para os observatórios para serem recalibrados, o que encarecia e atrasava as expedições (Guillobel, 1879; Bowie, 1917).

A Comissão começou a determinação pelo método cronométrico, em especial para a foz do rio Peperi-Guassú. No entanto, o barão de Capanema achou mais “aceitável” utilizar o método da triangulação, pois tiraria “toda a dúvida

Quando o astro não se encontra no meridiano (caso geral), é necessário medir a **altura** e o **azimute** do astro para se obter a latitude. A distância zenital, a **altura** e o **azimute** eram medidos com **teodolitos** ou **sextantes**.

³ Os instrumentos de observação astronômica levados foram: um **teodolito** universal de Wanchaff; dois níveis universais de Starke & Kammerer (Stampfer) com os seus acessórios; uma agulha azimutal (bússola) prismática; uma bússola de agrimensor; uma bússola com uma luneta micrométrica de Lugeol; dois **sextantes** de Lorieux; dois horizontes artificiais de mercúrio; dois **cronômetros** de marinha; barômetros, termômetros e instrumentos para trabalhos topográficos.

⁴ Para compreensão dos trabalhos astronômicos analisamos as Cadernetas de Astronomia presentes no Arquivo Histórico do Itamaraty, e compararamos com trabalhos similares descritos em manuais da época como o “Tratado de Geodesia” de Guillobel (1879) e *Determination of Time, Longitude, Latitude and Azimuth* de William Bowie (1917), e textos mais atuais como *The Mathematics of the Longitude* de Wong Lee Nah (2001).

⁵ Guillobel em seu “Tratado de Geodesia” (1879) apontou além desses métodos, outros que possuem uma margem de erro maior: eclipses dos satélites de Júpiter, observações de distâncias lunares, culminações lunares, ocultações de estrelas pela Lua e diferença da **declinação magnética**.

sobre a posição recíproca das nascentes”, pois a “longitude dependente da marcha dos **cronômetros** não inspira inteira confiança, e qualquer dúvida pode ser motivo de discussão, e desconfiar do trabalho” (Capanema, 1887: s/p). Esta posição foi reforçada por Guillobel que também desconfiava dos **cronômetros** e julgou que os resultados com a triangulação a partir do meridiano de Palmas foram mais satisfatórios, já que possuía ligação com a rede telegráfica com o Observatório do Rio de Janeiro.

Do ponto de vista geopolítico, a Questão de Palmas colocava em perigo vários pontos do território brasileiro. Segundo Goes Filho, a reivindicação da Argentina deixaria o Rio Grande do Sul ligado ao restante do país por uma estreita faixa de 200 km entre a fronteira e o litoral. Este estado que já fora palco de movimentos separatistas desde o Império, merecia especial atenção do poder central (Goes Filho, 2001: 268). Cabe lembrar também que o acesso do Rio de Janeiro a Mato Grosso era feito pelos rios da bacia do Prata, uma vez que ainda não havia estradas (Figura 3).



Figura 3. Embarque para navegação no rio Uruguai
(Fundo Henrique Morize do Arquivo de História da Ciência/MAST)

Comissão Demarcadora na República

Enquanto se procedia ao levantamento da área em litígio, ocorreu o golpe militar republicano de 1889. Nesse ínterim, o ministro argentino no Rio de Janeiro, Enrique Moreno, teria sugerido confidencialmente a divisão do território por uma linha mediana seguindo o divisor de águas na parte central do território em litígio. O ministro brasileiro das Relações Exteriores, Quintino Bocaiúva, fez o acordo em sigilo de divisão do território litigioso, muito provavelmente para mostrar as intenções fraternas do novo regime e necessidade de apoio externo para a então frágil república brasileira, no que ficou conhecido como o Tratado Bocaiúva-Zebalos de 1890 (Figura 2). Assim que este fato chegou à imprensa, houve forte reação da opinião pública e o Congresso Nacional não aprovou o acordo.

A solução era o arbitramento, que já havia sido cogitado no século 19 e refutado pelo governo brasileiro, e o mediador escolhido seria o presidente dos Estados Unidos da América. O barão do Rio Branco, então embaixador em Liverpool, fora chamado por ser um especialista no assunto, para conduzir as negociações e preparar a defesa do Brasil no arbitramento. Parte da documentação levantada pelas partes eram o “Mapas das Cortes”⁶, ou seja, os mapas utilizados no Tratado de Madri de 1750. Nas palavras de Orville Derby, em artigo publicado na *Revista Brasileira* em 1897, a Questão de Palmas era antes de tudo uma questão cartográfica de recuperação e interpretação de mapas antigos (Derby, 1897), deixando os trabalhos de campo que vinham ocorrendo em um segundo plano. O resultado do arbítrio do presidente Grover Cleveland foi anunciado em fevereiro de 1895, dando ganho de causa ao Brasil, reconhecendo o Rio Peperi-Guassú mais a oeste e consolidando o território brasileiro. Isto, além de colocar ponto final na questão, lançou o barão do Rio Branco como o grande diplomata, conferindo o seu lugar de destaque que iria ocupar nos anos seguintes frente à chancelaria brasileira.

Importante ressaltar que em 1895 os trabalhos de demarcação não foram realizados. Esses trabalhos foram retomados em novembro de 1900 com a 1^a Conferência da Comissão Demarcadora de Limite. Essa foi a primeira de muitas reuniões, que eram acompanhadas por todos os comissários e buscavam acordos sobre instruções que davam prosseguimento às atividades de campo,

⁶ Ver Figura 1 de “Práticas astronômicas nos confins da América: instrumentos e livros científicos na construção do Brasil (1750-1760)” no Capítulo “Expedições europeias para o Brasil” neste Volume.

assim como a resolução de impasses técnicos. A partir das Instruções Primárias, foi convencionado entre os dois países a delimitação, a sondagem dos rios, o estabelecimento de marcos, a elaboração de um mapa da fronteira de escala de 1:500.000, assim como outros mapas menores que pudesse representar as ilhas e as seções transversais das sondagens realizadas com mais detalhes. As comissões de ambos os países eram compostas por dois comissários, cada um possuindo ajudante, secretário com um auxiliar, um médico, um comandante de uma escolta de vinte oficiais, além de pedreiros para a construção dos marcos e desenhistas para a confecção de mapas. No caso do pessoal brasileiro, nesse momento chefiado por Dionísio Cerqueira, houve ainda a participação de um farmacêutico, um encarregado do material e técnicos auxiliares para a determinação de pontos geográficos por telegrafia.

Conforme combinado pelas Instruções Primárias e nas Conferências, as medidas das latitudes e longitudes nos diversos pontos foram calculadas por ambas as comissões, e derivaram das mesmas observações, com suas médias obtidas na presença de ambas as comissões. A cada noite de observação os astrônomos mediam em diferentes momentos uma mesma estrela. Em outras noites eles revezavam o uso de diferentes instrumentos e de estrelas, de modo a obter no fim uma média desses resultados e relativizar os possíveis erros obtidos de uma mesma localidade. Durante essas observações diversas estrelas foram utilizadas para as medidas angulares, numa média de cinco estrelas com três observações de cada uma por determinação de latitude e longitude.

Brasileiros e argentinos trabalharam concomitantemente em duas turmas mistas. A primeira turma era responsável pelas observações astronômicas para determinação das latitudes e longitudes de pontos específicos pré-determinados, e a segunda pelo mapeamento topográfico nos rios, que fora chefiada pelo ajudante do 1º comissário, major Benjamin Barroso. A primeira turma foi chefiada pelo major Gabriel Pereira Botafogo até sua saída em setembro de 1901, e depois assumida pelo astrônomo Henrique Morize em maio de 1902. Desde o início, esta turma de astronomia foi auxiliada pelo ajudante do 2º comissário, capitão Alípio Gama e diversos outros homens. Este intervalo de quase oito meses ocorreu devido à falta de recursos, deixando a liderança deste grupo com Alípio Gama. É provável que Morize tenha vindo trabalhar na Comissão a convite de Alípio Gama, já que trabalharam juntos em 1892 na Comissão Exploradora do Planalto Central, e acompanhando comissão inglesa que veio ao Brasil observar eclipse total do Sol em 1893 (Morize, 1987).

Antes de iniciar a determinação dos pontos geográficos, era necessário escolher o ponto e edificar os marcos de forma a materializar o limite, possibilitar o reconhecimento e o retorno (Figura 4). A escolha da localização dos marcos

seguia diferentes critérios. Os marcos principais seguiam os pontos fluviais mais pertinentes do limite, tinham formato piramidal de base triangular com 2 m de lado por 5 m de altura, e foram inaugurados com a presença obrigatória de ambos os primeiros comissários. Os marcos secundários semelhantes aos principais, medianam 1,25 m de base por 3 m de altura. Em cada desses marcos era inserido escudo metálico com as armas voltado para o próprio país.



Figura 4. Marco brasileiro da foz do Peperi–Guassú com Dionísio Cerqueira ao centro
(Arquivo Histórico do Itamaraty/MRE)

A determinação da latitude e da longitude foi feita da mesma forma que a Comissão do Império. As observações foram conjugadas⁷ de modo a minimizar erros do próprio instrumento e dos procedimentos. Nessas observações outros dados eram considerados para apurar os resultados como: **equação do tempo** já calculada e medidas de pressão e temperatura para corrigir as medidas de **altura** dos astros para os efeitos da **refração atmosférica**. A latitude

⁷ Muitos instrumentos possuíam pequenas imperfeições, sendo necessário para minimizá-las realizar observações feitas aos pares, obtendo um par de medidas angulares numa posição direta e numa posição inversa. A média dessas observações corrigia o zênite instrumental (Correa, 2013).

obtida pela Comissão foi deduzida de observações feitas com o astro fora do meridiano, o que tornava necessário anotar a hora dada por um **cronômetro** (Guillobel, 1879). A determinação da latitude constituiria num problema mais fácil de determinar do que a longitude. Os possíveis erros nos cálculos das coordenadas poderiam acarretar a perda ou o ganho de território. De acordo com as Instruções Primárias, a longitude deveria ser determinada sempre que possível pelo telégrafo com a hora do Observatório do Rio de Janeiro ou Córdoba, ou de ambos. Na ausência da proximidade com a malha telegráfica havia a possibilidade de seguir o método cronométrico.

Apesar de seguir o mesmo princípio de diferença de horas do método cronométrico, o método telegráfico era mais rápido, simples e apurado do que o cronométrico. Com o método telegráfico o **cronômetro** também era utilizado, porém o seu erro na hora sideral local era conhecido através de diferentes métodos (Bowie, 1917; Chapman, 1996). No caso da determinação da longitude de Boa Vista⁸ em setembro de 1903, houve cinco noites de observação, sendo cada noite com três séries de sete sinais de transmissão e de recepção pela rede telegráfica da hora do Observatório Astronômico do Rio de Janeiro, que às vezes era interrompida, sendo necessário o número elevado de repetições para estimar uma média segura para os cálculos da determinação da longitude. Outra medida de segurança adotada pela Comissão foi a utilização do **teodolito** de Bamberg com o **sextante** de Hurliman para minimizar os erros instrumentais; e o acompanhamento da marcha dos **cronômetros**. É possível notar que o método de telegrafia teve maior incidência nos vilarejos próximos às partes navegáveis dos rios Uruguai e Iguaçu. Conforme esses e outros rios tornam-se encachoeirados e íngremes, a presença de povoados diminui consideravelmente, já que estes ficam mais isolados. Dessa maneira, outras técnicas foram empregadas para fazer a conexão entre os pontos a serem determinados e a estação telegráfica mais próxima.

Conforme os pontos a serem determinados se distanciavam das estações telegráficas, a Comissão optou pelo uso dos sinais de fogo⁹, que consistia em usar quantidade de pólvora para a produção de um clarão a intervalos previamente combinados em estação intermediária, entre um local cuja longitude era conhecida e outro cuja longitude se queria saber. Para essas observações era necessário que a hora tivesse sido determinada, com todo o cuidado possível e com a necessária antecedência, nas duas estações. A diferença

⁸ Esta localidade possivelmente corresponde ao atual município de Pato Branco (PR).

⁹ O general Dionísio Cerqueira em relatórios usa os termos “sinais de fogo” e “sinais luminosos” de forma indevida, já que esta última técnica é diferente da primeira e não foi utilizada pela Comissão.

das horas notadas nas duas estações, na ocasião da explosão da pólvora, era a diferença de suas longitudes. Antes de ser necessária a utilização desta técnica, ela foi experimentada para determinar a longitude da barra do Quarai (tríplice fronteira Brasil-Argentina-Uruguai) a partir de explosões com 250 g de pólvora, de uma distância de 70 km, em Uruguaiana. Cerqueira comentara que os observadores em Quaraí não perderam nenhum sinal, que “eram vistos nitidamente como relâmpagos que se projetavam na abóbada celeste” (MRE, 1902: 180). Tudo parece ter dado certo nos testes dos sistemas de sinal de fogo, mas não podemos dizer o mesmo da vez que o realizaram para valer.

Em agosto de 1902, a seção astronômica da Comissão, com Morize e Gama, chegou à vila de Santo Ângelo para iniciar a série de sinais de fogo até a foz do rio Peperi-Guassú, comunidade que possui estação telegráfica que é mais próxima da foz. Este grupo se dividiu em uma turma que ficou em Santo Ângelo, com Gama, e outra turma, com Morize, que ficou em local onde terminam os campos e começam as matas, o Campo Novo. Esses dois astrônomos realizariam os mesmos serviços astronômicos, e calculariam a diferença através dos sinais. A primeira série de 4 explosões de 750 g de pólvora da estação intermediária foi percebida. No entanto, no segundo dia a série foi confundida com clarões emitidos de grandes queimadas que iluminavam todo o horizonte. Novos testes foram feitos, e mesmo depois de terem derrubado a mata¹⁰ e aumentado a carga de pólvora para 2 kg, a observação dos sinais foi dificultada por relâmpagos e por mais queimadas.

Reconhecida a dificuldade de usar sinais de fogo entre o marco da foz do rio Peperi-Guassú e a vila de Santo Ângelo, brasileiros e argentinos decidiram na 3^a Conferência, em 24 de setembro, que utilizassem os mapas confeccionados pela Comissão Exploradora de 1887-1888. O restante do trajeto, inclusive entre as cabeceiras dos rios Peperi-Guassú e Santo Antônio, foi ligado por sinais de fogo depois de diversas operações. Outras dificuldades foram vivenciadas além de chuvas e relâmpagos, como as brumas e os nevoeiros que ocorrem nos vales. Para isso, optaram por diminuir a quantidade de pólvora negra e acrescentar 10 g de pólvora de magnésio, que torna a luz do clarão mais branca. Após essas modificações, e com melhores condições de transporte dos **cronômetros**, as comissões optaram na 4^a Conferência que as diferenças de longitude entre a boca do rio Iguaçu e os portos do Piraí e de Posadas fossem obtidas por meio de

¹⁰ Enquanto este grupo derrubava as árvores foi encontrado antigo cemitério de índios de onde foram desenterradas urnas funerárias contendo vestígios de ossos quase inteiramente decompostos e com algumas decorações. No entanto, não puderam ser transportados sem que fossem destruídos.

transporte de **cronômetros** pelo rio Paraná. Conforme dito antes, este método permite comparar imediatamente a hora do lugar com a do observatório onde foram regulados os **cronômetros**. Esse ponto da expedição foi um dos poucos que tornou possível o uso desta técnica, já que o rio Uruguai é mais caudaloso, e o transporte por terra deixa esse método pouco confiável. Sendo assim, antes de efetuar essa técnica, Morize parte para Buenos Aires para mandar mudar o óleo dos **cronômetros** e reparar alguns dos nossos instrumentos de precisão.

Seja pelo sistema telegráfico ou pelo de fogo, os observadores utilizaram os resultados do **estado absoluto** e da marcha do cronômetro para correções. Assim, com a diferença de horários entre os pontos e observatórios, bastava somente se referir ao meridiano de Greenwich para se ter a longitude do local¹¹. Nos relatórios da Comissão não há detalhes sobre como as observações via sinal telegráfico foram realizadas, tampouco houve menção ao **cronógrafo**¹².

Do ponto de vista da astronomia, a escolha do método foi acordada entre os comissários brasileiros e argentinos nas Instruções Primárias antes dos trabalhos de campo e nas decisões em conjunto nas conferências, como o abandono da técnica do sinal de fogo entre o marco da foz do rio Peperi-Guassú e a vila de Santo Ângelo. Essas convenções, além de diminuírem a margem de erro, facilitaram as relações diplomáticas entre os dois países. Assim, Cerqueira afirmou que os trabalhos transcorreram em “perfeita harmonia e cordialidade (...) que permitiram resolver sem dificuldade as pequenas dúvidas que raras vezes surgiram nos trabalhos técnicos” (Cerqueira, 1903: 01). Ele, que esteve desde o Império envolvido com esta missão, bem como foi assessor na arbitragem em Washington, testemunhou as idas e vindas desta questão, os embates e as tentativas fracassadas para se chegar a um acordo, via com bons olhos o clima de cooperação naquela comissão mista.

Para se ter o processo de delimitação como um tema da história da ciência e não apenas da diplomacia, é importante se dar atenção aos usos dos instrumentos científicos. Os instrumentos astronômicos utilizados eram provenientes de instituições como os ministérios de Viação e Obras Públicas, Relações Exteriores e do Observatório Astronômico do Rio de Janeiro. Considerando somente os trabalhos astronômicos, vimos a presença de instrumentos que medem ângulos, como **sextantes** (um de Throughton, um de Hurliman e um

¹¹ O meridiano de Greenwich foi convencionado como o meridiano zero em 1884 na Conferência Internacional do Meridiano em Washington. No Brasil, que participou da conferência com Luis Cruls, a lei que normaliza o uso do meridiano de Greenwich somente foi decretada em 1913.

¹² O **cronógrafo** recebia sinal elétrico via cabos telegráficos de observatórios. Este instrumento foi utilizado na Comissão Astronômica em 1876.

de Lorieux), os **teodolitos** (um de Bamberg e um de O. Ney), e um instrumento de Stampfer; e instrumentos que medem o tempo, os **cronômetros** (3 Ulysses Nardin e um John Poole). Assim como existiam instrumentos que levantavam dados que serviam como correção para as observações astronômicas, como barômetro¹³ (3 de Fortin) e termômetros¹⁴.

As condições do transporte dos **cronômetros** desregulavam sua marcha, sendo necessário enviá-los para observatórios astronômicos com a finalidade de reparar sua precisão (Figura 5). Ou às vezes comparar as marchas com outros **cronômetros** e o movimento da esfera celeste. Assim se identificava os **cronômetros** que mais conservavam suas marchas durante o translado, sugerindo preferência por eles.



Figura 5. "Condutores dos cronômetros" (Arquivo Histórico do Itamaraty/MRE)

Essa preferência tornou-se mais evidente se olharmos os instrumentos de medição de ângulos usados pela Comissão. Via de regra, houve predomínio

¹³ Além de utilizar para correções nas observações astronômicas, os dados do barômetro forneciam informações topográficas. Para o cálculo da altitude Alípio Gama usou a fórmula de L. Cruls e a de Laplace, ambas considerando temperatura e pressão.

¹⁴ Alguns dos instrumentos estão presentes ainda como patrimônio do Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST). Mas não nos aprofundaremos neste sentido, devido ao foco deste estudo ser a importância de seus estudos, e não o levantamento individual das informações dos instrumentos.

do uso do **teodolito** de Bamberg para as observações astronômicas, apesar de Alípio Gama ter registrado na “Caderneta de Cálculos Astronômicos” que este instrumento tinha “defeito de construção”, onde “o nível não é independente da luneta” (Gama, 1905: 116).

Outro aspecto a ser ressaltado é a maior frequência da participação de alguns astrônomos. Através das cadernetas vemos que Alípio Gama atuou de forma mais presente nas observações astronômicas do que Morize ou o major Botafogo. É difícil saber se este fato foi uma decisão por parte de Dionísio Cerqueira, ou se pode ser atribuído às circunstâncias específicas de cada observação. O mesmo se pode dizer sobre a preferência por determinados instrumentos em diferentes momentos como: uso mais frequente do **teodolito** de Bamberg; o uso exclusivo do **sextante** de Hurliman por Alípio Gama em todas as observações para latitude e longitude de São Borja; ou se foi algo mais sutil como a primeira e única utilização do **teodolito** do fabricante O. Ney na primeira observação de Morize. De qualquer forma, para maior precisão na determinação dos pontos geográficos foram feitas várias observações, muitas vezes por diferentes instrumentos, seja de ângulo ou de tempo, de modo a se obter médias para maior precisão nos resultados.

Os diversos instrumentos científicos utilizados pela Comissão Demarcadora de Limites entre Brasil e Argentina representam não somente a relação entre ciência, política e sociedade, mas também a cultura material científica da época. A abordagem da história da ciência nos mostra como esses instrumentos estavam incorporados nas práticas científicas, como um **sextante** ou um **teodolito** ser utilizado de forma semelhante por Alípio Gama, Henrique Morize ou um membro da comissão argentina. A padronização e multiplicação do modo de obter as informações para a determinação dos pontos geográficos são costumes científicos. Observar essas convenções científicas expressas em manuais e livros-texto da época foi um meio de ver como os diferentes personagens estavam atualizados nas determinações astronômicas e geodésicas.

O desfecho da Questão de Palmas

O ponto final da Questão de Palmas foi dado pelo arbítrio norte-americano e, em outubro de 1910, pela Convenção Complementar do Tratado de Limites de 6 de outubro de 1898, entre as duas Repúblicas. No artigo 3º da Convenção ficava estabelecido que:

A linha divisória entre o Brasil e a República Argentina, no rio Uruguai, começa na linha normal entre as duas margens, que passa um pouco a jusante da ponta sudoeste da ilha Brasileira do Quaraí; segue subindo o rio, a meia distância da margem direita ou argentina, e das margens ocidental e setentrional na ilha Brasileira, passando defronte da boca do rio Miriñay, na Argentina, e da boca do rio Quaraí, que separa o Brasil da República Oriental, subindo o mesmo rio Uruguai, vai encontrar a linha que une os dois marcos inaugurados a 4 de abril de 1901, um brasileiro, na barra do Quaraí, outro argentino, na margem direita do Uruguai. Daí segue pelo talvegue do Uruguai até a confluência do Pepiri-Guaçu, como ficou estipulado no artigo 1º do Tratado de 6 de outubro de 1898 e conforme a demarcação feita de 1900 a 1904, como consta da Ata, assinada no Rio de Janeiro a 4 de outubro de 1910 (grifo nosso, Rio Branco, 2012: 234).

Os “rios de tinta” que correram sobre esta questão pouco mencionam os trabalhos de campo e o papel que a astronomia desempenhou neste processo. Isto pode ser explicado pela resolução do conflito do ponto de vista das relações internacionais, canonizada na História do Brasil como o primeiro grande feito do barão do Rio Branco. O esforço em narrar este evento da história nacional, lançando luzes sobre a prática científica, pode ser visto como um dos desafios dos historiadores da ciência do século 21, que busca novos objetos fora dos tradicionais, tais como grandes personagens, história das ideias científicas e instituições. Assim estamos estabelecendo diálogo direto com a sociedade brasileira, ao mostrar que algo tão caro como a dimensão do território não foi obra apenas de diplomatas e aventureiros, mas também de cientistas.

Assim, procuramos trazer para a cena, práticas que frequentemente são invisíveis, investigando o que Kuhn chamou de “ciência normal” ou abrindo a caixa preta de Latour no que se refere ao desenho dos limites nacionais. O caso com a Argentina é interessante, pois mostra que mesmo uma “fronteira natural” como os rios, também precisa ser esquadrinhada pelos parâmetros científicos para sua demarcação cartográfica. Para tal foi necessário dar destaque não só aos métodos de demarcação, mas também aos instrumentos utilizados. Muitos exemplares destes fazem parte de nosso patrimônio nacional científico, alguns sob a guarda do MAST (ver “Patrimônio científico da astronomia no Brasil” no Capítulo 17 deste Volume). Assim este trabalho se pretendeu dar continuidade ao caminho aberto por Abrahão de Moraes, acrescentando mais elementos na relação entre nação e ciência no Brasil.

Agradecimentos

Expressamos nossa gratidão pelo apoio do CNPq, a Luci Meri Guimarães (MAST), Laura Lima (SCDL/MRE) e Roseane Martins (Arquivo Histórico do Itamaraty).

Referências

- Bowie, William (1917), *Determination of Time, Longitude, Latitude, and Azimuth*, 5th ed., Washington: Government Printing Office.
- Candeas, Alessandro Warley (2005), “Relações Brasil-Argentina: uma análise dos avanços e recuos”, *Revista Brasileira de Política Internacional*, 178-213.
- Capanema, Guilherme Schuch, Barão de (1887), “Ofício reservado para o barão de Cotegipe (Ministro das Relações Exteriores) do dia 14 de junho de 1887”, *Arquivo Histórico do Itamaraty*, Lata 429 Maço 1 Pasta 2, correspondência recebida do barão de Capanema.
- Castilhos, Julio de (1888), “Hypothese de Guerra”, *A Federação: Orgam do Partido Republicano*, 4 abril de 1888.
- Cerqueira, Dionísio (1903), “Ata da 5^a Conferência da Comissão Demarcadora de Limites entre Brasil e Argentina de 30 de outubro de 1903”, *Arquivo histórico do Itamaraty*.
- Chapman, Allan (1996), *Astronomical Instruments and their Users: Tycho Brahe to William Lassell*, Aldershot: Variorum.
- Correa, Iran Carlos Stalliviere (2013), *Determinação do norte verdadeiro de um alinhamento através da distância zenital absoluta do sol*, http://www.cvist.com.br/geotec/determinacao_do_norte_verdadeiro_de_um_alinhamento_atraves_da_distancia_zenital_absoluta_do_sol.pdf, acesso em 7/5/13.
- Derby, Orville (1897), “Uma questão cartográfica: o ‘mapa das cortes’ e as suas cópias”, *Revista Brasileira*, Tomo X, 362-371.
- Gama, Alípio (1905), “Caderneta de Cálculos Astronômicos”, *Arquivo histórico do Itamaraty*, Lata 438, Livro 1.
- Goes Filho, Synésio Sampaio (2001), *Navegantes, Bandeirantes, Diplomatas: Um Ensaio sobre a Formação das Fronteiras do Brasil*, São Paulo: Editora Martins Fontes.
- Guillobel, José Cândido (1879), *Tratado de Geodesia*, Rio de Janeiro: Typographia à Vapor, Livraria e Encadernação de Lombaerts & Cia.

Magnoli, Demétrio (1997), *O corpo da pátria: imaginação geográfica e política externa no Brasil: 1808-1912*, São Paulo: UNESP/Moderna.

Moraes, Abrahão de (1955), “A astronomia no Brasil” in Fernando de Azevedo (Org.), *As ciências no Brasil*, 2 vols., São Paulo: Editora Melhoramentos.

Morize, Henrique (1987), *Observatório Astronômico: Um século de história (1827-1927)*, Rio de Janeiro: Museu de Astronomia e Ciências Afins, Salamandra.

MRE (1902), Relatório do Ministério das Relações Exteriores do ano de 1901.

Nah, Wong Lee (2001), The Mathematics of the Longitude, *An academic exercise presented in partial fulfilment for the degree of Bachelor of Science with Honours in Mathematics*, Department of Mathematics, National University of Singapore.

Rio Branco, Barão de (1945), *Questões de Limites: República Argentina*, Ministério das Relações Exteriores, Imprensa Nacional.

Rio Branco, Barão de (2012), *Obras do Barão do Rio Branco V: questões de limites, exposições de motivos*, Brasília: Fundação Alexandre de Gusmão.

Vergara, Moema de Rezende (2011), “Ciências, fronteiras e nação: comissões mistas de demarcação dos limites territoriais entre Brasil e Bolívia, 1895-1901”, *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Ciências Humanas* 5, 2, 345-361.

Capítulo 8

ENSINO SUPERIOR
DE ASTRONOMIA

O Observatório do Valongo e a história do ensino superior de astronomia no Rio de Janeiro

José Adolfo S. de Campos (OV/UFRJ)

O ensino de astronomia nasceu na Academia Real dos Guardas-Marinhas (ARGM) e na Academia Real Militar (ARM), onde permaneceu com exclusividade até a criação da Escola Politécnica (EP) do Rio de Janeiro em 1874. Desde o início, padeceu da ausência de práticas em observatório, o que somente foi corrigido com a criação do Observatório da Escola Politécnica em 1881, para dar instrução prática de astronomia aos alunos dos cursos de engenharia. Após período de abandono, esse Observatório foi redescoberto para ser novamente um “observatório-escola”, como apoio à formação de pesquisadores em astronomia pelo curso de graduação em astronomia, criado na Faculdade Nacional de Filosofia (FNFi) da Universidade do Brasil (UB). O atual instituto Observatório do Valongo é o sucessor do Observatório da Escola Politécnica e é responsável por cursos de graduação e pós-graduação em astronomia.

Os primórdios do ensino de astronomia no Brasil

No Ocidente, o ensino formal de astronomia parece ter surgido quando as primeiras universidades foram criadas nos séculos 11-13 na Itália, França, Espanha e Portugal. Nestas universidades os alunos iniciavam seus estudos para obter o título de “mestre em artes”¹ com cursos de Gramática, Retórica e Lógica, que os habituavam a falar e escrever com compreensão, seguindo-se depois os cursos de Aritmética, Harmonia, Geometria e Astronomia, onde a Astronomia ensinada era muito elementar². Concluída esta fase, os alunos estavam prontos para ingressar num dos cursos avançados: Medicina, Leis ou Teologia.

O século 15 marca o início da expansão marítima de Portugal, com a descoberta e exploração de novas terras. Inicialmente a exploração ocorreu ao longo da costa ocidental da África, com os navegantes portugueses descendo cada vez mais em direção ao sul, até cruzarem o equador em 1471. A ultrapassagem do equador pelos portugueses exigiu o uso de novos métodos astronômicos para a determinação da latitude do lugar, uma vez que não era mais possível o uso da estrela Polar ou do Norte. Os navegantes passaram a usar a **altura** do Sol e tábuas de efemérides astronômicas para se orientarem no mar do hemisfério sul. A determinação da longitude no mar continuava a ser problema que só foi satisfatoriamente resolvido quando da invenção do **cronômetro** marinho por John Harrison em 1761.

No século 16, a determinação das coordenadas das novas terras descobertas continuava sendo problema de segurança do reino português, em especial a longitude que só podia ser determinada com relativa precisão usando-se a observação de eclipses do Sol e da Lua e do movimento da Lua em relação às estrelas. Somente mais tarde, no século 17, com o método de observação dos eclipses dos satélites de Júpiter, houve melhoria considerável na precisão das determinações.

¹ Os alunos entravam muito jovens para este curso, que corresponderia ao nível médio de hoje.

² Os europeus começaram a escrever textos introdutórios sobre astronomia somente a partir da metade do século 13, como o “Tratado da Esfera” de 1230, escrito por Sacrobosco (John of Hollywood, 1195-c. 1256), que foi adotado no ensino de Astronomia nas primeiras universidades. Os conhecimentos ensinados eram parcos e geralmente não passavam de noções sobre o calendário e como calcular a data da Páscoa, embora o conteúdo do “Tratado da Esfera” fosse mais abrangente. O texto do “Tratado” estava dividido em quatro capítulos: o primeiro discute a estrutura geral do universo, o segundo os círculos da esfera celeste, o terceiro a rotação diária dos céus e o clima da Terra e o quarto os movimentos planetários e eclipses.

Nos séculos 15 e 16, época das grandes navegações e descobertas, Portugal era centro disseminador de conhecimentos nas áreas de construção naval e astronomia aplicada à navegação. Como as exigências para um conhecimento mais preciso da posição do navio fossem aumentando, o rei D. Sebastião (1554-1578, rei em 1568) decidiu solicitar aos jesuítas, através do cardeal-infante D. Henrique, que instituíssem uma classe no Colégio de Santo Antão, em Lisboa, destinada a dar a formação matemática necessária aos homens do mar (Canas, 2003). A “Aula da Esfera” surge, em dezembro de 1573, como condição imposta pelo cardeal D. Henrique em troca de generosa contribuição anual (perpétua) da parte do rei³ (Leitão, 2008). Ver a seção “Os jesuítas e o ensino de astronomia no Brasil colonial” no Capítulo “Astronomia na educação básica” neste Volume.

O ensino da astronomia em nível superior se iniciou em Portugal somente na segunda metade do século 18, com o “Curso de Matemático” da Universidade de Coimbra⁴ e com o “Curso de Matemático” da ARGM⁵.

No Brasil, os jesuítas tinham fundado em 1757, no Colégio de Salvador, a Faculdade de Matemática que teve como seu aluno mais ilustre o matemático e astrônomo português José Monteiro da Rocha⁶ (1734-1819). Monteiro da Rocha no seu trabalho sobre o cometa Halley⁷ usou conhecimentos de Astronomia Esférica, de Trigonometria Esférica aplicada à Astronomia e de **Mecânica Celeste**. Seria razoável supor que os aprendeu com o inaciano João Brewer (1718-1789), seu professor de Matemática na Faculdade de Matemática do Colégio de Salvador (Silva, 2003).

A hipótese de que o curso da Faculdade de Matemática tinha uma parte dedicada às aplicações matemáticas na astronomia, é reforçada pelo fato de Monteiro da Rocha, alguns anos mais tarde, ao participar da reforma dos

³ Segundo Henrique Leitão (2008), “No período entre finais do século XVI e meados do século XVIII, a ‘Aula da Esfera’ do colégio jesuíta de Santo Antão, em Lisboa, foi a mais importante instituição de ensino e de prática científica em Portugal. Foi a única instituição que assegurou ininterruptamente o ensino de disciplinas físico-matemáticas, lecionadas por professores competentes, durante todo esse largo intervalo de cerca de 170 anos.”

⁴ Na reforma da Universidade de Coimbra houve a criação da Faculdade de Matemática em 1772, onde estava presente a cadeira de astronomia. O padre José Monteiro da Rocha foi um dos responsáveis pela criação da Faculdade de Matemática e do Observatório da Universidade.

⁵ A ARGM foi criada em 1782 e o seu curso para formação de aspirantes com duração de 3 anos tinha a cadeira de astronomia náutica.

⁶ Seu interesse pela astronomia provavelmente nasceu da observação que fez do cometa Halley em março de 1759 (Rocha, 2000) e pelas teorias de Newton.

⁷ *Sistema Físico-Matemático dos Cometas*, manuscrito datado de 19 de março de 1760.

estatutos da Universidade de Coimbra⁸, ser o responsável pela criação da Faculdade de Matemática, cujo currículo com duração de 4 anos, destinava o 4º ano ao ensino de astronomia, sendo provável que estivesse repetindo a experiência da Faculdade de Matemática no Colégio de Salvador.

Embora não se possa ter certeza, pode-se admitir que, pelo menos, existem indícios da existência de uma cadeira de astronomia no nível superior no Brasil colônia, oferecida aos estudantes da Faculdade de Matemática do Colégio de Salvador por volta de 1757-1759. Com certeza, o ensino de astronomia somente se iniciou com a chegada de D. João VI em 1808, na ARG (Campos e Santos, 2011), instituição vinda de Portugal.

O ensino de astronomia no nível superior no Brasil e, em especial no Rio de Janeiro, pode ser dividido em três fases com características bastante distintas. Na primeira fase, que se estende desde a chegada da corte portuguesa ao Rio de Janeiro em 1808 até 1874, quando ocorre a criação da Escola Politécnica (EP) do Rio de Janeiro, a astronomia era ensinada exclusivamente nas academias militares. O ensino de astronomia era destinado à formação de oficiais de marinha e engenheiros militares, fundamentais para o conhecimento dos limites e manutenção do território Brasil. Com a chegada da corte ao Brasil, iniciou-se o ensino superior de astronomia apenas no aspecto de ciência aplicada.

Na segunda fase, a astronomia passa a ser ensinada também para os engenheiros civis da EP e sucessoras, e vai até 1966, quando a reforma da UB, que passa a ser Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), extingue o curso de engenheiro geógrafo. Este período foi marcado por mudanças políticas e sociais e pelo processo de modernização e desenvolvimento industrial impulsionado pelo Estado, no qual a figura do engenheiro civil era parte fundamental.

Finalmente, a terceira fase inicia-se com a criação do curso de graduação em astronomia em 1958, na FNF da UB e vem até os dias de hoje. Nesta fase o objetivo é a formação básica de pesquisadores em astronomia, sem a preocupação com as aplicações utilitárias que caracterizaram as duas fases anteriores.

⁸ O brasileiro D. Francisco Lemos de Faria Pereira Coutinho (1735-1822), bispo de Coimbra, indicou o padre José Monteiro da Rocha ao marquês de Pombal como sendo capaz de redigir os estatutos da nova Faculdade de Matemática. Os estatutos, que foram aprovados pela carta régia de 28 de agosto de 1772, também criavam o Observatório Astronômico subordinado à Faculdade de Matemática.

O ensino de astronomia nas escolas militares durante o Império

Com a transferência da sede do reino de Lisboa para o Rio de Janeiro, a segurança territorial e ausência de pessoal qualificado⁹ na agora ex-colônia eram as preocupações que demandavam ações imediatas. A segurança territorial implicava no conhecimento dos limites do território Brasil e na constituição de forças militares capazes de defendê-lo da cobiça de estados estrangeiros. Havia falta de oficiais e de engenheiros, reflexo de política equivocada das cortes portuguesas em relação à colônia.

Para suprir esta deficiência o príncipe regente D. João VI ordenou a transferência imediata da ARGM, sediada em Lisboa, para o Rio de Janeiro, onde chegou antes mesmo da instalação da corte. A ARGM, única instituição que veio de Portugal e nunca voltou, era responsável pela formação dos futuros oficiais da marinha portuguesa e tinha os conhecimentos astronômicos como um apoio necessário à navegação, pois através das posições dos astros se conhecia a posição do navio no mar.

A ARGM se instalou inicialmente na Hospedaria do Convento de São Bento em maio de 1808, onde iniciou as atividades relativas ao Curso Matemático, que tinha no programa do 3º ano, Trigonometria Esférica, Navegação Teórica e Prática, e Rudimentos de Táctica Naval. O ensino de astronomia esférica entrava como o conhecimento necessário para navegação teórica e prática conforme se pode constatar através do livro de Bézout¹⁰, adotado como texto para o curso da ARGM.

Para o ano de 1809 o diretor da ARGM, José Maria Dantas Pereira (1772-1836), estabeleceu o início das aulas em 1º de março e designou o lente substituto Joaquim Ângelo Coelho Freire como responsável pela cadeira do terceiro ano. Assim, Coelho Freire pode ser considerado o primeiro professor de astronomia de nível superior do Brasil (Campos e Santos, 2011).

A evolução curricular da ARGM (Campos, 2012), entre 1808 e 1886, mostra que a Marinha foi muito parcimoniosa nas mudanças. A astronomia sempre esteve presente como matéria obrigatória para a formação dos guardas-marinhas porque a parte ensinada — astronomia esférica — era de cunho utilitário, isto é, para emprego na navegação.

⁹ Para Lacombe (2004) as instituições de ensino superior criadas por D. João “(...) resultaram quase sempre de uma necessidade premente de técnicos”.

¹⁰ A ARGM adotava para as cadeiras dos três anos o *Cours complet de Mathématiques à l’usage de la Marine et de l’Artillerie* em 6 volumes, de Étienne Bézout (1730-1786) (Campos, 2012).

Se a parte teórica não apresentou maiores problemas, o mesmo não se pode dizer sobre a prática de observações, que deveria ser feita em observatório. Apesar de alguns instrumentos do Observatório Real da Marinha terem vindo ao Brasil, o seu uso na Hospedaria do Mosteiro de São Bento foi precário devido à inexistência de instalações adequadas, conforme relatos de vários ministros da Marinha. Somente a partir de 1846, os alunos da Escola de Marinha puderam fazer suas aulas práticas no Imperial Observatório do Rio de Janeiro (IORJ). Esta disponibilidade perdurou até 1871, quando o IORJ se desligou da Escola Central e mudou a filosofia de sua utilização, ficando mais voltado para a pesquisa astronômica e prestação de serviços.

Em 1810, pouco tempo depois de sua chegada, D. João criou a Academia Real Militar (ARM) por proposta de D. Rodrigo de Sousa Coutinho (1745-1812), com a função de auxiliar na “defesa e segurança dos meus vastos domínios”. A ARM seria responsável pela formação dos oficiais e engenheiros militares, onde o ensino de astronomia tinha o objetivo de usar os conhecimentos astronômicos aplicados à determinação de posições em terra e no mar e como auxílio a levantamentos geográficos e geodésicos, necessários à formação de engenheiros militares.

As aulas da ARM começaram efetivamente em 23 de abril de 1811 na Casa do Trem, na Ponta do Calabouço, sendo transferidas em 1812 para o prédio no Largo de São Francisco, onde está localizado atualmente o Instituto de Filosofia e Ciências Sociais (IFCS) da UFRJ.

O currículo inicial da ARM tinha a duração de sete anos para os oficiais de Engenharia e Artilharia, enquanto os oficiais de Infantaria e Cavalaria só precisavam fazer dois anos de curso. No quarto ano do curso eram ministrados os conhecimentos de astronomia obrigatórios para engenheiros geógrafos e topógrafos.

O ensino de astronomia sempre esteve presente ao longo das dez reformas¹¹ institucionais e curriculares que a Academia Militar¹² sofreu desde 1810 até 1874 e seu conteúdo sempre se caracterizou pela Astronomia Esférica e suas aplicações à Topografia e à Geodésia.

¹¹ As reformas ocorreram nos anos 1832, 1834, 1835, 1839, 1842, 1845, 1858, 1860, 1864 e 1874. Para mais detalhes sobre as características institucionais e curriculares de cada uma destas reformas ver Campos (2012).

¹² A Academia Real Militar mudou de nome várias vezes durante o período. Em 1832 passou a denominar-se de Academia Militar e de Marinha, mudando para Academia Militar do Império do Brasil em 1834. Em 1835 passou a denominar-se Academia Militar, nome que perdurou até 1839 quando passou a Escola Militar da Corte. Esta denominação foi alterada para Escola Central em 1858 e continuou até 1874 quando passou a chamar-se Escola Militar (Campos, 2012).

Os livros texto recomendados para as aulas de astronomia na Carta de Lei da criação da ARM foram *Leçons Élémentaire d'Astronomie Géométrique et Physique* de La Caille, e *Traité d'Astronomie* de Lalande. Estes livros foram logo substituídos pelo compêndio “Elementos de Astronomia para uso dos alunos da Academia Real Militar”, publicado pela Imprensa Régia em 1814, cuja autoria era de Manoel Ferreira de Araujo Guimarães (1777-1838), len-te da cadeira de Astronomia da ARM. Outro lente da Academia, José Saturnino da Costa Pereira (1771-1852) também publicou dois compêndios destinados aos alunos da Escola Militar da Corte (EMC): “Elementos de Geodésia precedidos dos princípios da Trigonometria Esférica e Astronomia necessários a sua inteligência” em 1840 e “Elementos de Astronomia e Geodésia” em 1845.

A prática de astronomia na ARM também sofreu dos mesmos problemas enfrentados pela ARGM, isto é, a ausência de observatório onde os alunos pudessem praticar os ensinamentos cuja teoria lhes era passada. Em 1827 foi criado o Observatório Astronômico¹³ cujo objetivo era oferecer serviços de apoio às embarcações que aportavam ao Rio de Janeiro, que precisavam conhecer com precisão a **declinação magnética**, a hora média (ver **Hora solar média**) e a longitude para regular os seus **cronômetros** de bordo. Embora o Observatório não tivesse o objetivo de servir como local de prática para os alunos das academias, nunca foi implantado por discordâncias entre os membros da comissão designada para redigir o seu regimento e escolher o local de sua instalação.

As práticas astronômicas continuaram a ser feitas esporadicamente em instrumentos portáteis até que, em 1849, a primeira turma¹⁴ teve aulas práticas nas instalações do IORJ cuja criação ocorreu em 1846¹⁵. As práticas continuaram até o ano de 1871¹⁶ quando, sob a direção do Dr. Emmanuel Liais¹⁷ (1826-1900), o Observatório mudou sua orientação e se desligou da Escola Central. Deixou de ser observatório quase que exclusivamente de apoio às

¹³ Sugestão do capitão do Corpo de Engenheiros e Lente da Academia Real Militar, Cândido Baptista de Oliveira. O Decreto legislativo de 15 de outubro de 1827 criou o Observatório subordinado ao Ministério do Império.

¹⁴ A primeira turma era composta por 10 alunos das academias e 1 ouvinte.

¹⁵ Em 1845, o ministro da Guerra Jerônimo Francisco Coelho nomeia o lente substituto Soulier de Sauve para reativar a prática no Observatório e inicia os trabalhos de recuperação do convento jesuíta no Morro do Castelo para servir ao observatório astronômico.

¹⁶ Decreto N° 4664 de 3 de janeiro de 1871 cria a Comissão de Longitudes e desliga na prática o IORJ da Escola.

¹⁷ Emmanuel Liais foi diretor do IORJ entre 1871 e 1881, com vários afastamentos em decorrência de missões científicas.

atividades didáticas da Escola, para se tornar observatório voltado para a pesquisa astronômica e prestador de serviços essenciais, tais como fornecimento da hora, acerto de **cronômetros** de navios e determinação de posição geográfica com alta precisão.

O ensino de astronomia na EP para engenheiros

Na metade do século 19 o Brasil se encontrava numa fase de grande desenvolvimento, construindo novas estradas, ferrovias e portos e havia escassez de engenheiros e de pessoal qualificado para lidar com os novos desafios. A Escola Militar da Corte oferecia apenas o curso para engenheiros militares, cuja formação atendia às especificidades da carreira militar, não contemplando a formação de engenheiros civis diretamente. A pressão por novos engenheiros civis criou dilema para as autoridades imperiais. Como conciliar a formação de engenheiros militares com as necessidades da formação de engenheiros civis?

A resposta parcial a esta questão surgiu em 1858 com a criação da Escola Central que formava tanto engenheiros militares, quanto civis. A separação total entre as duas formações ocorreu em 1874 com a criação da EP do Rio de Janeiro, sob a administração do Ministério do Império, destinada à formação de engenheiros civis e de bacharéis e doutores em Ciências Físicas e Matemáticas, enquanto que a instrução teórica e prática dos oficiais e praças do exército ficava exclusivamente concentrada na Escola Militar instalada naquele mesmo ano no Forte da Praia Vermelha.

A EP se distinguiu da antecessora Escola Central por sua preocupação com atividades práticas, procurando que o ensino de cadeiras que envolvessem observações e experimentações não ficasse somente na teoria. Essa política fez com que o número de laboratórios existentes na EP se ampliasse rapidamente. A astronomia foi beneficiada por esta política que reforçou a necessidade da criação de um observatório, onde os alunos pudessem praticar as técnicas de observação.

Com a EP houve ampliação considerável do número de cursos oferecidos, o que foi um reconhecimento das necessidades de pessoal qualificado em diversas áreas da atividade econômica do Império. A EP oferecia um Curso Geral, com duração de dois anos, e seis cursos especiais, com duração de três anos cada um: Curso de Ciências Físicas e Naturais; Curso de Ciências Físicas e Matemáticas; Curso de engenheiros geógrafos; Curso de Engenharia Civil; Curso de Minas e Curso de Artes e Manufaturas.

Na EP, a astronomia era cadeira obrigatória para o engenheiro geógrafo¹⁸ e o bacharel em Ciências Físicas e Matemáticas¹⁹, mas não para o engenheiro civil. O segundo ano do curso de Ciências Físicas e Matemáticas era dominado pela astronomia e suas aplicações, respectivamente com as cadeiras de “Trigonometria Esférica, Astronomia”, “Topografia, Geodésia e Hidrografia” e a aula de “Construção e desenho de cartas geográficas”. No terceiro ano do curso havia ainda a cadeira de “**Mecânica Celeste**”, colocada pela primeira vez no currículo desde a criação da ARM em 1810.

A partir da criação da ARM e passando por todas as suas sucessoras, os tópicos apresentados na cadeira de Astronomia tinham compromisso maior com suas aplicações à geodésia, topografia e navegação, com breves menções à **Astronomia Física**. Com a criação da EP não foi diferente, com a única exceção da cadeira de “**Mecânica Celeste**”. A introdução da **Mecânica Celeste** como cadeira do Curso de Ciências Físicas e Matemáticas da EP foi influenciada pela tradição da astronomia francesa na área²⁰. O primeiro e único professor da cadeira de **Mecânica Celeste**, que permaneceu no currículo da Escola até a reforma de 1896, foi Joaquim Galdino Pimentel (1849-1905)²¹.

A descrição da cadeira de Astronomia previa a realização de “observações astronômicas e cálculos de astronomia prática”. Para isto estava dito no Estatuto que a Escola teria um observatório para práticas de observação e realizaria exercícios práticos no campo, que “se farão, durante as férias, fora da cidade, em local escolhido pelo Lente e apropriado aos exercícios de triangulação, geodésia e astronomia; durarão no mínimo dois meses”²².

A história do ensino de astronomia na EP pode ser dividida em três períodos com características distintas. O primeiro entre os anos de 1874, ano da criação da Escola, e o primeiro semestre de 1881, quando ocorreu a nomeação de Manoel Pereira Reis (1837-1922) como lente catedrático da cadeira de Astronomia²³. O segundo vai de 1881 até 1912, ano da aposentadoria de Pereira Reis,

¹⁸ O título de Engenheiro Geógrafo era concedido a quem cursasse os dois anos do Curso Geral e os dois primeiros anos do Curso de Ciências Físicas e Matemáticas (Campos, 2012).

¹⁹ O bacharel tinha que cursar os dois anos do Curso Geral e os três anos do Curso de Ciências Físicas e Matemáticas (Campos, 2012).

²⁰ Para mais detalhes sobre a importância da **Mecânica Celeste** na astronomia francesa, ver Campos (2008).

²¹ Formado em Engenharia Civil pela Escola Central em 1872, fez um estágio no Observatório Real da Bélgica, em Bruxelas, onde publicou o trabalho *Mémoires sur les Mouvements des Astres* em 1874 (Campos, 2012).

²² Embora o Estatuto seja de 1874, a regulamentação das atividades de administração, do ensino, da economia e da polícia da Escola Politécnica só saiu por portaria de 9 de novembro de 1875.

²³ Nomeação feita pelo imperador em 7 de junho de 1881.

cujo papel foi fundamental no desenvolvimento do ensino de astronomia na EP. O terceiro compreende o período de 1912 até a reforma que determinou o fim da cadeira de Astronomia na Escola de Engenharia da UFRJ em 1966.

Quando da criação da EP, o então lente da cadeira de Astronomia da Escola Central, D. Jorge Eugenio de Lossio e Seilbtz (1828–1878), permaneceu como lente de astronomia até seu falecimento, quando foi substituído pelo lente interino Ezequiel Corrêa dos Santos Junior até o primeiro semestre de 1881.

Quanto ao conteúdo ensinado, os programas publicados da cadeira de Astronomia²⁴ indicavam que os tópicos abordados eram “Trigonometria esférica”, “Astronomia esférica”, “Astronomia instrumental” e “Astronomia prática”²⁵, mas não davam nenhuma indicação de quais os livros-texto usados nas lições e nem se encontrou qualquer referência a possíveis livros empregados no primeiro período. Numa busca pelos livros existentes na Biblioteca de Obras Raras (BOR) da UFRJ²⁶ que se adequassem ao programa da cadeira e tivessem vários exemplares, se encontraram os livros *Traité d’Astronomie sphérique et d’Astronomie pratique* de F. Brunnow, *Études et lectures sur l’Astronomie* de C. Flammarion e *Histoire de l’Astronomie* de F. Hoefer.

Neste período da EP, os exercícios práticos para as turmas de 1874 e 1875 dos alunos de Astronomia e de Geodésia foram conduzidos pelo lente substituto da 2ª cadeira do 2º ano (Topografia, Geodésia, Hidrografia), Antonio de Paula Freitas (1843-1906). A partir de 1876 até 1880 os exercícios foram conduzidos por Domingos de Araujo e Silva (1834-1902), lente da cadeira de Geodésia. Uma análise dos relatórios das práticas feitas permite constatar que o objetivo eram trabalhos topográficos e geodésicos e que a astronomia entrava apenas como ferramenta auxiliar na determinação de posição do lugar (Campos, 2012).

Apesar dos esforços de Lossio e Seilbtz e de Ezequiel Corrêa pleiteando a compra de instrumentos e tentando montar pequeno observatório no terraço da Escola (Campos, 2012), nada se conseguiu e só existe registro de poucas lições práticas de astronomia feitas no IORJ nesse período. A situação se alterou radicalmente com a admissão de Manoel Pereira Reis como lente catedrático de Astronomia.

A ligação de Pereira Reis com a EP começou em maio de 1879, quando após se demitir do posto de 1º Astrônomo do IORJ, é contratado como professor da aula de trabalhos gráficos do 2º ano do Curso de Ciências Físicas e Matemáticas da EP, substituindo Ernesto Augusto Mavignier, que pediu licença por motivo de saúde. Por causa das suas atividades anteriores ligadas

²⁴ O primeiro programa publicado foi para o ano de 1879 (Campos, 2012).

²⁵ A partir do programa de 1880 foram incluídos rudimentos de **Astronomia Física** (Campos, 2012).

²⁶ O seu acervo é formado pelos livros da antiga Biblioteca da Escola Politécnica.

à astronomia prática, logo a influência de Pereira Reis foi notada nas ações desenvolvidas por Ezequiel Corrêa e Fábio Hostílio (1870-1916)²⁷ em prol da construção do Observatório da Escola.

Em junho de 1881, após passar no concurso, Pereira Reis foi nomeado lente catedrático da cadeira de Astronomia da EP. Uma vez empossado como lente de Astronomia, Pereira Reis tratou de pôr em ação os seus planos de incrementar as práticas de astronomia, seguindo quatro linhas de atuação: a) criar efetivamente o Observatório da Escola e dotá-lo de instrumentos adequados às aulas práticas; b) aumentar as horas de práticas destinadas a cada aluno; c) incrementar os exercícios práticos finais realizados durante as férias; e d) modificar o programa da cadeira de Astronomia para valorizar a prática de observação.

Pereira Reis sabia que o pequeno “ponto de observação” a ser montado no terraço da Escola não era apropriado para observações com instrumentos melhores do que simples **teodolitos** astronômicos portáteis. Por isso, resolveu doar com Galdino Pimentel e Paulo de Frontin (1860-1933) as construções feitas com o auxílio de várias pessoas, o pequeno observatório do Morro de Santo Antônio que veio a ser o Observatório da EP, cuja data oficial de fundação é 5 de julho de 1881, quando a Congregação da Escola aceitou oficialmente a doação. Esse Observatório hoje, em novo local, é conhecido como o Observatório do Valongo (OV) da UFRJ.



Figura 1. Entrada do antigo Observatório da EP no Morro de Santo Antônio (Arquivo do Observatório do Valongo)

²⁷ Foi auxiliar direto de Pereira Reis na Comissão da Carta Geral do Império e também na Comissão Astronômica, da qual se demitiu com Joaquim Huet de Bacelar em apoio à decisão de Pereira Reis de deixar a Comissão e o IORJ (Campos, 2012).

Pereira Reis iniciou o processo de aparelhamento do Observatório com aquisições e empréstimos de instrumentos de outros órgãos públicos. Aos poucos foram sendo comprados instrumentos auxiliares, mas fundamentais para as observações, tais como **cronômetros**, **pêndulas**, colimadores etc. Dois grandes instrumentos cuja aquisição foi aprovada em 1881, um **círculo meridiano** e uma **equatorial**²⁸, só foram adquiridos muito mais tarde, em 1901 e 1908, respectivamente.

Reconhecendo que contar com instrumentos adequados e local apropriado são condições necessárias, mas não suficientes para a formação de bons profissionais, Pereira Reis verificou que era preciso aumentar o número de horas de práticas dedicadas a cada aluno, o que o levou a promover diversas ações nesse sentido. Em várias ocasiões, sempre que o número de alunos da cadeira era elevado, Pereira Reis dividia a turma em grupos menores para melhor aproveitamento das lições práticas, chegando mesmo a pedir permissão para aumentar os dias de aulas práticas para melhor desempenhar a sua missão de ensinar.

Pereira Reis tinha como linha de atuação incrementar as práticas finais que ocorriam nas férias que, segundo a regulamentação de novembro de 1875, deviam durar dois meses. Até 1880, as práticas finais de Astronomia eram feitas como uma parte menor da cadeira de Geodésia, sempre conduzidas pelo lente desta cadeira. Refletindo a mudança de importância da cadeira de Astronomia em razão da nomeação de Pereira Reis, este foi designado para conduzir as turmas de Astronomia e Geodésia juntas para os exercícios finais da turma de 1881, mas após os protestos do lente desta cadeira, as práticas foram mantidas separadas até a reforma de 1896.

Os exercícios finais de Astronomia eram conduzidos em Petrópolis (RJ) e Barbacena (MG), com algumas turmas indo a São Paulo e a Cachoeira (Paulista). O número de alunos variava entre uns poucos até duas dezenas. Pereira Reis se encantou com Barbacena de tal modo que construiu uma chácara (chamada “do Reis”) onde montou um observatório, do qual se tem evidências desde 1883, que também foi doado à Escola em 1893²⁹.

A quarta linha de atuação de Pereira Reis foi agir para modificar os programas da cadeira de Astronomia, cuja parte prática era quase inexistente. A bem de justificar a ausência de ações dos seus antecessores, isto só poderia ser feito quando existisse de verdade um observatório dotado dos mínimos instrumen-

²⁸ Telescópio refrator Cooke & Sons com 30 cm de diâmetro instalado em 1810 no Morro de Santo Antônio e transferido para o Morro do Valongo, onde se encontra atualmente (Campos, 2012).

²⁹ A história completa sobre a doação e a localização do observatório em Barbacena se encontra descrita em Campos e Santos (2010).

tos necessários. No primeiro programa de responsabilidade de Pereira Reis, para o ano de 1882, a seção de **Astronomia Física** foi eliminada e os tópicos do programa foram apresentados com ênfase nos instrumentos e em conhecimentos necessários para determinações de posição. A partir do programa para o ano de 1883 é apresentada extensa seção dedicada à “Parte Prática”, que merece um subtítulo “Programa dos estudos práticos de Astronomia”. Esta seção demonstra claramente que o objetivo de Pereira Reis era incrementar a prática de observações, seja no Observatório da Escola, seja nos trabalhos de campo dos exercícios finais.

Nos programas de 1882 a 1895 feitos por Pereira Reis, os tópicos abordados estão divididos em 5 blocos: Trigonometria esférica, Astronomia prática, Astronomia esférica, Geometria celeste e Parte prática. Os programas de 1896 a 1912, que correspondem ao novo Estatuto da Escola de 1896, incluem a Geodésia que passou a fazer parte da cadeira de Astronomia. Em todos os programas formulados por Pereira Reis nota-se a grande preocupação com a prática astronômica e com o manejo dos instrumentos.

Não existe referência escrita sobre os textos usados nas aulas de Astronomia e Pereira Reis não era de escrever textos didáticos. Usando-se o mesmo critério do número de volumes encontrados na BOR e a grande inspiração que o modelo da *École Polytechnique de France* era para a EP, o livro de H. Faye, *Cours d’Astronomie de l’École Polytechnique* deve ter sido o principal usado por Pereira Reis, provavelmente auxiliado pelos livros *Cours d’Astronomie* de H. Andoyer e *Cours d’Astronomie* de B. Baillaud.

No período em que Pereira Reis foi lente da cadeira de Astronomia aconteceu, devido aos seus esforços, o auge do ensino da astronomia prática, com a criação de dois “observatórios-escola”, multiplicação das horas de prática e direcionamento das atividades da cadeira para a prática astronômica com finalidades utilitárias, descartando-se qualquer atividade relacionada com a **Astronomia Física** ou pesquisa. Para esta valorização também concorreram, em menor grau, a influência da filosofia positivista³⁰ na elite cultural brasileira e a política de desenvolvimento científico empreendida pelo governo imperial.

A reforma educacional de 1911, de cunho positivista, introduziu o ensino livre e a figura do livre docente e também houve redução das opções de cursos oferecidos pela Escola para três e o cancelamento do curso de engenheiro geógrafo. Apesar disso, a cadeira de Astronomia e Geodésia continuou sendo obrigatória para todos os cursos.

³⁰ Ver **Positivismo** e o Capítulo “Positivismo e utilidade da astronomia” neste Volume.

Após a aposentadoria de Pereira Reis³¹, houve progressivo recuo nas atividades do Observatório até o seu praticamente desaparecimento do cenário nas décadas de 40-50. Seu sucessor como professor responsável pela cadeira de Astronomia e Geodésia³² foi seu ex-aluno Francisco Bhering (1867-1924), que tomou posse como professor ordinário em junho de 1913.

Ao assumir a cadeira de Astronomia e Geodésia, Bhering manteve o programa como definido por Pereira Reis, sem alteração para os anos letivos de 1913 e 1914. Na reforma de 1915, a cadeira de Astronomia e Geodésia só fica sendo obrigatória para o curso de engenheiro civil e Francisco Bhering muda a orientação da cadeira de modo a privilegiar a astronomia expedita, voltada para a determinação de coordenadas, necessárias para a construção de mapas cartográficos, de cuja falta o Brasil se ressentia especialmente nas regiões centro-oeste e norte. Inicia-se aí a decadência das instalações do Observatório da Escola, cujos principais instrumentos não tinham utilidade para o novo rumo que se pretendia dar, que necessitava apenas de instrumentos pequenos e portáteis — os **teodolitos**.

Aproveitando a reforma de 1915, Bhering apresenta programa minucioso, parecendo um livro compacto com 40 páginas (Campos, 2012). O programa se apresenta dividido em cinco partes, onde a primeira descreve as matérias dos anos anteriores que era necessário “ter presentes” para acompanhar o curso; a segunda trata da “Trigonometria Esférica e Processos Gerais de Cálculo” em 19 lições; a terceira aborda a “Astronomia Teórica” em 27 lições; a quarta descreve o conteúdo da “Astronomia Prática” em 23 lições, “que serão acompanhadas de demonstrações nas segundas, quartas e sextas-feiras, à noite, no Observatório desta escola, no morro de Santo Antonio”; a quinta trata da “Geodésia” em 11 lições, que terão exercícios práticos constando de “observações e operações relativas a esta parte do curso: prática dos almanaques, posições geográficas, medida de uma base, orientação de um lado de um triângulo geodésico, medida dos seus ângulos e nívelamento dos seus vértices”.

Outra novidade do programa para 1915 foi a apresentação da bibliografia utilizada em cada seção da cadeira (Quadro 1). Pela bibliografia verifica-se que alguns livros considerados como possivelmente usados por Pereira Reis na cadeira, o foram também por Bhering. Interessante notar que dos 15 livros citados, embora a maioria (10) esteja escrita em francês, pela primeira vez são mencionados dois livros em inglês, um livro em italiano e até dois opúsculos em português escritos por Augusto Tasso Fragoso³³ (1869-1945).

³¹ Manoel Pereira Reis se aposentou em 28 de dezembro de 1912, com 76 anos de idade.

³² Nova denominação da cadeira de Astronomia após a reforma de 1896.

³³ Foi o chefe da Junta Governativa Provisória de 1930 que assumiu o governo depois que Washington Luiz foi deposto, entregando a presidência da República a Getúlio Vargas.

Autor	Título
H. Andoyer	<i>Cours d'Astronomie, 2 vols., 1909-1911</i>
M. Gruey	<i>Leçons d'Astronomie, 1 vol., 1885</i>
E. Caspari	<i>Cours d'Astronomie Pratique, 2 vols., 1888</i>
Brunnow	<i>Traité d'Astronomie Sphérique et Pratique, 2 vols., 1869</i>
Abbott	<i>Elementary theory of the Tides, 1 vol., 1901</i>
B. Baillaud	<i>Cours d'Astronomie, 2 vols., 1893-1896</i>
A. Cureau	<i>Determination des Positions Géographiques, 1 vol., 1910</i>
W. Chauvenet	<i>A Manual of Spherical and Practical Astronomy, 2 vols., 1863</i>
E. Liais	<i>Traité d'Astronomie Appliquée et des Géodésie pratique, 1 vol., 1867</i>
H. Faye	<i>Cours d'Astronomie, 2 vol., 1881</i>
Beauregard	<i>Guide scientifique du géographe explorateur, 1 vol., 1912</i>
Tasso Fragoso	<i>Determinação da hora por alturas correspondentes de estrelas diversas, 1 vol., 1904</i>
Tasso Fragoso	<i>Determinação da latitude por alturas iguais de duas estrelas, 1 vol., 1908</i>
N. Jadanza	<i>Elementi di Geodesia, 1 vol., 1908</i>
L. B. Francoeur	<i>Géodesie, 1 vol., 1886</i>

Quadro 1. Bibliografia do programa de 1915 de astronomia e geodésia (Campos, 2012)

As atividades práticas eram desenvolvidas dentro do Observatório da EP, no Morro de Santo Antonio. Não se encontrou registro de atividades realizadas no Observatório de Barbacena a partir de 1907 que, ao que tudo indica, foi abandonado³⁴. As atividades no Morro de Santo Antonio eram desenvolvidas sob a supervisão de Bhering, contando com o auxílio do professor substituto Amoroso Costa e do assistente da cadeira de Astronomia, Orozimbo Lincoln do Nascimento³⁵ (1867-1936). Nas ausências de Bhering e de Amoroso Costa, o livre docente Mario Rodrigues de Souza (1889-?) auxiliava nas aulas.

A urbanização do Morro de Santo Antonio, planejada pela Prefeitura do Distrito Federal em 1920, afetava diretamente o Observatório da Escola, que deveria ser removido. Em fevereiro de 1921, a Prefeitura do Distrito Federal e a Companhia Industrial Santa Fé celebraram um contrato para o embelezamento do Morro de Santo Antonio e transferência do Observatório. Contudo,

³⁴ Os exercícios práticos finais, realizados em janeiro e fevereiro, passaram a ser feitos no Observatório da Escola, no Morro de Santo Antonio, a partir da turma de 1908. Estes exercícios realizados nas férias foram cancelados a partir da turma de 1920 (Campos, 2012).

³⁵ Foi preparador e depois assistente da cadeira de Astronomia desde 1894 até a sua morte em 1936.

apesar da transferência do Observatório do Morro de Santo Antonio para o Morro do Valongo parecer ser eminente, ela só começou em 1924.

A principal atenção de Francisco Bhering, antes e durante o período em que foi professor da cadeira de Astronomia e Geodésia, estava focada nas atividades ligadas a projetos de cartografia geográfica e na telegrafia, em razão do seu cargo de engenheiro da Repartição Geral dos Telégrafos, que o levou a realizar várias viagens aos Estados Unidos e à Europa para participar de congressos ou para visitas técnicas, encarregado pelo governo de representá-lo.

Durante o período de 11 anos em que Francisco Bhering regeu a cadeira de Astronomia e Geodésia, o ensino de astronomia prática não teve grandes modificações na orientação geral, que seguiu o pensamento de seu antigo professor Pereira Reis, adotando a mesma linha de atuação positivista ao considerar a astronomia apenas pelo seu lado de ciência aplicada, ignorando os avanços obtidos pela **Astronomia Física**.

Com o falecimento de Francisco Bhering em Paris, em 13 de abril de 1924, assume a cadeira de Astronomia e Geodésia da EP, Manuel Amoroso Costa (1885-1928), professor substituto da seção desde 1913, e que já o tinha substituído várias vezes tanto no ensino da parte teórica quanto na parte prática.

Ao assumir a cadeira em 3 de julho de 1924, Amoroso fez um discurso com o título “O ensino de Astronomia na Escola Polytechnica” (Costa, 1930: 9-14), que era um programa de como deveria ser feito o ensino na cadeira de Astronomia para os engenheiros e a orientação que pretendia dar. Amoroso afirmou:

Em uma escola de engenharia, como a nossa, só há evidentemente uma orientação a seguir: é do ponto de vista do engenheiro que o ensino deve ser feito. O objeto principal da cadeira de Astronomia é de preparar engenheiros capazes de tirarem a geografia do nosso país do estado rudimentar em que ainda se encontra.

Para atingir esse objeto, penso que é suficiente manter o nível atual do ensino teórico da cadeira; mas é necessário desenvolver o ensino prático, e é esta uma questão do maior alcance, pois interessa a quase todas, senão todas, as disciplinas professadas na Escola.

Quanto à teoria não fazia reparos, mas quanto à prática de Astronomia Amoroso Costa apontava problemas devido ao “difícil acesso” ao Observatório, ao mau tempo quase sempre reinante na cidade e ao excessivo número de alunos da cadeira, que não permitia um número maior de aulas práticas dedicadas a cada aluno.

O processo de decadência do uso do Observatório foi agravado sobremaneira pela transferência incompleta das suas instalações do Morro de Santo Antonio, onde se encontrava bem instalado e equipado, para o Morro do Valongo, onde se alojou precariamente em construções deterioradas e com a maior parte dos seus instrumentos sendo mantidos em caixas, sem uso e se estragando. Isto marcou o breve período de Amoroso Costa como catedrático da cadeira (Campos, Nader e Santos, 2012).

Em 1925, a Reforma João Luiz Alves, também conhecida como Lei Rocha Vaz, aumenta para seis anos a duração de todos os cursos oferecidos pela EP, que antes eram de cinco e quatro anos, modifica o nome de algumas cadeiras, como a de “Trigonometria esférica; Astronomia teórica e prática; e Geodésia”, que passa a se chamar “Astronomia esférica e prática, geodésia e construção de cartas geográficas” e vai ser ensinada no quarto ano do curso de engenheiro civil.

O primeiro programa da nova disciplina foi feito por Amoroso Costa para o ano letivo de 1926. Uma comparação com o programa de Francisco Bhering mostra que houve diminuições: no número total de aulas³⁶ (de 80 para 70); das aulas dedicadas à Astronomia Esférica e também nas de Astronomia Prática³⁷, em razão da necessidade da introdução de tópicos de construção de cartas geográficas³⁸. A Geodésia não teve alterado o seu conteúdo, que continuou a ser apresentado em 11 aulas. Quanto ao conteúdo teórico de Astronomia não houve alterações significativas.

O curto período em que Amoroso Costa ficou à frente da cadeira de Astronomia (1924-1928), reduzido devido às suas viagens para estudos na França, talvez tenha sido o responsável pela ausência de medidas concretas, apesar do desejo expresso no discurso de posse para reverter o quadro experimentado pelas atividades práticas de Astronomia, complicado com a mudança da sede do Observatório para o Morro do Valongo³⁹, que terminou no fim de abril de 1926, faltando várias construções para instrumentos que existiam no antigo local.

A prática de Astronomia teve reduzida a sua participação nas atividades desenvolvidas pelos alunos, pois além das dificuldades com as condições atmosféricas ruins do Rio de Janeiro, a reforma João Alves introduziu o período

³⁶ A Reforma de 1925 dividiu o ano em dois períodos — de 1 de abril a 15 de julho e de 1 de agosto a 15 de novembro, introduzindo períodos de férias escolares de 16 de julho a 31 de julho e em janeiro e fevereiro.

³⁷ As práticas no Observatório da Escola não estão incluídas neste número.

³⁸ Tópicos que podem ser considerados como pertencentes à parte prática.

³⁹ A distância da EP, no largo de São Francisco, era maior ao Morro do Valongo do que ao antigo Observatório no Morro de Santo Antonio.

de férias escolares nos meses de janeiro e fevereiro, o que forçou a eliminação dos exercícios práticos finais de Astronomia que se realizavam nesse período.

A morte inesperada de Amoroso Costa e de mais dois colegas da EP e as circunstâncias em que ocorreu, chocou o público e o meio acadêmico em especial. O assistente da cadeira de Astronomia, Allyrio Hugueney de Mattos (1889-1975), seu substituto, ficou de tal modo abalado que pediu demissão do cargo em 6 de dezembro de 1928. Somente em 1930 foi realizado o concurso para preenchimento do cargo de professor da cadeira de Astronomia, Geodésia e Construção de Cartas Geográficas, no qual Allyrio de Mattos foi aprovado e tomou posse em 2 de julho.

No período de Allyrio de Mattos, para atender às necessidades do país que precisava de cartas geográficas para auxiliar no desenvolvimento econômico, a mudança de foco para a Geodésia e a Cartografia ficou mais evidente. Com a revolução de 1930, uma nova reforma reduz o espaço dedicado à Astronomia, ao reunir numa só cadeira “Topografia, Geodésia e Astronomia de Campo”, decisão que foi revertida somente em 1937 (Campos, 2012).

Na posse como professor catedrático de Astronomia, Allyrio pronunciou discurso (Campos, 2012) com as linhas de atuação que pretendia seguir como professor. No discurso, assim como seu antecessor, mostra o seu descontentamento com a situação do ensino prático da cadeira:

Assim, ao lado do estudo minucioso da parte teórica, o ensino prático merecerá da minha parte a máxima atenção, não porque ele tenha sido descurado pelos meus antecessores, mas porque, devido a causas diversas independentes da sua vontade, ele não atingiu a eficiência desejável.

Allyrio aponta também como principal problema do ensino prático de Astronomia na Escola, o “difícil acesso” ao Observatório da Escola:

Para melhorar, entretanto, o ensino prático da Astronomia, impõem-se melhoramentos materiais, que exigem dispêndios. O difícil acesso ao Observatório do Vila Longa é a causa primordial, pela qual esse ensino não tem tido a eficiência desejável. Por causa dessa dificuldade, a grande maioria dos alunos limita a sua frequência ao Observatório à estritamente necessária nota de aprovação nos exames.

No discurso também é abordada a Geodésia, com críticas à situação em que se encontrava a questão dos levantamentos cartográficos no Brasil, assunto que teve a sua atenção prioritária nas próximas três décadas:

A Geodésia merecerá igualmente da minha parte uma atenção minuciosa. Pode-se dizer que até o presente, o Brasil tem estado apenas na fase topográfica: poucos levantamentos têm sido decalcados em operações geodésicas. Muito há a fazer neste terreno e convém ministrar às futuras gerações de engenheiros um conhecimento mais sólido desse ramo da ciência das medidas.

A junção das cadeiras de “Topografia” e de “Geodésia elementar e Astronomia de campo”, depois de reclamos da Congregação da Escola Nacional de Engenharia (ENE), que considerava o tempo destinado a cada cadeira insuficiente, foi desfeita em agosto de 1937 e cada cadeira de “Astronomia e Geodésia” voltou a ter um ano letivo completo. Com o desdobramento, um novo programa foi feito para a cadeira de “Geodésia elementar e Astronomia de Campo”, cujo professor catedrático continuava sendo Allyrio de Mattos. Os tópicos da cadeira se encontravam divididos em 5 partes, contendo 71 tópicos: Generalidades (6 tópicos); Astronomia de Campo — parte teórica (22 tópicos); Astronomia de Campo — parte prática (18 tópicos); Geodésia elementar (18 tópicos) e Projeções de cartas (7 tópicos). Em essência, nada muito diferente da parte de Astronomia do programa de 1926 de Amoroso Costa, entretanto, havia atenção maior à parte de Geodésia que agora conta com 18 tópicos em lugar dos 11 anteriores.

Apesar de constar no programa que as aulas práticas de determinação de coordenadas geográficas deviam ser feitas no Observatório da Escola, as condições do Observatório eram críticas, conforme observou o diretor Luiz Canthande, no seu relatório da Escola para o ano de 1937 (Campos, 2012):

O Observatório da Escola, perfeitamente instalado no Morro de Santo Antonio, permitiu a varias gerações de engenheiros e de oficiais de marinha, a aquisição de pratica conveniente para os trabalhos geográficos e geodésicos; suas instalações foram demolidas em 1922, para serem transportadas para o novo Observatório que se deveria construir no Morro do Valongo em terreno de cuja posse foi a Escola investida e onde existiam algumas mesquinhas construções coloniais, já em ruínas. Os instrumentos do antigo Observatório ainda estão em grande parte encaixotados desde 1922 e apenas foram instalados alguns deles, para um insuficiente preparo dos alunos que não encontram nessa seção da Escola, nem boas instalações didáticas, nem conforto indispensável para trabalhos intelectuais. Os velhos pardieiros do Valongo estão abandonados e em ameaça de queda iminente.

O currículo do curso de Engenharia de 1931 vigorou até 1951 inclusive, com pequenas alterações. O novo regimento da ENE, aprovado em 1951, traz

de volta o curso de Engenharia Geográfica. Pelo novo regimento a cadeira de “Geodésia Elementar e Astronomia de Campo” passou a ter sob sua responsabilidade as disciplinas de “Astronomia Geodésica e Geodésia” e “Cartografia, confecção e reprodução de mapas”, que eram obrigatórias somente para o curso de engenheiro geógrafo e não mais para o de engenheiro civil.

Após 1951 houve algumas pequenas alterações curriculares em relação ao curso de engenheiros geógrafos. A maior delas ocorreu com a mudança de nome da cadeira de “Geodésia elementar e Astronomia de Campo” para “Astronomia Geodésica e Geodésia” ocorrida em 1957.

No período de Allyrio de Mattos (1930-1956) como professor catedrático, observou-se o decréscimo da importância do ensino de Astronomia na Escola de Engenharia, que foi corroborado por vários fatos: a) diminuição no número de alunos que faziam a cadeira de Astronomia, porque deixou de ser obrigatória para o curso de Engenharia Civil a partir de 1951; b) diminuição da carga didática destinada a tópicos de Astronomia e consequente aumento nos tópicos destinados às aplicações geodésicas; e finalmente c) decadência das instalações do Observatório da Escola.

Com a aposentadoria de Allyrio de Mattos em fins de 1956, assumiu a cadeira de “Geodésia Elementar e Astronomia de Campo” Hugo Regis dos Reis (1914-1990), que já o tinha substituído entre 1947 e 1949 como catedrático interino e, novamente, em 1954.

No discurso de posse, Hugo Regis foi bastante vago sobre o rumo que pretendia dar à cátedra, mas as indicações foram de que seguiria a mesma orientação de Allyrio⁴⁰. No discurso não existe nenhuma menção às atividades práticas ou ao Observatório da Escola. Na realidade, quando da posse de Hugo Regis, o Observatório no Morro do Valongo tinha sido cedido por convênio ao Centro Brasileiro de Pesquisas Astrofísicas (CBPA), uma instituição particular.

No período da regência de Hugo Regis, de 1957 até a extinção do curso de Engenharia Geográfica em fins de 1965, não se encontrou nenhuma indicação de que os alunos do curso tenham feito exercícios práticos nas dependências do Observatório. A cátedra de Astronomia tem o seu capítulo final com a extinção do curso de Engenharia Geográfica feita na reforma de 1966, que transformou a ENE em Escola de Engenharia da UFRJ.

⁴⁰ O único programa encontrado da cadeira “Astronomia de Campo e Geodésia Elementar” da fase pós Allyrio, tem data de aprovação na Congregação de 13 de julho de 1957 e é uma cópia do aprovado pela Congregação de 13 de agosto de 1953.

O curso de graduação em Astronomia

A formação de pesquisadores em Astronomia e não somente de engenheiros ou oficiais de marinha capazes de fazer levantamentos geodésicos usando os conhecimentos astronômicos como ferramenta em aplicações práticas, já preocupava Emmanuel Liais na década de 1870.

Para ele, o importante no trabalho de pesquisa era a originalidade, que contribuiria para o progresso geral das ciências. No seu entender a possível aplicação de conhecimentos de Astronomia com fins utilitários não era critério que deveria ser valorizado (Barboza, 1995). Por outro lado, Pereira Reis defendia a criação do “observatório-escola” e reconhecia que a formação oferecida na EP era destinada a engenheiros geógrafos e não a astrônomos e que o uso do IORJ não era adequado para a instrução⁴¹.

Liais concluiu que o ensino de Astronomia oferecido na EP⁴² não atendia às necessidades da astronomia como um todo e, na ocasião da proposta para reorganização da Comissão de Longitudes⁴³ em 1877, sugere a criação de um “Curso necessário para o desenvolvimento das Ciências Astronômicas e Geodésicas no Brasil”⁴⁴, a ser dado pelo IORJ. O curso se constituiria de quatro cursos preparatórios — cálculo prático, óptica prática, mecânica de precisão e eletricidade aplicada, de observação propriamente dita, e quatro cursos superiores — astronomia prática, astronomia matemática, geodésia e nivelamento geodésico, topografia aplicada ao Cadastro. Este curso nunca saiu do papel.

Em 1957 ocorreu o início do Ano Geofísico Internacional⁴⁵, empreendimento científico do qual participaram cientistas de 67 países, incluído o Brasil, compreendendo pesquisas em 11 áreas das Ciências da Terra, com várias relacionadas com a Astronomia, como o monitoramento da atividade solar — que estava no período máximo do ciclo solar. Estava previsto, como de fato ocorreu, o lançamento dos primeiros satélites artificiais⁴⁶.

⁴¹ Alguns pensamentos de Pereira Reis em defesa do ensino prático de Astronomia podem ser colhidos no seu parecer em resposta ao 6º quesito “Escola Polytechnica. Cursos especiais que deve compreender o seu plano de estudos. Ensino prático.” (Reis, 1884), do Congresso da Instrução do Rio de Janeiro.

⁴² Sucessora da Escola Central.

⁴³ Proposta para reorganização da Comissão de Longitudes, de 27 de abril de 1877.

⁴⁴ Programa de curso detalhado em 12 páginas, escrito em francês (AN, Arquivo Nacional, Manuscritos e Documentos, Série Educação, Pasta IE⁷ 57).

⁴⁵ Transcorreu entre 1 de julho de 1957 e 31 de dezembro de 1958.

⁴⁶ A previsão era de lançamento de satélite pelos americanos, mas o mundo foi surpreendido pelo lançamento do Sputnik 1 em 4/10/1957 seguido pelo Sputnik 2 em 31/11/1957 pela União Soviética. Os americanos tiveram o seu primeiro sucesso somente com o Explorer 1, lançado em 1/2/1958, que revelou a existência dos cinturões de Van Allen em torno da Terra.

A Astronomia teve enorme exposição na mídia, o que levou Alércio Moreira Gomes (1915-1988), professor catedrático de Astronomia da Escola Naval e astrônomo do Observatório Nacional (ON), a propor curso de Astronomia para o público em geral, cujo início ocorreu em 17 de agosto de 1957, nas instalações da FNFI da UB.

No curso, que teve a duração de 4 meses e foi frequentado por 48 alunos, inclusive engenheiros, professores, físicos e matemáticos, o professor Alércio Gomes foi assessorado pelos professores Mario Ferreira Dias (1920-1987), astrônomo do ON, e Aldemar Pereira Torres, professor de análise matemática da FNFI. O curso teve o apoio do professor Eremildo Luiz Vianna, diretor da FNFI, e foi patrocinado pelo Núcleo de Estudos e Pesquisas Científicas (NEPEC) da UB.

O sucesso do curso juntamente com um quadro de estagnação e decadência da ciência astronômica no Brasil, com a ausência de pesquisadores principalmente na área de **Astrofísica**, devido à falta de renovação de pessoal científico habilitado, foi o ponto de partida da ideia da criação de um curso superior de Astronomia por parte de Alércio Gomes e Mário Dias.

A criação do curso de Astronomia na FNFI foi apoiada pelo seu Diretor, professor Eremildo Vianna, e pelo professor João Christovão Cardoso (1903-1980), Presidente do Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq). Na época, o senador Álvaro Adolfo elaborou emenda aprovada ao Orçamento da República, conseguindo os recursos necessários para a instalação do curso na FNFI. Em novembro de 1957, a Congregação da FNFI aprovou por unanimidade a criação do curso e as aulas iniciaram em março de 1958. A organização do curso ficou a cargo da comissão composta de Eremildo Vianna, presidindo, João Christovão Cardoso, José Leite Lopes e José Abdelhay. Em dezembro de 1957 foi aprovado o currículo para o curso de Astronomia, cuja distribuição de disciplinas⁴⁷ pode ser vista no Quadro 2. No seu primeiro ano de funcionamento matricularam-se 52 alunos, dos quais 28 militares⁴⁸ e 24 civis.

As aulas teóricas de Astronomia eram ministradas na FNFI, enquanto que as aulas práticas e observações astronômicas precisavam das instalações de um observatório. Inicialmente foi feito contato com o ON para permitir que os alunos do curso pudessem ter práticas nele. Esta iniciativa não foi bem-sucedida devido a problemas pessoais entre os professores fundadores do curso e o diretor do ON, Lélio I. Gama (1892-1981).

⁴⁷ Uma descrição detalhada dos primeiros currículos, dos professores e primeiros alunos do curso pode ser vista em Campos (1995).

⁴⁸ Alunos da Escola Técnica do Exército, do seu curso de Engenheiro Geógrafo, que foram complementar os estudos no curso de Astronomia.

1ª Série – igual ao curso de Física
<ol style="list-style-type: none"> 1. Análise Matemática: Cálculo infinitesimal (2 períodos) 2. Geometria Analítica (2 períodos) 3. Física Geral e Experimental <ol style="list-style-type: none"> a) Mecânica (2 períodos) b) Som e Calor (1 período) c) Trabalhos de laboratório (2 períodos) 4. Química (2 períodos)
2ª Série – igual ao curso de Física
<ol style="list-style-type: none"> 1. Análise Matemática: Séries de funções e funções analíticas (2 períodos) 2. Mecânica Racional (2 períodos) 3. Física Geral e Experimental <ol style="list-style-type: none"> a) Ótica (1 período) b) Eletricidade (2 períodos) c) Trabalhos de laboratório (2 períodos) 4. Física Geral e Experimental: Termodinâmica (2º período) 5. Complementos de Geometria: Elementos de geometria diferencial (1º período)
3ª Série – Curso de Astronomia
<ol style="list-style-type: none"> 1. Análise Superior 2. Mecânica Superior (Mecânica Analítica) – 1º período 3. Mecânica Celeste – 2º período 4. Física Superior (Teoria Molecular e Atómica) 5. Astronomia
4ª Série – Curso de Astronomia
<ol style="list-style-type: none"> a) Disciplinas obrigatórias <ol style="list-style-type: none"> 1. Astronomia 2. Geofísica b) Disciplinas eletivas <ol style="list-style-type: none"> 1. Física Superior (Mecânica Quântica) 2. Termodinâmica Estatística 3. Mecânica Celeste 4. Elementos de Astrofísica <p>Ao aluno é facultada a escolha de no mínimo 2 disciplinas entre as eletivas.</p>

Quadro 2. Primeiro currículo do curso de Astronomia da FNFI (Campos, 1995)

A alternativa foi usar as instalações do Observatório da ENE no Morro do Valongo, que se encontrava abandonado, com os instrumentos sucateados e/ou ainda armazenados nas caixas em que foram transportados do Morro de Santo Antonio. Mas, havia um problema porque em dezembro de 1957 tinha sido

assinado o convênio entre a UB e o CBPA, pessoa jurídica de direito privado, cedendo as instalações do Observatório da ENE para uso do CBPA.

Este convênio foi rescindido pelo reitor Pedro Calmon em setembro de 1958, devido a diversas infrações das cláusulas por parte do CBPA e, em 1959, as instalações foram cedidas pelo diretor da ENE, Rufino de Almeida Pizarro, à FNFi para que os alunos do curso de Astronomia pudessem frequentar as suas instalações. Desde então até fins de 1966, o Observatório foi operado de fato pela Comissão de Astronomia⁴⁹ da FNFi, embora formalmente pertencendo à ENE.



Figura 2. Prédio principal com o Telescópio Cooke & Sons no Morro do Valongo na década de 1960 (Arquivo do Observatório do Valongo)

Também em 1959, o curso passa a contar com o professor Luiz Eduardo da Silva Machado (1927-1991), astrônomo do ON que foi cedido à FNFi. O professor Machado foi o grande batalhador e incentivador do curso e o principal responsável pela recuperação do Observatório da Escola que, a partir de janeiro de 1967, se tornou unidade independente, integrante do Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza (CCMN), com o nome de Observatório do Valongo.

Na primeira fase do curso, entre 1958 e 1962, cerca de três dezenas de alunos se inscreveram provenientes em sua maioria de instituições militares, não

⁴⁹ Presidentes da Comissão: João Christovão Cardoso (1958), Eremildo Vianna (1958-1959) e Luiz Eduardo da Silva Machado (1960-1966).

se formando nenhum aluno. O currículo tinha pequena carga didática de disciplinas de Astronomia, refletindo as dificuldades iniciais de infraestrutura. A segunda fase se iniciou com a reforma curricular de 1963 e terminou com a Reforma Universitária de 1967, que criou o Instituto de Geociências (IGEO), composto pelos recém-criados departamentos de Astronomia, Geografia, Geologia e Meteorologia. O currículo de 1963 aumentava a participação da Astronomia em carga didática e em número de disciplinas. Nesta fase foram formados os dois primeiros astrônomos pelo curso: Antônio de Sousa Sande em 1964 e Edina Alípio de Sousa em 1967.

A partir de então o curso de Astronomia passou por várias reformas curriculares, a última das quais em 2008, sempre procurando aprimorar a qualificação dos seus alunos, apoiando-se na experiência adquirida pelos seus professores. Por 50 anos o curso de Astronomia da UFRJ foi o único curso de graduação no Brasil⁵⁰ e, neste ano de 2013, o curso teve a graduação do seu ducentésimo aluno. Em 2009, foi criado um curso de graduação em Astronomia no Instituto Astronômico e Geofísico da Universidade de São Paulo (IAG/USP).

Na época da criação do curso da FNFi sua existência foi combatida, considerada como desnecessária por alguns membros da pequena comunidade astronômica de então, que defendiam que a formação em Astronomia deveria ocorrer somente na pós-graduação para alunos de Física, Matemática e Engenharia⁵¹, apesar da existência quase secular de cursos de graduação congêneres em universidades na Argentina, nos Estados Unidos e na Europa⁵². A oposição foi cedendo ao longo dos anos, devido à qualidade dos alunos formados pelo curso, qualidade agora reconhecida pela comunidade astronômica brasileira.

⁵⁰ Em novembro de 1970, o Conselho Universitário da Universidade Federal Fluminense (UFF) aprovou a criação de curso de graduação em Astronomia, proposto também por Alércio Moreira Gomes. O curso se iniciou em março de 1971 e teve vida efêmera, pois terminou em 1973 sem formar nenhum astrônomo.

⁵¹ Em São Paulo, o professor Abrahão de Moraes (1917-1970), do IAG/USP estimulou o envio de vários estudantes de Física e Matemática ao exterior, para realizarem cursos de pós-graduação em Astronomia em instituições de pesquisa astronômica consagradas.

⁵² A defesa do curso de graduação em Astronomia levou o Departamento de Astronomia, do IGEO/UFRJ, a realizar duas enquetes mundiais sobre a graduação em Astronomia, cuja ampla maioria defendeu a sua existência (Machado, 1972).



Figura 3. Entrada do prédio principal do Observatório do Valongo
(Arquivo do Observatório do Valongo)

Na história do ensino de Astronomia no Rio de Janeiro, o OV se constituiu como parte fundamental no processo de formação dos alunos desde 1881⁵³. Ele nasceu como “observatório-escola” para dar instrução prática de Astronomia aos alunos dos cursos de engenharia da EP e, após passar por período de abandono, voltou à sua missão original de auxiliar na formação, agora de pesquisadores em Astronomia. A partir de 2002 o OV se tornou um instituto da UFRJ com a incorporação do Departamento de Astronomia do IGEO.

⁵³ O Observatório do Valongo tem em seu acervo histórico documentos e instrumentos das suas várias fases. Entre os instrumentos se destaca o primeiro telescópio fabricado no Brasil, feito pelas oficinas de J. Pazos em 1880 (Campos, 2009).

Referências

- Barboza, Christina Helena (1995), “Entre o Céu e a Terra Astrônomos e Engenheiros na Polêmica sobre o Meridiano Absoluto”, *Perspicillum*, 9, 1, 5-23, Rio de Janeiro: MAST.
- Campos, José Adolfo S. de (1995), “Curso de Graduação em Astronomia: Passado, Presente e Futuro”, *Anuário do Instituto de Geociências*, 18, 1-7, Rio de Janeiro: IGEO/UFRJ.
- Campos, José Adolfo S. de (2008), “Vulcano: Desejo ou Realidade”, *Anais do Scientiarum Historia I*, 261-273, Rio de Janeiro: UFRJ.
- Campos, José Adolfo S. de (2009), “A Propaganda é a Alma do Negócio: As ‘Officinas de Optica e de Instrumentos Scientificos’ no Almanaque Laemmert”, *Anais do Scientiarum Historia II, Encontro Luso-Brasileiro de História da Ciência*, 417-422, Rio de Janeiro: HCTE/UFRJ.
- Campos, José Adolfo S. de (2012), “Engenheiros e Astrônomos: o ensino da Astronomia aplicada e a prática de Astronomia observacional na Escola Politécnica / Escola Nacional de Engenharia do Rio de Janeiro (1874-1965)”, *Tese de doutorado*, Rio de Janeiro: Programa HCTE/UFRJ.
- Campos, José Adolfo S. de; Nader, Rundsthen Vasquez de e Santos, Nadja Paraense dos (2012), “Amoroso Costa e o Ensino de Astronomia na Escola Politécnica”, *Anais do Scientiarum Historia V*, 428-434, Rio de Janeiro: HCTE/UFRJ.
- Campos, José Adolfo S. de e Santos, Nadja Paraense dos (2010), “Em Busca do Observatório Perdido”, *Anais do Scientiarum Historia III*, 145-152, Rio de Janeiro: HCTE/UFRJ.
- Campos, José Adolfo S. de e Santos, Nadja Paraense dos (2011), “Academia Real dos Guardas Marinhas: os Primórdios do ensino de Astronomia no Brasil”, CD-ROM *Anais do Scientiarum Historia IV*, 395-401, Rio de Janeiro: HCTE/UFRJ.
- Canas, António Costa (2003), *Aula da Esfera*, disponível em <http://cvc.instituto-camoes.pt/navegaport/a14.html>, acesso em 27/2/12, Lisboa: Instituto Camões.
- Costa, Manuel de Amoroso (1930), “O Ensino de Astronomia na Escola Polytechnica”, *Revista Didactica da Escola Polytechnica do Rio de Janeiro*, 9-14.
- Lacombe, Américo Jacobina (2004), “A cultura jurídica”, in Sérgio Buarque de Holanda (Org.), *História Geral da Civilização Brasileira*, tomo II, v. 5, O Brasil Monárquico: reações e transações, Rio de Janeiro: Editora Bertrand Russel Brasil Ltda.
- Leitão, Henrique (2008), “O debate cosmológico na ‘Aula da Esfera’ do Colégio de Santo Antônio”, in Henrique Leitão, Ligia Martins e Jorge Couto (Orgs.), *Sphaera Mundi: A Ciência na Aula da Esfera*, Lisboa: Biblioteca Nacional de Portugal, 27-44.
- Machado, Luiz Eduardo S. (1972), *O Ensino da Astronomia em Nível de Graduação e sua Adequação ao Regime Universitário Brasileiro*, Rio de Janeiro: UFRJ.

Reis, Manoel Pereira (1884), “Parecer sobre a 6^a questão. Escola Polytechnica. Cursos especiaes que deve comprehend o seu plano de estudos. Ensino prático”, *Actas e Pareceres do Congresso da Instrucção do Rio de Janeiro*, Rio de Janeiro: Typographia Nacional.

Rocha, José Monteiro da (2000), *Sistema Físico-Matemático dos Cometas*, Edição atualizada, introdução e apêndice por Carlos Ziller Camenetzki e Fabio Mendonça Pedrosa, Rio de Janeiro: MAST.

Silva, Clovis Pereira da (2003), *A Matemática no Brasil: História de seu Desenvolvimento*, 3^a ed. rev., São Paulo: Edgard Blucher.



Capítulo 9

DIFUSÃO DA HORA LEGAL

O Serviço da Hora do Observatório Nacional

Jair Barroso Junior (ON/MCTI)

Selma Junqueira (DSHO/ON/MCTI)

Duas fases de natureza distinta marcaram universalmente o conceito do tempo/hora *lato sensu*: a astronômica e a metrológica. Na primeira, que ocupou ainda o Brasil império e atingiu o meio do século 20, usavam-se pêndulas como relógios atrelados à observação meridiana de estrelas de catálogo. Chegou-se à segunda por conta das irregularidades de nosso padrão de rotação — a Terra — e, já em meados do século 20, era definido um tempo independente desse último parâmetro, de natureza que será admitida como essencialmente metrológica — o atômico. Na história narrada a seguir tomamos como referência o Serviço da Hora Legal no Brasil, o qual participa da geração do Tempo Universal Coordenado, UTC, sigla adotada internacionalmente.

Introdução

Qualquer levantamento histórico sobre a hora, de origens ligadas à rotação da Terra, passa inevitavelmente pela questão da longitude. O foco de nossa história está em grande parte vinculado à evolução do binômio longitude-hora, onde alguns personagens — pela importância do que acrescentaram teórica ou tecnologicamente ao seu desenvolvimento — certamente merecem justo reconhecimento. Nossas referências bibliográficas se prendem basicamente a uma obra, conhecida como relatório Henrique Morize (1860-1930). Tal obra (Morize, 1987) mostra, com abundância de dados, a trajetória dos 100 primeiros anos de existência do Observatório Astronômico — de Imperial (Imperial Observatório do Rio de Janeiro, IORJ) a Nacional (Observatório Nacional, ON) — carregando consigo o embrião do Serviço da Hora (SH), motivo principal deste trabalho.

O citado relatório é fonte segura e ampla de um número significativo de citações sobre aquele período da história de nossa astronomia, particularmente as relacionadas às questões da hora, ali fortemente consideradas. Recorrermos a esse pesquisador, diretor do Observatório entre 1908 e 1929 é quase obrigatório, como o é estabelecer a evolução do SH, apresentada aqui em sua primeira fase de forma um tanto pontual, a fim de servir mais de balizamento de seu avanço desde a origem.

A literatura, de referências limitadas e dispersas em relação ao século 19, torna-se de presença frequente e de mais fácil acesso nos períodos mais recentes, além de ser beneficiada pela diversidade crescente dos meios de comunicação. Uma parte relativa à organização/descrição do instrumental, inclusive o utilizado para a determinação da hora no período do Morro do Castelo, foi examinada em Liais (1882: 0001, 12, 5). Ela esclarece pontos importantes relativos ao desenvolvimento, uso e montagens combinadas daquele instrumental (o que não é trivial), um dos bons momentos da instituição no passado.

Algo que é acrescentado como original em outros segmentos do texto se refere, particularmente, à experiência pessoal de pesquisadores em épocas distintas da existência do SH. O primeiro autor deste Capítulo, JBJr, ainda na fase das **lunetas meridianas**, mas já na era dos quartzos, entre outras participações, resgatou observações completas de seus arquivos pessoais (1956-1971), acrescidas de grande número de observações similares, incidentalmente a ele repassadas por Roberto Vieira Martins, também pesquisador do ON. Reduções¹ comparadas de observações com **lunetas meridianas** e com o **astrolábio (de Danjon)**, estas excepcionalmente para hora, com amostragem extraída dos

¹ Tratamentos numéricos preliminares dos registros de observações.

dados então disponíveis, permitiram um *insight* sobre a estatística dessas observações no ON, antes não relacionadas entre si.

Outro pesquisador (o segundo autor deste Capítulo, SJ), na fase atual, porém noutra área, organizou o Fundo da Hora Legal Brasileira (FHLB) e, além do mais, envolveu-se com o problema da transferência de tempo, participando com o Instituto Nacional de Metrologia e Qualidade Industrial (Inmetro) em pesquisa metrológica de tempo e frequência (Garcia e Junqueira, 2012).

A presente abordagem se refere, principalmente em termos do SH, a pontos que vão, na prática, do meio do século 19 até o fim do 20 e, daí, aos dias de hoje, mostrando inclusive sua interação com os órgãos nacionais e internacionais (Silva, 1995: 36) afins ou dependentes desse tipo de atividade/serviço, essencial em vários aspectos para as sociedades organizadas do mundo. Sua crescente complexidade atende à demanda cada vez mais ampla e exigente em termos de precisão com que se determina, conserva e dissemina a hora.

Hora e longitude, relação histórica

Ligada à questão da longitude esteve sempre a da hora (Oliveira, 2010: I).

As necessidades práticas relativas à passagem do tempo, como o quotidiano do uso da hora e as questões de Estado, entre elas a determinação de limites geopolíticos relacionados, levaram os países a investirem nos meios que favorecessem o conhecimento da hora e o desenvolvimento de instrumentos capazes de conservá-la e disseminá-la quando preciso, sendo um dado essencial para as determinações das longitudes, particularmente no mar.

Certamente a questão das longitudes foi o ponto crucial para o aumento do interesse das nações no desenvolvimento daqueles meios, marcadamente no início da era das grandes navegações oceânicas, quando longe estava a escolha de um meridiano zero. A busca de uma solução para esse problema constituiu-se num dos mais envolventes projetos de longa duração assumidos por técnicos e cientistas no mundo e que perdura de certo modo até hoje, pois se prende aos movimentos dos polos da Terra e à deriva continental (ver **Teoria da deriva continental**).

Entre as ideias apresentadas para se determinar a longitude de um local está a proposta por Galileu (primeiro quarto do século 17) de usar fenômenos tabelados para uma dada longitude envolvendo satélites de Júpiter (Io, particularmente).

Muitos e muitos atores se empenharam na determinação das longitudes fora do âmbito europeu, entre eles Jorge Marcgrave no Recife de Nassau, cer-

ca de 1640 (ver o Capítulo “Brasil holandês” neste Volume). Nessa ocasião foi montado o primeiro observatório astronômico no Brasil havendo relatos escritos nos quais ficaram evidenciadas as dificuldades na determinação dos instantes e intervalos correspondentes de fenômenos usados nas observações para obtenção das longitudes. Clepsidras e pêndulos rudimentares eram as ferramentas disponíveis, seus “relógios” calibrados inevitavelmente com bastante limitação usando sempre que possível, além do relógio da igreja, referências no céu (catálogos e mapas de estrelas, possivelmente os de Bayer). Tem-se hoje uma ideia das incertezas dos resultados obtidos por Marcgrave, bem como por outros observadores da época (cujo maior mérito foi justamente observar), avaliados agora retroativamente pela descrição e datas das observações, através do uso do programa de computador *SkyMap Pro11* (Matsuura, 2011: 122). No século 17 **cronômetros** ainda eram pouco desenvolvidos e só vieram a se tornar utilizáveis e confiáveis, particularmente no mar, em meados do século 18, com o famoso e premiado Harrison IV (O’Donnel, 2002). Parte do problema da determinação da longitude com bons **cronômetros** transportáveis (em condições nem sempre favoráveis) se relacionava com o comportamento de sua marcha, variação do **estado** em 24 horas. A determinação dos **estados** dependia naturalmente da observação de estrelas de catálogo (geralmente em sua **passagem meridiana**) tão sistematicamente quanto possível, em terra. Ocorre que catálogos de estrelas (com boas ascensões retas e **declinações**), como se sabe, ainda eram peças raras naquelas datas (Thurmond, 2003), bem como os próprios instrumentos meridianos com os quais deveriam ser realizadas as observações tomando como referência a rotação terrestre (ainda de regularidade aceitável à precisão atingível na época). O avanço tecnológico da relojoaria no século 19 e dos instrumentos meridianos e a elaboração de melhores catálogos estelares, aliada ao cálculo matemático, permitiram a determinação dos meridianos com erro da ordem de poucos metros somente na virada para o século 20.

Paralelamente aos relógios mais precisos, tipo **cronômetros** de marinha, usados tanto no mar como em terra, as **pêndulas** rivalizavam em precisão com os **cronômetros**, acabando por tornarem-se referência de tempo nos observatórios astronômicos fixos, seu uso chegando mesmo a ultrapassar a metade do século 20 graças aos sofisticados avanços tecnológicos que lhes foram agregados. **Pêndulas mestras** em câmaras de vácuo — Riefler, surgida em 1889 (Britten, 1922) e Shortt, em 1921 (Bosschieter, 2000) — garantiam então marchas bem comportadas com incertezas inferiores a 0,01 s/dia. A precisão das Shortt de última geração (1930), permitiu que fossem confirmadas irregularidades previstas na rotação da Terra.

Daí em diante, inclusive com a introdução efetiva dos relógios de quartzo na década de 1940, os recursos tecnológicos ultrapassaram o inimaginável na cronometria eletrônica, chegando-se ao que se pode chamar, na atualidade, de domínio metrológico do tempo. A idealização desse tempo metrológico teve início com a reconhecida falência da Terra como relógio; sua materialização prática ocorreu na 13ª Conferência Geral de Pesos e Medidas de 1967, quando se adotou a nova definição para o segundo (Audoïn and Guinot, 2001: 51). Além disso, outras ideias e modelos merecem citação, pois, no momento em que os meios de comunicação revisitam um tema como “uma hora única para todo o globo” (Hanke and Henry, 1997) ou que anunciam uma “hora *internet* única” (Smits, 2012), independentemente de fusos horários, parece soar estranho valorizar a história de um sistema horário que teve parte de sua evolução vinculada a um parâmetro geométrico tão simples como um plano meridiano (definido adiante no texto), mas cuja persistência se mantém, em muitas aplicações, quase inalterada até os dias de hoje.

IORJ: porquês de sua criação e a presença do tema hora

Com a chegada da corte portuguesa ao Brasil em 1808, alguns aspectos relacionados à rápida evolução sociopolítico-econômica de nosso país foram de consequências potencialmente positivas para a ciência. “Para suprir as carências oriundas do longo período colonial foram [...] criados diversos cursos de nível superior: na Academia Real da Marinha (1808), Academia Real Militar, ARM (1810) [...]” (Nascimento, 2006). Ver o Capítulo “Ensino superior de astronomia” neste Volume.

Um observatório se encaixava bem na conjuntura e nas projeções que antecediam a formação propriamente dita do Império, inclusive para poder acompanhar o que se realizava nos países mais avançados na astronomia, científica e tecnicamente. Pressões havia: “[...] e da Marinha, certamente, partiam as solicitações mais prementes aos serviços do Observatório Astronômico” (Morize, 1987: 9).

Em 15 de outubro de 1827, por decreto de d. Pedro I, era criado o IORJ, contendo o embrião (latente) do SH que, no entanto, por questões de indefinições políticas, administrativas e financeiras só existiria por longos anos apenas no papel. Em 17 de abril de 1828, por ocasião da elaboração do projeto geral do IORJ, porém sem ainda estar definido o local de sua instalação,

foram encontrados os termos que justificavam objetivamente a necessidade de sua criação, termos contidos na definição das atividades que se esperava fossem nele desenvolvidas. Eis abaixo segmentos do parecer emitido pelos membros da Academia Real Militar, Cândido Batista de Oliveira e Eustáquio Adolfo de Melo Matos:

Os trabalhos ordinários do Observatório podem ser distribuídos em duas classes, a saber: as observações astronômicas e meteorológicas de prática ordinária em tais estabelecimentos [...] dados necessários nos usos da navegação e geodésia em relação à posição geográfica do Observatório [...] (Morize, 1987: 42).

A preocupação com a hora encontra-se bem caracterizada no que segue: “[...] ao menos para conhecimento da marcha da **Pêndula** e dos **Cronômetros** tão necessário em um porto de extensa navegação [...]” e, adiante, “No mesmo Observatório se tomará conta e conhecimento da marcha dos **cronômetros** da Armada Imperial [...]” (Morize, 1987: 44).

Em 22 de julho de 1846, portanto, quase duas décadas passadas, o Decreto 457 (verdadeiramente contendo o Regulamento do IORJ) lhe daria realmente condições de existência prática, tal significando um passo importante para o início de suas operações, mesmo que mais orientadas para a formação militar “Conformando-se com o parecer da Seção de Marinha e Guerra do Conselho de Estado [...]” (Morize, 1987: 51).

Morro do Castelo, primeiro sítio observacional

O Morro do Castelo viria a ser o primeiro sítio efetivo onde se instalaria o Observatório, vinculado inicialmente à Escola Militar. Examinando as circunstâncias que antecederam sua criação viu-se que era bem coerente o vínculo do observatório com uma instituição militar, ao menos em seus primórdios, como se pode depreender do que segue, reforçando colocação anterior: “[...] as ciências que aqui começaram a dar os primeiros passos fundavam-se [...] nas matemáticas. Como as matemáticas constituíam a base do ensino naval e militar [...]” (Morize, 1987: 9), nada mais natural, portanto, que o Observatório Astronômico se desenvolvesse à sombra daquelas instituições.

A adaptação da área disponível para a instalação do IORJ foi certamente verdadeiro quebra-cabeças, pois media [...] 70 mètres de longueur et 27,30m

de largeur, dont le grand côté est orienté suivant la ligne méridienne² (Liais, 1882: 0001, 1, 1). Destinado inicialmente e, na prática, mais às aplicações de ensino militar, seu desenvolvimento levaria a um permanente e inevitável conflito em vista daquele reduzido espaço, mormente com as ideias que viriam adiante para equipará-lo aos melhores observatórios do mundo. Encontramos em 1881 nas anotações de Emmanuel Liais (1826-1900): *Mais, depuis cette époque, jusqu'à 1871, son but a été spécialement de servir d'observatoire d'instructions et ceci explique le choix primitif d'un local aussi exigu³* (Liais, 1882: 0001, 4, 3).

Somente com a desvinculação do Observatório em relação a organizações militares, ocorrida em 1871, ano da posse de Liais como diretor, ele pôde assumir plenamente as funções para as quais havia sido designado, tendo exigido *a priori* aquela condição. A preocupação com a questão básica das longitudes em sua gestão se traduziu logo em ação: “Art. 1º: Fica instituída no Imperial Observatório do Rio de Janeiro uma Comissão científica sob a denominação de Comissão das Longitudes” (Morize, 1987: 66).

O SH, mesmo limitado inicialmente apenas ao controle dos **cronômetros** e das **pêndulas**, cumpria sua função essencial de gerar, manter e disseminar a hora.

O balão da hora, mais propriamente um tambor (*drum*), era dispositivo colocado em uma torre elevada, e situava-se no lado nordeste do terraço do Observatório no Morro do Castelo. A Figura 1 mostra a torre compartilhada pela estação meteorológica do IORJ e o “balão”, este em sua posição de repouso, oculto em parte pela balaustrada e proteções da torre. A função do “balão”, como a de outros já instalados anteriormente no mundo, era fornecer a hora média (**Hora solar média**), esta oriunda de relógios (confiáveis) do Observatório. A queda do “balão”, acionada manualmente, em princípio, às 8 horas, era vista do porto do Rio e de suas proximidades; porém, no início da gestão Liais, foi alterada para 12 horas médias.

² 70 m de comprimento por 27,30 m de largura, cujo lado maior está orientado segundo a linha meridiana.

³ Porém, depois dessa época, até 1871, seu objetivo foi especialmente o de servir como observatório de instruções e isto explica a escolha inicial de um local tão acanhado.



Figura 1. A torre com “balão” da hora e aparelhos meteorológicos.
(Biblioteca do ON)

Registro de bordo extraído dos Arquivos do Museu Marítimo Nacional de Londres (Figura 2) refere-se a uma observação da hora feita de um navio baseado no porto do Rio de Janeiro em 1880. Ver também “O Observatório da

UFRGS: patrimônio histórico nacional” no Capítulo “Acervo instrumental e arquitetônico” neste Volume.

30 XV. – SOUTH AMERICA				31 SOUTH AMERICA		
Signal Station Latitude and Longitude.	Place.	Signal adopted.	Situation of Time Signal.	Time of signal being made.	Additional Details.	
				Greenwich Mean Time.	Local Mean Time.	
22° 54' 24" S. 43° 10' 21" W.	Rio de Janeiro	Red Drum (3 feet high) (8 feet broad).	Staff at Observatory on Mount Castello. 226 feet above high water. (Drop 26 feet.)	h. m. s. 2 52 40.5	h. m. s. 11 59 59	Drum hoisted close up 5 minutes before signal. Drum dropped at one second before noon, Rio de Janeiro mean time.

Figura 2. Transcrição do original do Registro de bordo do “balão” do Castelo feito c. 1880. (Arquivo do Museu Marítimo Nacional de Londres)

Uma segunda versão do “balão”, um sinalizador equipado com 24 lâmpadas de alta potência (Figura 3), operou no Castelo na torre que seria mais tarde replicada, com o sinal luminoso, então às 21 horas, na futura sede do Observatório no Morro de São Januário (Mattos, 1929: 83). Em rigor, a literatura é escassa, informal e até mesmo controversa quanto à história da torre.

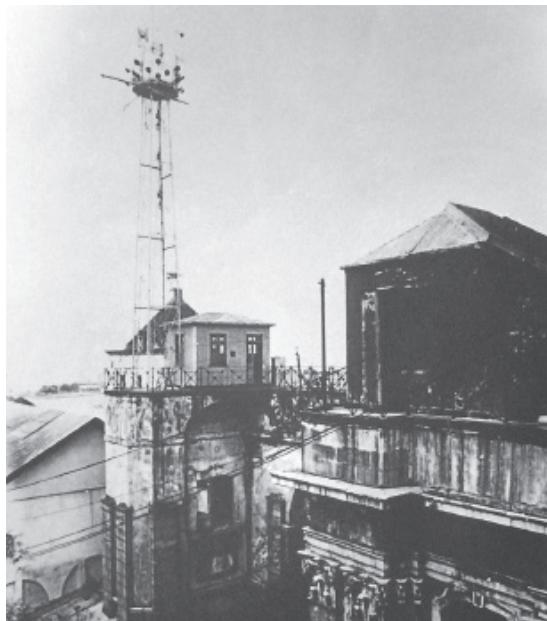


Figura 3. Versão do sinalizador da hora com 24 lâmpadas. (Biblioteca do ON)

A tecnologia favoreceu a transmissão da hora por telegrafia elétrica, mesmo antes do fim do século 19 a órgãos essenciais para sua difusão, fora sua apresentação visual, como a Repartição Geral dos Telégrafos e a Estrada de Ferro Central do Brasil, que aí processavam e distribuíam a informação recebida, disparada inicialmente por contatos elétricos na queda do “balão”. A disseminação da hora, seja por meio visual direto ou via transmissão elétrica, operou praticamente do meio do século 19 até o fim da primeira década do século 20 no Castelo, estendendo-se à década de 1920, já no Morro de São Januário.

A hora, que dependia essencialmente do bom funcionamento de **cronômetros** e **pêndulas**, das **lunetas meridianas** e de catálogos, além da habilidade dos observadores, era alvo permanente das preocupações do diretor. Em 1873 “[...] procurou melhorar os diferentes ramos do serviço [...] retificando, com mais exatidão, o plano dos instrumentos meridianos e providenciando a colocação de miras e colimadores, exibição da hora exata” (Morize, 1987: 69). Tal esforço renderia por volta de 1880 importante montagem combinada de instrumentos meridianos e azimutais, fixos em planos verticais previamente definidos: a 30°, 45° e 60° de **azimute**, com miras e colimadores, de tal forma que se poderiam casar observações a fim de se obter a hora com maior precisão. Era um sistema único na ocasião e ao menos teoricamente produziria o resultado desejado; sua operação, no entanto, exigia um número de observadores que aparentemente o Observatório não possuía.

Na fase de remodelação do IORJ, no curso de 1875, as ações com foco nas longitudes e hora continuavam: “Quanto aos aparelhos cronográficos para o registro das observações meridianas⁴ e de longitudes pela eletricidade, submeteu-os o Dr. Liais a grandes aperfeiçoamentos [...]” (Morize, 1987: 72).

Excerto extraído de (Liais, 1882: 0002, XXIV), mostra segmento de um formulário de anotação de dados de uma observação meridiana típica desse período (1881), com alguma redução já realizada (Figura 4), onde se pode notar que os registros dos instantes da observação são referidos aos 5 fios fixos dos micrômetros clássicos, cuja média representava o instante de passagem da estrela pelo meridiano instrumental. O décimo de segundo anotado, relativo à passagem da estrela em cada um dos fios do retículo, era obtido usualmente interpolando entre os sons das oscilações do balancim do **cronômetro** (5 batidas/s), o que exigia excepcionais sensibilidade e habilidade do observador. Tal método era chamado de observação olho-ouvido — um olho na estrela e o ouvido nas batidas do **cronômetro**. Alternativamente, e é o caso dessa observação, os instantes relativos à passagem da estrela em cada fio já eram registrados cronograficamente, isto é, feitos através de

⁴ Observações feitas na **passagem meridiana** do astro.

um **cronógrafo**. Vê-se também pelas designações das estrelas listadas nessa Figura que entre os catálogos utilizados constavam os de Lalande e Stone, comumente adotados na época.

xxiv

ANNALES DE L'OBSERVATOIRE IMPÉRIAL

N ^o d'ordre	Date du Mois	Désignation de l'étoile	MÈTRE		FILS					Réd. au fil au corr. de l'aberr. diurne	PENDULE		Ascension droite apparente observée		
			Mars	Septembre	I	II	III	IV	V		CORRECTION				
											obs.	calc.			
1	3 Mars.	* = 22°...	120	6.0	40.0	51.0	3.0	14.5	26.0	m. s.	s.	s.	— 1.75	h. m. s. 7 22 1.32	
2		* = 22°54',9	123	9.0	34.5	46.1	57.4	9.0	20.2	23	57.49	—	— 1.75	7 23 55.74	
3		* = 22°47',1	124	6.0	31.7	43.0	14.3	6.0	17.2	14	54.49	—	— 1.74	7 24 32.73	
4		* = 23°1',6	128	7.5	34.0	45.9	57.0	8.6	20.0	34	57.15	—	— 1.72	7 34 55.43	
5		* = 22°56',0	129	8.5	52.2	3.7	15.0	20.7	38.0	38	15.17	—	— 1.71	7 38 13.46	
6		* = 22°...	130	6.5	43.0	54.5	6.0	17.4	29.0	41	59.85	—	— 1.70	7 41 58.15	
7		Lalande 15450	126	7.5	18.0	29.4	40.8	52.2	3.8	48	40.89	—	— 1.68	7 48 39.21	
8		Stone 4031	120	5.5	43.0	54.4	6.0	17.5	29	1	54	6.05	—	— 1.67	7 54 4.38
9		Lalande 15683	102	8.0	30.1	52.0	3.5	15.0	26.2	55	3.41	—	— 1.66	7 55 1.75	
10		* = 22°54',1	131	9.5	43.2	55.1	6.2	18.0	29	1	0	6.37	—	— 1.60	8 0 4.71
11		* = 22°50',5	104	9.0	31.5	53.0	4.3	16.0	27	1	4	4.43	—	— 1.65	8 1 2.78
12		* = 22°51',2	132	9.5	41.0	52.3	3.6	15.2	26.5	4	3.77	—	— 1.64	8 4 2.13	

Figura 4. Segmento de observação meridiana realizada no IORJ em 1882.
(Biblioteca do ON)

Paralelamente às observações meridianas para a hora foi desenvolvido programa destinado à composição de catálogo de ascensões retas de estrelas na faixa zenital do Rio de Janeiro referidas ao equinócio de 1880,0 (Liais, 1882: 0002, LXIII). Tais estrelas estão representadas pelo símbolo ☆ na Figura 4.

A passagem de Vênus pelo disco solar, fenômeno de grande importância para a determinação da **paralaxe** do Sol, da qual se deduz sua distância à Terra, foi observada em Punta Arenas em 1882 e dependia de grande precisão cronométrica. O **cronômetro** sideral John Poole nº 2977, pertencente hoje ao acervo do Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST) e usado nessa expedição, chefiada por Luiz Cruls (1848-1908), assim como o **sextante** de pedestal C. Plath nº 6553, usado nas determinações de coordenadas do local da observação, estão preservados no MAST (ver “Patrimônio científico da astronomia no Brasil” no Capítulo “Acervo instrumental e arquitetônico” neste Volume).

Citações frequentes de Morize nos trabalhos do Observatório se referem às determinações de coordenadas geográficas, inclusive com fins demarcatórios, caso da Comissão Exploradora do Planalto Central de 1892 (“quadrilátero Cruls”) e chefiada também por esse notável astrônomo, sucessor de Liais. Definições de fronteiras, além do conhecimento das posições geográficas das principais cidades da costa, faziam parte dessas atribuições (ver o Capítulo “Expedições astronômicas” neste Volume). Em todas a tônica operacional envolvia o transporte da hora em **cronômetros** de marinha, “zerados” no Observatório por ocasião da partida e aferidos no retorno das expedições (Morize, 1987: 75) e a utilização de instrumentos portáteis — **lunetas meridianas** e/ou **círculos meridianos** — para obter basicamente os **estados dos cronômetros** (hora corrigida) a fim de determinar as coordenadas locais. Os trabalhos de Cruls se estendiam, na virada dos séculos 19 para o 20, à região norte do Brasil. Suas operações demarcatórias, utilizavam repetidas vezes e marcadamente o uso daqueles instrumentos, conforme encontramos na citação:

A longitude foi calculada por meio deste instrumento através da comparação da hora do primeiro meridiano em relação a um meridiano de origem, como o de Greenwich. Para que tal cálculo fosse correto, era preciso que o **cronômetro** tivesse uma marcha uniforme. Mas as condições da viagem impediram o perfeito andamento do instrumento. Assim, foi preciso fazer constantes observações astronômicas com lunetas e **sextantes** para regulagem dos **cronômetros** (Vergara, 2010).

Em 2003, com participação de diversas entidades — Fundo de Apoio à Cultura do DF, Correios, UnB (Universidade de Brasília), UERJ (Universidade do Estado do Rio de Janeiro), Fiat — foi constituída comissão de pesquisadores e técnicos que efetuaram uma réplica da expedição de 1892 (Castro, 2003).

Uma das fases da vida do país durante a qual mais se estimulou o avanço aplicado da hora, notadamente a partir da segunda metade do século 19, foi a ampliação das ferrovias. Um problema prático devido à não uniformização da hora, tomada inicialmente como **hora solar verdadeira** (local) em quase todas as estações, nem sempre convertida à **hora solar média** (local), transformou-se num grande complicador na montagem das grades de horários das ferrovias, de configuração por vezes anárquica (Oliveira, 2010: II).

Como em outros países que já tinham passado pelo problema, a primeira tentativa de solução foi transportar a hora das capitais para as redes regionais através de **cronômetros** confiáveis. A segunda atitude, mais adiante, foi utilizar o telégrafo elétrico, através de linhas físicas quilométricas, para efetuar o trans-

porte remoto da hora, um projeto de fôlego encampado no fim do século 19 pelo general Rondon (1865-1958), que o levou bem além do início do século 20.

A radiotelegrafia só surgiria na prática no começo do próprio século 20 e mudaria radicalmente o quadro anterior, causando inclusive obsolescência incômoda, além de polêmica, em relação à telegrafia elétrica, com linhas por vezes de complicada e custosa manutenção, cujos projetos em curso tiveram que ser revistos e muitos descontinuados (Domingues, 2010).

O persistente problema longitude/hora no globo, que vinha tendo soluções apenas regionais, acabou resultando, por premência de uma solução global, na Conferência de Washington (1884), onde era esperado encontrar-se, com a escolha de um meridiano zero, uma solução definitiva para a questão. Não foi bem assim, no entanto, e muitos anos se passaram até que todos os países aceitassem como referência o meridiano de Greenwich. O Brasil só o fez em 1913, através de decreto, o 2.784 de 18 de junho (Oliveira, 2010: II), que definiu nossa divisão geográfica em 4 fusos horários, com o fuso de origem internacional centrado em Greenwich e estabeleceu como sistema de hora legal, a **hora solar média** (civil) do meridiano central de cada fuso de 15° (ou 1 hora), mas que se tornou vigente somente a partir de 1º de janeiro de 1914. A Lei 11.662 de 2008 alteraria a distribuição de fusos horários no país, limitando-os a três (DSHO, 1998a).

Na segunda metade do século 19, havia no centro do Rio um “serviço da hora” informal por conta de relojoeiros da firma Norris, que se baseava, no entanto, no sinal gerado pelo “balão” da hora. Esses relojoeiros respondiam também pela manutenção de **cronômetros** e **pêndulas** do Observatório entre o último quarto do século 19 e o primeiro do século 20.

Em 1889, voltando às longitudes (e, claro, implicitamente às latitudes), na determinação das coordenadas geográficas de locais servidos pelas redes ferroviárias irradiadas das principais capitais, escreve ainda Morize: “Proseguia a determinação de outros pontos, cumprindo assinalar que os erros prováveis dessas determinações não excediam meio segundo de grau, isto é, cerca de quinze metros no terreno, o que constituía resultado mui satisfatório.” (Morize, 1987: 113)

Com a República (1889) o IORJ mudou de nome passando a Observatório do Rio de Janeiro (ORJ) na esfera do Ministério da Guerra até 1909, quando foi então renomeado como Observatório Nacional (ON), porém no Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio (Morize, 1987: 137). O Observatório esteve em risco de desaparecer no início da República porque, na opinião de alguns políticos do novo governo, sua atividade científica/resultados não fazia jus aos investimentos já aplicados. Luiz Cruls, no entanto, diretor em curso em 1889,

contou com a visão (positivista⁵) de Benjamin Constant (Ministro da Guerra) relativa à importância da ciência; além do mais, a confiança que o ministro depositava no trabalho de Cruls à frente da instituição contribuiu certamente para o bom desfecho da questão. A conveniência política em benefício do Observatório levou-o a aceitar situação tida como limitadora no passado — o retorno à esfera militar, ao Ministério da Guerra.

Em 1906 prosseguiam as observações consideradas regulares:

As observações meridianas, necessárias à retificação das **pêndulas e cronômetros**, também foram pontualmente realizadas, permitindo obter com precisão a hora local, cujo sinal era dado pelo balão da hora ao meio-dia e transmitido à Repartição Geral dos Telégrafos e à Estrada de Ferro Central do Brasil (Morize, 1987: 134).

Em 1909 eram fixadas as funções formais atribuídas aos astrônomos, o que lhes exigia: “Regular os **cronômetros** dos serviços públicos bem como fornecer a hora mediante o sinal convencionado.” (Morize, 1987: 137)

Os relatórios oficiais dos anos seguintes têm o mesmo e repetitivo padrão de anos anteriores relativo aos problemas gerais, porém conseguindo manter no mínimo satisfatória a questão da conservação e disseminação da hora. O Decreto 2.784 de 1913 reforçou o caráter de legalidade que tais operações possuíam, bem definindo sua força jurídica, a qual seria útil décadas depois.

A caminho do novo endereço

O processo que levou à escolha do Morro de São Januário como nova sede do Observatório, com um número significativo de retardos e indefinições desde sua instalação original em local improvisado (o Castelo), encontra-se descrito em Morize (1987), ocupando recorrentemente páginas diversas do relatório (145 e 146, p. ex.), onde se pode examinar a quantificação dos parâmetros considerados importantes para a escolha do local. Convém lembrar que naquela época a instalação de um observatório (nacional) de porte numa capital (federal) significava *status*, pois isso projetava cultural e internacionalmente o país, equiparando-o a outros tantos que já os possuíam nessa situação. Quanto ao mérito da escolha do sítio onde seria instalado o observatório, certos aspectos logísticos foram priorizados, como facilidade de acesso, de manutenção em vista dos recursos de uma capital em termos de seu parque industrial e

⁵ Ver o Capítulo “Positivismo e utilidade da astronomia” neste Volume.

de comunicação. O fator orçamento poderia, no entanto, ter representado obstáculo a maiores aspirações em termos de um sítio de melhor qualidade.

Em 1910 foi, afinal, formalizada a transferência do Observatório para o Morro de São Januário através de dois providenciais decretos, o 2.315 e o 8.462, de 27 de dezembro, que aprovavam o orçamento para a esperada mudança de local do Observatório. Mantinha-se, no entanto, no Castelo, por volta de 1915, portanto em plena I Guerra Mundial, agravada a situação pelo estado crítico das instalações, sua destinação de origem como prestador de serviços — o fornecimento da hora. Restringia-se, no entanto, à falta de maiores estímulos e recursos, apenas (mais uma vez) a conservá-la e disseminá-la sem interrupção.

Numa sala exígua, denominada das meridianas, abrigavam-se, entre outros instrumentos, **pêndulas** e **cronômetros** e uma **luneta meridiana** complementada por mira e colimador, estes últimos situados na área externa. Deste ponto eram obtidos, através de observações meridianas, os **estados** da **pêndula** de referência que gerava a hora do Observatório, a do meio-dia sinalizada pelo “balão”, ainda utilizada para atendimento do público passante em geral, do pessoal do porto e dos navios, de relojoeiros da cidade e de repartições públicas, como já vimos.

Ainda em 1915 notícia animadora para a época era transmitida pelo próprio diretor: “As duas coberturas meridianas móveis e a outra cúpula foram por mim, com autorização desse Ministério, encomendadas da Europa e já chegaram.” (Morize, 1987: 149)

Conforme veremos adiante, em plena fase de transição — logística, de novos recursos instrumentais e organizacionais —, o Observatório já se preparava para engajar-se num significativo passo de modernidade. A transmissão geograficamente ampla do sinal da hora, antecipando-se às demais construções no Morro de São Januário, levou à instalação da estação-base de transmissão por radiofrequência de sinais horários.

A desejada e esperada mudança. Sinais horários em radiofrequência

Em vista do atraso no programa de construção do complexo de edificações do ON no Morro de São Januário, foi antecipada a construção de pavilhão, em 1916, Luiz Cruls, existente até os dias atuais no campus do ON (Figura 5).



Figura 5. Pavilhão Luiz Cruls existente até os dias atuais
(Acervo do FHLB)

Escolhi para isto que o aludido pavilhão fosse um abrigo especial destinado, no andar térreo, a um escritório, para o cálculo das observações horárias, com os competentes aparelhos telegráficos, clássicos e de T.S.F.⁶; enquanto que o subterrâneo era acomodado, ao abrigo de variações de temperatura a receber as **pêndulas** e os **cronógrafos** (Morize, 1987: 150).

O limiar da nova era tecnológica em termos práticos de comunicação ocorreu na passagem dos séculos 19 para o 20 com o domínio da transmissão/recepção de sinais eletromagnéticos a distância por meio de rádiofrequências. Tal favoreceu particularmente o envio de sinais horários relativos à hora dos relógios do Observatório corrigida pelas observações astronômicas.

O cruzamento de informações oriundas dos sinais recebidos de observatórios de outros países, corrigidos os tempos de propagação, permitiria um meio mútuo de correção entre todos os sinais dos relógios envolvidos, comparando -os com valores médios obtidos, além de, potencialmente, poderem gerar uma hora média universal, como se tivéssemos apenas um relógio representando o

⁶ T.S.F.: Telégrafo Sem Fio.

conjunto. Em 1912, contando com a presença de representantes de 16 países, aí incluído o do Brasil, foi criado o *Bureau International de l'Heure* (BIH), resultante da Conferência Internacional da Hora ocorrida em Paris no ano anterior. O BIH teria a finalidade de coordenar as ações e analisar os registros dos sinais horários recebidos dos observatórios do mundo que fizessem parte da rede, ficando responsável pela disseminação, em âmbito internacional, dos resultados desse processo (Guinot, 2000). Em 1919 o BIH passou a fazer parte da *International Astronomical Union* (IAU) ou União Astronômica Internacional, recém-criada, dela participando na Comissão da Hora.

Em 1º de junho de 1918 o ON efetuava a 1ª transmissão de seus sinais horários a partir do Pavilhão Luiz Cruls na frequência de 500 kHz, com potência de saída de 500 W, capaz de alcançar 2 mil km, cobrindo, pois, boa parte do território nacional. Tanto os transmissores de alta potência quanto os receptores do SH da época eram valvulados, e assim continuaram por décadas, porém já operando em parte com componentes de estado sólido a partir do meio do século passado. O Brasil comprometeu-se a participar da ação do BIH em 1922, porém, seus sinais horários só foram efetivamente introduzidos na média internacional em 1933, conforme consta dos registros publicados e constantes dos boletins emitidos pelo BIH. Esse atraso ocorreu devido a problemas relacionados principalmente com o alcance ainda não universal dos transmissores do SH na ocasião, fato já reconhecido anteriormente, agravado pela dificuldade de conseguir-se boas recepções das estações estrangeiras, de acordo com Morize (1987: 165).

Um século do par pêndula-meridiana

O plano meridiano local, plano vertical que contém o Norte e o Sul do horizonte e o zênite, é um plano de simetria dos movimentos estelares entre os lados leste e oeste, em primeira aproximação. Observar um astro (estrela) de coordenadas conhecidas cruzando esse plano (**passagem meridiana**) permite, após decorridas 24 horas siderais (período de rotação da Terra), acertar diretamente o andamento de uma **pêndula** sideral, por exemplo. Normalmente observavam-se muitas estrelas de catálogo numa mesma noite e se obtinha então a média das horas de **passagem** de todas as observações, o que permitia conhecer com razoável precisão a diferença entre a hora admitida certa (pela observação das estrelas) e a da **pêndula** utilizada, o chamado **estado da pêndula**.

O par **pêndula-luneta meridiana**, dedicado à determinação da hora, fez história no Observatório ultrapassando os cem anos de existência comum, dos primei-

ros tempos do Castelo (pouco depois de 1850) à chegada dos osciladores de quartzo (pouco depois de 1950) em São Januário, estes descritos na seção seguinte. Uma **luneta meridiana** Dollon de 1,60 m de distância focal, com 8,5 cm de abertura (diâmetro da objetiva), foi instalada no Castelo em 1852, ao tempo em que círculos murais ainda eram lá utilizados em observações astronômicas relacionadas às determinações de **declinações** dos astros e de latitude. Nesse mesmo ano (1852) foi também instalada uma **pêndula** sideral Roskell que operou conjugada com a meridiana já citada para obterem-se as primeiras determinações de hora no IORJ. Tais dados encontram-se na introdução das Efemérides do ano de 1853, em “Notícias do Observatório”, anotações do então diretor do IORJ Antonio Manuel de Melo.

Todo o período que decorreu entre o começo das atividades astronômicas no Castelo e o início da utilização dos osciladores de quartzo no ON está ponteado de observações que combinaram **lunetas meridianas** e **pêndulas** visando à determinação da hora.

A primeira **luneta meridiana** (nº de série 3407) instalada no novo sítio do Observatório em São Januário (1922), da fábrica alemã Heyde, veio do Castelo. Tinha 1,50 m de distância focal e 11 cm de abertura da objetiva e era do tipo acotovelado, isto é, permitia através do desvio de 90° do feixe de luz proveniente da estrela, uma observação cômoda tanto na posição leste quanto na oeste. Cumpre lembrar que as primitivas **lunetas meridianas** não permitiam acesso em geral às regiões zenitais (as mais altas) do céu.

Em realidade, **pêndulas** constituíram, com apoio dos **cronômetros** de marinha, as bases de tempo do ON até pouco além da década de 1940. O trabalho de manutenção de **pêndulas** e **cronômetros**, apesar das condições gerais precárias existentes ainda no Morro do Castelo, às vésperas da mudança, encontra-se anotado no livro, formato A3, que contém o Inventário e histórico dos **cronômetros** e **pêndulas** do Observatório, datado de 1913/14 (Figura 6) e que se encontra arquivado no FHLB.

Em geral o intercâmbio de **cronômetros** e até de **pêndulas** do ON, mais por empréstimo a outros órgãos do que o inverso, encontra-se ali bem documentado. O que se deduz examinando o conteúdo dos registros é a existência de aparente bom acompanhamento na manutenção e movimentação dos instrumentos, além do controle e ajustes de marchas (detalhe na Figura 6) realizados com relativa frequência. Comparando as entradas do livro acima citado com as fichas de instrumentos do acervo existente no MAST, conseguimos identificar inicialmente seis **cronômetros**, entre Nardin e Poole (nºs 482, 15/7108, 525, 526, 2977 e 5691), comuns às duas listas e cinco **pêndulas** de fabricantes diversos (nºs 1058, 101, 3510, 1123 e 550), o que significa ter-se fisicamente à mão esses instrumentos que operaram ainda no tempo do Castelo.

Figura 6. Fragmento da página do histórico da pêndula Mouilleron n° 3510. (Acervo do FHLB)

Para manterem o comprimento útil da haste do pêndulo com o mínimo de variação foram introduzidos compensadores térmicos e usados novos materiais então disponíveis (*invar*). A fim de reduzir o atrito no sistema de suspensão e escapamento da **pêndula** foram elaborados refinamentos não convencionais para a época em termos de projeto e construção. A isto, no caso do ON, acrescentou-se um ambiente isolado (subsolo do Pavilhão Luiz Cruls), com a montagem das diversas **pêndulas** (algumas em câmaras de baixa pressão), apoiadas em pilares com base na rocha, assim criando as máquinas ideais para a época capazes de gerar, conservar e fornecer informação (através de pulsos elétricos) para a disseminação da hora em montagem fixa. A performance das **pêndulas** do ON (existe uma mestra Shortt, quase completa, e quatro escravas no MAST) atingiu, como mencionado antes, incertezas na variação diária da marcha não superiores a 0,01 s. Tais valores teriam permitido ao ON compor, com outros observatórios, as primeiras detecções das irregularidades previstas do movimento de rotação da

Terra, através de observações meridianas feitas nas décadas de 1920, 1930 e início da de 1940 (Stoyko, 1956).

No curso da década de 1930 os resultados oriundos do SH do ON já refletiam relativo destaque no BIH. No entanto, apenas uma única observação meridiana completa antecedendo um pouco esse período (1927), feita pelo astrônomo Adalberto Faria dos Santos, foi localizada no ON. O período que antecedeu a era dos quartzos, fim dos anos 1940 e pouco além, examinados os resíduos comparados nos boletins do BIH (diferença entre a hora média calculada pelo BIH e a hora enviada pelo SH do ON), não nos favoreceu, no entanto, em qualidade.

Atualização do equipamento eletrônico. Osciladores de quartzo

No início da década de 1950, graças à ação de Lélio Gama (1892-1981) com o Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq), órgão então recém-criado (1951) e que marcaria profunda e positivamente a história do ON, inclusive a do SH, foram importados diversos equipamentos de nova geração. Entre eles relógios de quartzo, que o SH passou a utilizar como base de tempo, capazes de performances muitas vezes superiores em estabilidade e precisão que as melhores **pêndulas** a baixa pressão. Os modelos franceses de transmissão e recepção de ondas de rádio moduladas pelos sinais horários, adotados por diversos observatórios em meados do século passado, foram os utilizados na nova versão de intercomunicação do SH na era dos quartzos.

A compra efetuada foi orientada por Nicolas Stoyko, diretor do BIH, cuja longa experiência na questão da hora bastaria como credencial. Cartas originais trocadas entre Lélio Gama e Stoyko (Gama, 1951) foram localizadas na Coordenação de Documentação e Arquivo (CDA) do MAST, sendo que as referências a Carlos Lacombe (1896-1977), engenheiro e coordenador técnico do SH durante décadas, estão anotadas num pedido de Lélio Gama para seu estágio na fábrica de equipamentos Belin na França, ainda em 1951 (Gama, 1951).

O emissor Belin (Figura 7), que programava os pulsos provenientes do padrão de quartzo para o transmissor de potência (5 kW) da estação de sinais horários por radiofrequência de prefixo PPE do ON, encontra-se em exposição permanente no saguão da atual Divisão Serviço da Hora (DSHO), bem como o componente de saída de potência da estação transmissora, uma válvula Eimac 750 TL. Os primitivos **cronógrafos** do começo do século 20 cederam lugar ao modelo de tambor (o de tamanho maior) da Belin, que permitia resolução

temporal de 0,001 s, ultrapassando os modelos anteriores do SH capazes de registros com erros da ordem de 0,01 s. À conta de serviços na área de competições esportivas o ON apoiava as “corridas de baratinhas” (equivalentes à atual Fórmula 1) no Rio de Janeiro, na virada 1940/1950, cedendo e mesmo operando os抗igos cronógrafos na Gávea e na Quinta da Boa Vista.



Figura 7. Programador eletrônico dos pulsos do relógio de quartzo.
(Foto: Luci Meri Guimarães. Acervo da DSHO)

Observações meridianas na era dos quartzos (1953 a 1972)

A preparação de uma estrutura que permitiria a recuperação da posição do SH do ON com a comunidade internacional através do BIH, não muito lisonjeira diante dos resultados das observações meridianas nas proximidades da década de 1950, deu outra configuração ao SH. O autor JB Jr da presente contribuição ingressou em 1956 no ON, com 19 anos, porém, inicialmente como “satélite” (uma espécie de estagiário não remunerado) e, em vista da escassez de observadores meridianos resultante de problemas administrativos internos no ON, foi até prematuramente apresentado à antiga luneta Bamberg, tendo nela trabalhado e ganho ao longo de pelo menos uma dezena de anos significativa experiência observational. Um dos projetos que lhe foram propostos nessa fase inicial, por volta de 1958, pelo próprio Lélio Gama, foi a determinação de

diversos parâmetros da nova **luneta meridiana** Askania (Figura 8), a fim de se conhecer melhor os efeitos dos erros instrumentais sobre os resultados das observações, gerando a publicação relacionada em Barroso (1961).

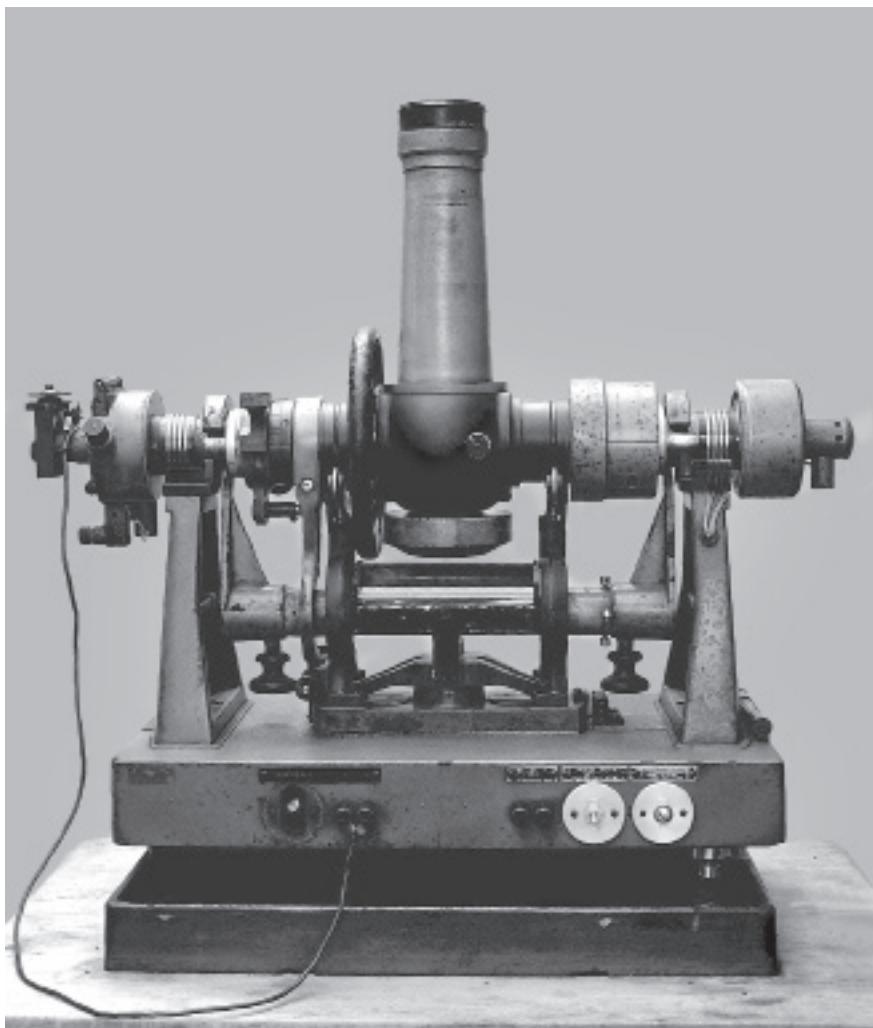


Figura 8. Luneta meridiana Askania do ON
(Foto: Luci Meri Guimarães. Acervo MAST)

Independentemente do projeto principal, irregularidades nos eixos (munhões) da luneta foram indiretamente determinadas pelos desvios do nível de cavalete apoiado sobre os munhões a cada grau de distância zenital, no começo

da década de 1960 e, mais tarde, repetidas em 1970, tendo sido utilizadas como refinamento em diversas observações de menor erro estatístico.

O cálculo/redução das observações meridianas na era dos quartzos manteve basicamente a formulação desde Liais (1867: 156) a Gama (1953), passando por Mattos (1929: 8), sendo que as clássicas fórmulas de Mayer e de Bessel foram as mais utilizadas no cálculo das correções instrumentais.

A redução ao dia, que envolvia a conversão das coordenadas médias dos catálogos às aparentes na data da observação, foi apenas aprimorada ao longo dos anos pelo avanço da teoria e dos métodos de cálculo. Os micrômetros de ambas as **lunetas meridianas**, mesmo antecedendo a fase dos quartzos, já eram do tipo (dito) impessoal (Figura 9), possuindo um fio móvel no retículo que permitia o acompanhamento da estrela no campo de visão. Na prática, no entanto, sem o uso de um dispositivo criado para se determinar uma eventual **equação pessoal** de cada observador, caía-se em geral nas incertezas causadas por irregularidades aleatórias no acompanhamento das estrelas. Tendências de acompanhamento sistematicamente adiantado ou atrasado de determinado observador só podiam ser detectadas *a posteriori*. O exame dos desvios dos resultados daquele observador em relação ao comportamento médio das observações, algumas vezes levava a uma **equação pessoal**, sem garantia, no entanto, de ser constante.

A manutenção dos retículos, quando necessária, era feita utilizando-se fios extraídos de aranhas denominadas *Nephylengis cruentata*, criadas na torre do prédio do ON durante décadas.

Engajado no esquema observacional do SH, além de organizar e orientar os iniciantes em todo o processo de observação e redução envolvendo as **lunetas meridianas**, Luiz Muniz Barreto (1925-2006), diretor em dois períodos da história do ON, marcou notável presença pela abrangência de conhecimentos e participação nas diversas áreas/atividades do Observatório. Documentação cedida pelo próprio Muniz Barreto à biblioteca do ON e, mais tarde, por sua família, foi útil na complementação de dados.

Raras cartas, encomendas de aparelhagem, catálogos de instrumentos, instruções para observações e reduções de observações meridianas completas (originais) foram localizados, ocasião em que passaram a ser arquivados adequadamente no FHLB e na CDA do MAST. Cadernetas de recepção/transmissão de sinais horários (originais) e boletins do BIH foram da mesma forma transferidos, a maior parte ainda íntegra, para o FHLB. Outros registros, predominantemente material relativo às observações meridianas, que se encontravam arquivados com Jair Barroso, inclusive as únicas fitas cronográficas originais dessas observações, em papel, de que se tem conhe-

cimento, bem como as observações meridianas (todo o ano de 1967), que estavam bem guardadas com o pesquisador Roberto Vieira Martins do ON, foram repassados ao Fundo.

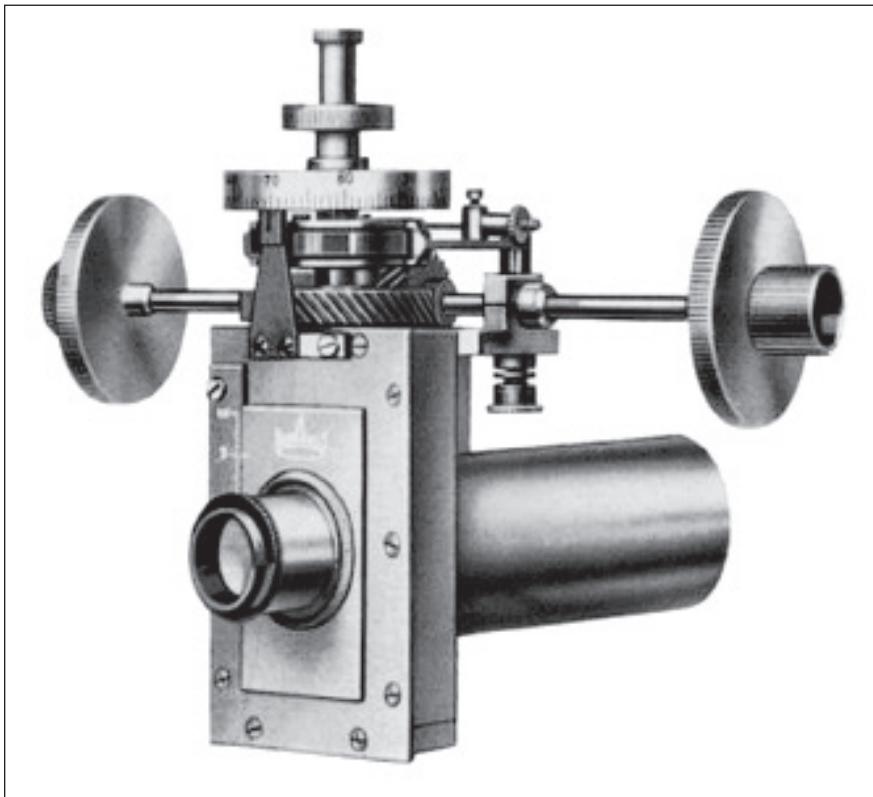


Figura 9. Micrômetro impessoal da luneta meridiana Askania
(Catálogo do Acervo Museológico do MAST)

A procura de instrumentos originais dessa fase ou de seus componentes teve, no entanto, razoável sucesso, havendo sido localizados alguns deles ainda bem conservados, relativos principalmente ao período dos quartzos, em exposição permanente no saguão do prédio da atual DSHO, pavilhão Carlos Lacombe. O destaque fica por conta do sistema de transmissão de hora falada Assmann, de fabricação alemã, ainda funcionando.

O trabalho do autor SJ no projeto do FHLB resultou, entre inúmeros outros itens, na montagem de um conjunto de registros de observações tanto meridianas (incluídas, a maior parte, na forma de contribuições não pertencentes aos ar-

quivos disponibilizados pela DSHO), quanto de transmissão/recepção de sinais horários. Mesmo na ausência das análises dos registros, feitas durante décadas por Carlos Lacombe, esses dados não perderam valor, tendo sido recompostos, inclusive, uma parte dos gráficos de **estados** das observações meridianas combinados com resultados tomados dos boletins de recepção de sinais horários.

Além do mais, uma pequena avaliação estatística foi realizada permitindo comparar inicialmente erros internos entre **estados** obtidos através das observações meridianas (1967) e os obtidos através de observações realizadas fora de um programa regular para determinação da hora (1977), com o **astrolábio de Danjon**. Esses últimos dados foram fornecidos gentilmente por Jucira Penna e Alexandre Andrei, pesquisadores do ON (Andrei *et al.*, 1982). Encontramos nas amostragens utilizadas dispersões médias nominais equivalentes, da ordem de 10 ms, tomando 416 estrelas observadas de um conjunto de 49 noites nas **lunetas meridianas** Askania e Bamberg e 598 estrelas, usando dois grupos arbitrariamente escolhidos em 26 noites de observação com o **astrolábio**. Tais dados de observações com o **astrolábio**, por serem os únicos documentados de que dispomos, poderão ser no futuro objeto de análises mais detalhadas. Os últimos anos das observações meridianas no ON (atingindo a década de 1970) mostraram em geral progressivo declínio em sua qualidade devido a problemas, principalmente de degradação instrumental por ação prolongada da poluição atmosférica, aliada à dificuldade de manutenção continuada das lunetas. Acresce ainda o fato de que os programas de sobreposição de tecnologias — meridianas/pêndulas e meridianas/quartzos — já haviam sido encerrados na maioria dos países, desestimulando assim os observadores.

O advento dos padrões atômicos. Tempo metrológico

As tentativas de definição de um tempo que se aproximasse do tempo uniforme da mecânica newtoniana, após detectadas as irregularidades de rotação da Terra, passaram pelo tempo das efemérides — baseado inicialmente na translação da Terra e implementado na prática por observações lunares — durante aproximadamente uma dezena de anos (1956-1967), até o advento prático dos relógios atômicos — baseados na frequência de radiações preferenciais de átomos de Césio 133. Passava-se a uma nova definição do segundo no Sistema Internacional de Unidades (SI), que independia (em princípio) da rotação da Terra, e entrava-se no âmbito do Tempo Atômico Internacional (TAI), metrológico, porém sem abandonar-se para alguns fins o tempo dependente da

rotação da Terra — TU2, TU1 na prática — sobre o qual se sobreponham conveniente e ciclicamente segmentos do TAI, gerando o UTC (DSHO, 1998b).

Na era metrológica as duas escalas de tempo acima definidas: TAI e UTC diferem apenas pelo acréscimo dos denominados segundos intercalados (*leap seconds*) ao TAI, produzindo assim o UTC (Figura 10). Pode-se dizer que o TAI é o tempo-máquina e que o UTC é uma grandeza que representa o tempo natural. Convém alertar, no entanto, para o fato de que a diminuição de velocidade de rotação da Terra, representada no gráfico, dependerá da definição do segundo usado como referência (Jones, 2000: 112), visto que o TAI é admitido como “o tempo uniforme”.

A DSHO colocou em operação seu primeiro relógio atômico comercial de césio (1970), HP mod. 5061 A, dando início a uma nova e complexa fase de atividades, aplicações e desdobramentos, que se estenderia aos dias atuais. O HP 5061 A, substituído por relógios mais avançados, inclusive em vista de seu natural envelhecimento (*aging*), encontra-se hoje em exposição no saguão da DSHO.

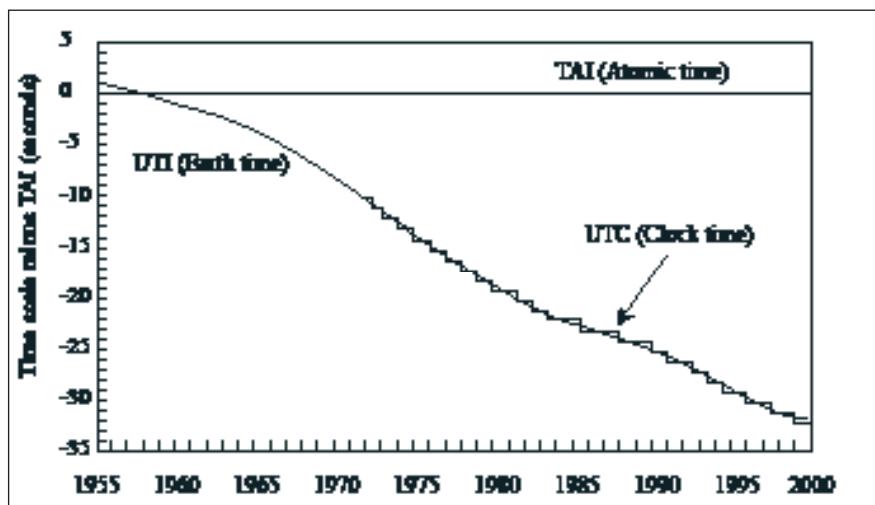


Figura 10. Segundos intercalados aplicados ao TAI gerando o UTC.
(apud Jones, 2000, reprodução autorizada)

Duas etapas de divulgação das atividades da DSHO dessa fase predominantemente metrológica merecem destaque: a de divulgação impressa, mais na forma de fascículos, até meados da década de 1990, e a essencialmente eletrônica, via *internet*, a partir daí. Na divulgação impressa, o destaque fica por conta dos serviços que vem prestando a DSHO ao conjunto de instituições e empresas brasileiras, relativamente à calibração de padrões de tempo

e frequência, rastreados à referência nacional mantida pelo ON. Por sua vez os padrões do ON são rastreados ao *Bureau International des Poids et Mesures* (BIPM), completando a cadeia metrológica (Silva, 1995: 36). O BIPM passou a ter existência formal a partir de 1987, em vista da dissolução do BIH, a qual foi complementada pelo então recém-criado *International Earth Rotation and Reference Systems Service* (IERS). Este serviço avalia as irregularidades na rotação da Terra determinando a necessidade ou não da introdução de um segundo intercalado no cálculo do UTC.

A parte mais recente relativa à divulgação das atividades da DSHO, veiculada via *internet*, descreve seus trabalhos dos últimos anos, inclusive investimentos na área instrumental de metrologia em tempo e frequência (DSHO, 1998c).

Coordenação da hora e disseminação do tempo e frequência

Nessa nova configuração tecnológica da DSHO, a função primordial de coordenar a escala de tempo UTC(ONRJ) dos relógios do SH do ON (8 padrões de célio e 2 padrões maser de hidrogênio, situação em 2012), capazes de responder combinadamente pela hora legal brasileira, exige em princípio um elaborado controle de comportamento dos relógios como um todo.

A participação de outros órgãos governamentais ou não num esquema local amplo seria certamente avanço no estabelecimento de uma hora de alta confiabilidade (Silva, 1995: 14), como ocorre em diversos países. Embora uma combinação remota de relógios ainda não exista, por iniciativa do Inmetro em setembro de 2012, o país passou a contar com mais outra referência de tempo, denominada UTC(INXE), gerada e mantida por aquele instituto (BIPM, 2012). No entanto, permanece com a DSHO a responsabilidade pela correta disseminação da hora legal, através da Lei 2.784 de 18 de junho de 1913 (DSHO, 1998a).

Como registro histórico cabe mencionar que, ainda no período do Império, teria havido tentativa de se criar um serviço da hora, que não o imperial, em outro observatório (Morize, 1987: 80). Em 1972 o Brasil possuiu realmente duas horas legais (Observatório do Valongo, 2008: 72), em rigor, por curto período de tempo.

A disseminação da hora falada por sistema automático, através do equipamento Assmann (a partir de 1975), caracterizou um avanço em relação ao importante serviço prestado de longa data ao público em geral, inicialmente por telefone e mais tarde por diversas emissoras de rádio associadas, especialmente

a ZYJ 465 — a Rádio Relógio Federal. Mais recentemente (2007) o sistema de hora falada foi totalmente digitalizado substituindo o equipamento Assmann.

Desde sua instalação no início dos anos 70 o sinal oriundo do célio alimentava sincronicamente os diversos transmissores da DSHO em suas várias faixas de frequências, inclusive o da estação PPE, responsável pelo envio dos sinais da hora científica. Nessa época o transporte físico de padrões atômicos levados a outros órgãos e laboratórios (operação feita inicialmente com os quartzos) foi realizado pela DSHO com vistas ao rastreamento dos padrões nacionais (Silva, 1995: 13 a 16). Um dos recursos alternativos utilizados para a comparação do **estado** de nossos relógios, inclusive calibrações, foi operar com segmento “emprestado” da Linha 10 do sincronismo horizontal das TVs comerciais⁷, expediente já usado com sucesso em outros observatórios no mundo (Howe, 1972). Desde 1984, a DSHO é designada pelo Inmetro, criado no fim da década de 1970, como Laboratório Primário de Tempo e Frequência (LPTF), sendo então reconhecida por este Instituto como referência nacional dessas grandezas em apoio à missão do Inmetro (Observatório Nacional, 2012).

Em Silva (1995) mostra-se como evoluiu àquela altura o complexo sistema de geração, conservação e disseminação da hora, envolvendo necessariamente o parâmetro frequência. Na DSHO os diversos tipos de serviços colocados à disposição da sociedade, surpreendentes pela quantidade e diversificação, têm mantido os níveis de precisão exigidos em suas aplicações. É enfatizada a importância das calibrações e a rastreabilidade de padrões a fim de se conhecer a margem de confiabilidade deles. Entre as frequências padrão programadas para serem disponibilizadas pela DSHO ao público encontra-se a famosa frequência de 440 Hz, o lá fundamental, que consta dos diapasões clássicos dos músicos.

Presente e futuro

As linhas dominantes da atuação mais recente da DSHO se prendem à geração e disseminação do tempo e de frequências a ele associadas; à calibração dos relógios, internamente, tendo entre suas atribuições realizar a calibração de padrões atômicos e de instrumentos menores, tais como **cronômetros** e tacômetros, e externamente em relação ao BIPM; ao desenvolvimento de projetos e experimentos em termos de engenharia eletrônica em geral (*hardware e software*), investindo também em pesquisas compartilhadas

⁷ Linha 10 é a linha da varredura horizontal das TVs que foi usada (décadas de 1960 e 1970) para servir de “portadora” do sinal proveniente dos padrões de quartzo do SH do ON.

com outros órgãos (Fittipaldi, 2009). As maiores aplicações dos sinais produzidos pela DSHO estão relacionadas com a disseminação da hora: através de linhas telefônicas e *internet*, não apenas para residências, como também para emissoras de rádio e TV; no sincronismo de painéis públicos; no sincronismo de tempo certificado de computadores de grandes empresas e no sincronismo certificado do carimbo do tempo em operações específicas na área documental (DSHO, 1998d), todas decorrentes naturalmente do estabelecimento das condições físicas que permitem o funcionamento correto de seus próprios padrões.

Quando se fala atualmente de novas tecnologias de transferência de tempo e rastreabilidade, estamos nos referindo ao uso de constelações de posicionamento por satélites, tipo GPS, em relação aos padrões em geral baseados em terra — comparações quase-contínuas e de elevada precisão entre relógios atômicos localizados em diferentes pontos do globo. Outros procedimentos, como o uso de comparações que exijam o transporte físico de padrões ao laboratório de referência, são pouco práticos e de risco, e o uso de técnicas do tipo Loran⁸ ou Linha 10, menos precisas. Tais técnicas caíram em desuso, apesar da reativação/modernização de alguns aspectos positivos do sistema na forma eLoran (*enhanced Loran*), ou Loran mais avançado (Jewel, 2009).

O avanço altamente acelerado das hipertecnologias metrológicas atuais como osciladores tipo chafariz, iônicos e sintetizadores de frequências ópticas (à precisão de femtosegundo, 10^{-15} s), desenvolvidas pelos países mais adiantados nessa área, leva a uma permanente corrida em busca de maior estabilidade e melhor precisão dos padrões de tempo e frequência.

Certamente, ao tentar contar a longa e complexa história do órgão responsável pelo fornecimento de informação tão necessária — a hora — e muitas vezes vital, foram deixados de lado eventualmente detalhes relevantes, porém subtraídos de conteúdo que se mostrou denso e do qual se preferiu extrair as linhas e aspectos mais destacados.

⁸ Loran é a sigla de *LONG RAnge Navigation*, um sistema criado durante a II Guerra Mundial, em 1942, utilizado por diversos países e que operava em baixa radiofrequência, destinado à transmissão/recepção de sinais horários e determinações de posição. Foi utilizado pelo SH do ON nas décadas de 1960 e 1970.

Agradecimentos

A Oscar Matsuura pela lembrança de nossos nomes para a elaboração deste Capítulo e pelo enriquecimento trazido em contatos sugeridos (especialmente a Steve Hutcheon), a Moema Vergara pela revisão crítica e ao pessoal de apoio da CDA e da Coordenação de Museologia do MAST, do FHLB e da Biblioteca do ON. A Rory McEvoi e Roger Kinns pela ajuda documental sobre o “balão” do Castelo.

Referências

- Andrei, A. H.; d'Ávila, V. A.; Penna, J. L. and Queiroz, M. (1982), Astrolabe observations at Rio de Janeiro: time and latitude, *AASS*, 48, 491-501.
- Audoin, A. and Guinot, B. (2001), *The Measurements of Time*, Cambridge University Press.
- Barroso Jr., J. (1961), “Instalação, retificação e determinação de constantes da luneta Askania Ap 70 do Observatório Nacional”, *Publ. Serv. Astron. do Observatório Nacional*, nº 15.
- BIPM (2012), FTP Server/Publications/Circular T 297, <ftp://ftp2.bipm.org/pub/tai/publication/cirt.297>, acesso em 20/3/13.
- Bosschieter, J. E. (2000), *A history of the evolution of electric clocks*, www.electric-clocks.nl/clocks/en/index.htm, acesso em 14/11/12.
- Britten, J. F. (1922), *Old Clocks and Watches and Their Makers*, E.& F. N. Spon Limited, <http://library.brown.edu/cds/clocks/renderclock.php?xmlfile=riefler.xml>, aceso em 1/12/12.
- Castro, P. J. de, Coord. (2003), “Missão Cruls. Uma trajetória para o futuro”, Faculdade de Engenharia, Departamento de Engenharia Cartográfica, UERJ, www.missaoocruls.uerj.br, acesso em 14/10/12.
- Domingues, C. M. (2010), “A Comissão de Linhas Telegráficas do Mato Grosso ao Amazonas”, *XIV Encontro Regional da ANPUH*, Rio de Janeiro, http://www.encontro2010.rj.anpuh.org/resources/anais/8/1273879829_ARQUIVO_RondonANPUHCesarMachado.pdf, acesso em 10/12/12.
- DSHO (1998a), *Legislação/Decretos, Portarias e Leis*, www.horalegalbrasil.mct.on.br, acesso em 24/11/12.
- DSHO (1998b), *Informações de TF/Segundo Intercalado*, www.horalegalbrasil.mct.on.br, acesso em 24/11/12.

DSHO (1998c), *Conheça a DSHO/Organograma*, www.horalegalbrasil.mct.on.br, acesso em 15/11/12.

DSHO (1998d), *Serviços/Rede de Carimbo de Tempo*, www.horalegalbrasil.mct.on.br, acesso em 22/3/13.

Fittipaldi, M. N. (2009), *Validação Metrológica da Rede de Carimbo de Tempo*, www.ceptra.br/pub/CEPTRO/menuCEPTROEventotutorialNTP/tutorial-ntp-1.pdf, acesso em 14/10/12.

Gama, L. I. (1951), “Correspondência original Lélio Gama/Nicolas Stoyko sobre a aquisição dos equipamentos para o SH do ON”, CDA/MAST, Arquivo LGD 12/147, documentos 621, 622 e 624.

Gama, L. I. (1953), “Normas para redução de observações meridianas”, publicação avulsa do Serviço da Hora do Observatório Nacional, CDA/MAST, Arquivo LGD 12/147, documento 737.

Garcia, G. e Junqueira, S. (2012), “A estação de referência de tempo e frequência do INMETRO”, *Proceedings Metrologia 2011*, Natal: Imeko-TC4/IX SEMETRO.

Guinot, B. (2000), History of the Bureau International de l’Heure, *Polar Motion: Historical and Scientific Problems*, S. Dick, D. Mc Carty and B. Luzum (Eds.), Conference Series 208, San Francisco: ASP.

Hanke, S. H. and Henry, R. C. (1997), Changing Times, *Vistas in Astronomy*, 41, 4, 463.

Howe, D. A. (1972), Nationwide Precise Time and Frequency Distribution Utilizing an Active Code within Network Television Broadcasts, *Instrum. and Measurements*, IEEE Trans., 21, 3, 263.

Jewel, D. (2009), *Loran: What the President Meant to Say Was...*, <http://www.gpsworld.com/defense/loran-what-president-meant-say-was-9127>, acesso em 14/10/12.

Jones, Tony (2000), *Splitting the second: the story of atomic time-keeping*, Bristol, UK and Philadelphia: Institute of Physics Publ.

Liais, E. (1867), *Traité d’Astronomie appliquée a la Géographie et a la Navegation suivi de la Géodesie pratique*, Garnier Frères Libraires-Editeur.

Liais, E. (1882), *Annales de l’Observatoire Impérial de Rio de Janeiro*: 0001 Emmanuel Liais (Ed.) e 0002 Luiz Cruls (Ed.) adsabs.harvard.edu/historical.html, acesso em 27/2/13.

Matsuura, O. T. (2011), *O Observatório no telhado*, Recife: Companhia Editora de Pernambuco.

Mattos, A. H. de (1929), “O problema moderno da hora”, *Tese de docência à cátedra de Astronomia e Geodésia*, Escola Politécnica do Rio de Janeiro, arquivada na CDA do MAST como AM I 0008.

Morize, H. C. (1987), *Observatório Astronômico. Um século de história (1827-1927)*, Coleção Documentos de História da Ciência do MAST I, Rio de Janeiro: MAST e Samamandra.

Nascimento, M. I. M. (2006), “O império e as primeiras tentativas de organização nacional”, HISTEDBR 1986-2006, *Navegando na História da Educação Brasileira*, Faculdade de Educação, Unicamp, http://www.histedbr.fae.unicamp.br/navegando/periodo_imperial_intro.html, acesso em 14/10/12.

Observatório do Valongo (2008), *Observatório do Valongo, 50 anos. Criação do Curso de Astronomia*, <http://www.ufrj.br/sgcoms/docs/Memorabilia-OBSERVATORIO-DO-VALONGO.pdf>, acesso em 21/3/13.

Observatório Nacional (2012), *Anuário do ON*, Seção H.

O'Donnell, J. (2012), *John Harrison and the longitude problem (H4 timekeeper)*, <http://www.rmg.co.uk/harrison>, acesso em 14/10/12.

Oliveira, F. C. de (2010), *O Brasil na Conferência de Washington e as questões do meridiano zero e dos fusos horários: I e II*, www.relogioserelogios.com.br/noticias_site.asp?idNoticia=1158, acesso em 14/10/12 e www.relogioserelogios.com.br/noticias_site.asp?idNoticia=1170, acesso em 14/10/12.

Silva, P. M. (1995), “A disseminação de tempo e frequência no Brasil”, *Publ. da DSHO/HLB*, I, 3, 155.

Smits, M. (2012), *Time beats*, Internet time beats articles, <http://www.marcelsmits.com/article/internet-time-beats>, acesso em 15/11/12.

Stoyko, A. (1956), Sur la rotation de la Terre, *L'Astronomie*, 70, 147.

Thurmond, R. (2003), *A history of star catalogues*, www.rickthurmond.com/HistoryOfStarCatalogs.pdf, acesso em 7/2/13.

Vergara, M. R. (2010), “Ciências, fronteiras e nação: comissões brasileiras na demarcação dos limites territoriais entre Brasil e Bolívia. 1895 – 1901”, *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Hum.*, Belém, 5, 2, 345-361.



Capítulo 10

PRIMEIRAS
PESQUISAS EM
ASTRONOMIA



Ascensão e ocaso das primeiras pesquisas em astrofísica no Observatório Nacional entre as décadas de 1870 e 1930

Antonio Augusto Passos Videira (UERJ)

Vania Patalano Henriques (SME/Rio de Janeiro)

O objetivo deste Capítulo é traçar um perfil das atividades científicas desenvolvidas pelo Observatório do Rio de Janeiro entre os anos de 1870 e 1930. Dirigido então por Emmanuel Liais (1870-1881), Luiz Cruls (1882-1908) e Henrique Morize (1908-1929), essa instituição conseguiu realizar pesquisas em astrofísica, comprovando que, na transição do século 19 para o século 20, o Observatório, a exemplo de outras instituições semelhantes espalhadas pelo mundo, atuou como centro gerador de pesquisas puras, criando, portanto, os alicerces para a consolidação do hoje denominado Observatório Nacional e da ciência astronômica em nosso país.

Introdução

Na história da astronomia brasileira, a atuação do Imperial Observatório do Rio de Janeiro (IORJ), atual Observatório Nacional (ON), foi fundamental para a institucionalização e consolidação dessa ciência em nossa sociedade. Embora tenha sido criado oficialmente no ano de 1827, o Observatório desenvolveu suas atividades de forma diversificada durante longo período, promovendo observações e exercendo, ao mesmo tempo, função educativa, ou seja, formando oficiais militares no aprendizado das técnicas astronômicas e geodésicas necessárias, por exemplo, às demarcações de fronteiras e à navegação.

Estas demandas de natureza utilitária se justificavam naquele momento histórico, em virtude das aceleradas transformações que a nossa sociedade vinha sofrendo nos campos econômico, político e cultural. A evolução do sistema capitalista no mundo ocidental, o desenvolvimento industrial, o surgimento de novas tecnologias e, principalmente, o progresso alcançado pelos países que haviam apoiado e investido em conhecimento científico, impeliam o Império brasileiro a se renovar e a mudar a imagem de um país escravocrata, agrário e tropical aos olhos do mundo, para uma nação preocupada com o fortalecimento econômico e científico e, portanto, moderna.

Neste Capítulo, o objetivo é tentar traçar um perfil das atividades científicas que foram desenvolvidas no IORJ a partir do ano de 1870, quando se pensou, de forma mais consistente, em transformar a instituição em estabelecimento gerador de pesquisas experimentais que não tivessem a obrigação de produzir resultados imediatistas e de curto prazo, ou seja, a intenção era fazer do Observatório um local de produção de conhecimento científico, a exemplo do que ocorria em outras nações que investiam em observatórios astronômicos cada vez mais sofisticados tecnologicamente e especializados, porém sem prejuízo das atividades tradicionais e inerentes a um observatório astronômico.

Um centro de pesquisa pura e formação de astrônomos

O imperador d. Pedro II, que era simpatizante da ciência astronômica, nomeou para diretor da instituição um astrônomo francês, Emmanuel Liais (1826-1900), que já havia realizado desde 1858, diversas pesquisas em nosso território e trabalhado antes no Observatório de Paris (Figura 1). Liais tentou organizar a instituição nos moldes do Observatório de Paris e, para isso, foi obrigado a adotar determinadas medidas que contrariaram os interesses

de alguns setores do Império — entre os quais o militar —, que defendiam o ideal utilitário do Observatório e não conseguiam aceitar uma instituição que não tivesse como principal função aplicar os conhecimentos científicos para sanar os problemas emergenciais e práticos atendendo às necessidades prementes do Estado. Assim que tomou posse, exigiu que o IORJ fosse desvinculado da Escola Central (ver o Capítulo “Ensino superior de astronomia” neste Volume). Tal medida era, na prática, uma maneira de enfraquecer a sua função educativa e formadora de oficiais, para tentar transformá-lo em instituição formadora de astrônomos.



Figura 1. Emmanuel Liais, diretor do IORJ entre 1870 e 1881

Do ponto de vista administrativo-operacional, Liais conseguiu a aprovação de verbas para comprar equipamentos mais modernos e potentes, reorganizou a alocação dos instrumentos para a obtenção de observações mais

precisas, criou um quadro funcional com as carreiras e tarefas definidas; ampliou o acervo bibliográfico comprando publicações mais atualizadas, inclusive livros de Física, organizou novo estatuto redefinindo as funções da instituição, além de dar início às publicações científicas (*Anais do Imperial Observatório*), destinadas a divulgar as pesquisas desenvolvidas na instituição (Videira, 2005). Enfim, Liais estruturou o Observatório para que houvesse condições de torná-lo conhecido na comunidade científica mundial como centro de pesquisas astronômicas atuante e concatenado com os temas desenvolvidos naquela época. Entretanto, mesmo com o apoio do imperador, sua atuação foi alvo de severas restrições por parte, principalmente, de membros do exército que, após dez anos de atuação (1871-1881), acabaram provocando a sua renúncia e o retorno à terra natal¹.

No entanto, ao se retirar da direção, Liais indicou o seu sucessor, Luiz Cruls (1848-1908), que era o primeiro-astrônomo da instituição (Figura 2). Cruls era ex-militar belga que havia chegado ao Brasil ainda jovem (26 anos) e que detinha alguns conhecimentos sobre astronomia, mas não era astrônomo por formação. De fato, Cruls tornou-se astrônomo desenvolvendo suas atividades no IORJ desde 1876, quando ingressou voluntariamente na instituição e, ao longo de sua gestão, adquiriu reconhecimento internacional, chegando a receber homenagens e prêmios por suas descobertas².

¹ O principal embate da gestão de Liais iniciou-se em 1878 e envolveu o primeiro-astrônomo, Manoel Pereira Reis. Este, que era aliado dos setores militares, indispôs-se com Liais quando contestou a metodologia utilizada pelo IORJ para definir as coordenadas da própria instituição, ou seja, a definição do meridiano absoluto e da latitude absoluta. A finalidade era desqualificar o trabalho dos astrônomos, insinuando que não tinham competência nem para definir a localização da instituição em que trabalhavam. Este embate, aparentemente de base científica, revelou-se algo muito maior, cujo objetivo primordial era provocar a queda de Liais e conseguir a vaga de diretor para Manoel Pereira Reis ou, quiçá, erradicar o próprio Observatório. As discussões tomaram grandes proporções, resultaram no pedido de demissão do astrônomo francês, mas nunca Pereira Reis conseguiu provar cientificamente que a metodologia de Liais era falha e nem produziu nenhum documento provando as razões de suas acusações. Em 1882, no auge da crise Cruls, que sucedeu Liais, redigiu uma *Refutação Crítica* admitindo algumas imprecisões, mas garantindo que não interferiam nos resultados dos cálculos. No documento sugeria também a organização de uma comissão científica para resolver de vez a questão. A sugestão não foi acatada pelos opositores. As investidas arrefeceram, mas ainda perduraram até 1908 na gestão de Morize, que sucedeu Cruls na direção do Observatório (Videira e Oliveira, 2003; Barboza, 1994).

² Em 1882 Cruls foi agraciado com o prêmio Valz, concedido pela Academia de Ciências de Paris em reconhecimento ao conjunto de suas pesquisas com cometos (Videira, 2004).



Figura 2. Luiz Cruls,
sucessor de Liais à
frente do
Observatório entre
1882 e 1908

Cruls deu continuidade aos propósitos de Liais, porém adotou estratégia de atuação diferenciada, isto é, procurou distanciar-se das questões políticas e dos temas polêmicos, priorizando os interesses internos da instituição. Esta postura foi, em parte, a responsável pela época mais produtiva do IORJ (Videira, 2007) e pela sua consolidação como instituição científica de fato. Tal qual Liais, Cruls também alterou regimentos e estatutos, redefiniu cargos e salários e, principalmente, reorganizou e regularizou as publicações oficiais do Observatório chegando, inclusive, a criar uma revista de divulgação científica (ver “A Astronomia e o público leigo” no Capítulo “Divulgação e ensino não formal de Astronomia” no Volume II), a *Revista do Observatório* (1886-1891), voltada para público mais amplo e leigo, porém interessado em astronomia (Henriques, 2010).

O intuito de Liais era colocar o IORJ no circuito científico internacional, levando-o a participar de observações em conjunto com outros países e instituições consagradas, divulgando o resultado das pesquisas nas publicações de maior prestígio, mas, de fato, foi Cruls quem conseguiu concretizar os planos

de Liais e projetar o IORJ, principalmente na Europa e, em especial, na França, país reconhecido como um dos mais fecundos no campo da ciência astronômica. Este astrônomo “brasileiro” empenhou esforços para incluir o IORJ no rol dos países que iriam atuar em conjunto no ambicioso projeto francês, *Carte du Ciel*³, e participou ativamente de congressos e projetos internacionais, como a expedição para a observação do Trânsito de Vênus de 1882 (Videira, 2000) e a Conferência Internacional de Washington em 1884 para a determinação do Meridiano Absoluto (ver o Capítulo “Difusão da Hora Legal” neste Volume).

Cruls mantinha-se atualizado com as pesquisas mais recentes que vinham transformando o modo de se observar o cosmos. Pretendia participar da *Carte du Ciel* não só para aprender a lidar com a técnica revolucionária da época (a **fotometria** fotográfica), que tanto o encantou, como também para abrir oportunidades de aperfeiçoamento para os astrônomos da instituição que detinham conhecimentos teóricos, mas precisavam ampliar seus contatos com a comunidade científica internacional na prática. Cruls detinha informações sobre os valores que eram investidos em equipamentos e na construção ou reformas de observatórios em todas as partes do globo. Tinha consciência, inclusive, da importância de se erigirem observatórios astronômicos em prédios planejados para fins específicos e, de preferência, afastados dos grandes centros. Por isso, durante toda a sua gestão, lutou pela transferência da sede do Observatório, fazendo deste tema a sua bandeira administrativa principal.

Instalado de maneira improvisada na edificação de igreja jesuítica do século 18, no alto do Morro do Castelo (provavelmente desde 1846), o IORJ desenvolveu ali suas pesquisas até 1921, quando realizou, em definitivo, a transferência para o Morro de São Januário. Entretanto, as péssimas condições prediais, a inadequação do solo que não dava a solidez necessária ao correto funcionamento e posicionamento dos instrumentos de grande porte, além das interferências causadas nos equipamentos de alta precisão, provenientes das habitações circunvizinhas, comprovavam que a mudança para uma construção planejada e mais afastada do centro e do porto do Rio era vital para que a instituição se transformasse em espaço destinado a pesquisas astronômicas de qualidade (ver o Capítulo “Difusão da hora legal” neste Volume).

A precariedade do edifício era de tal magnitude que Liais, em 1882, escolheu como tema do primeiro volume dos *Anais do Observatório* fazer descrição de seu ambiente de trabalho, esmiuçando as péssimas condições de trabalho que lhe foram disponibilizadas, quando indicado para administrar instituição de pesquisa que se pretendia tornar conhecida mun-

³ Ver a nota de rodapé 2 do Capítulo “Apresentação” neste Volume.

dialmente. Ao tomar essa decisão, Liais começava luta sistemática pela transferência e, indiretamente, denunciava a pouca importância dada ao desenvolvimento científico em nosso país. Expor essa situação nos *Anais* era uma forma de dar eco à sua voz, tendo em vista que essa publicação seria distribuída e lida por instituições nacionais e internacionais.

Cruls, por sua vez, intensificou a luta iniciada por Liais e tentou transferir o Observatório para uma área de 40 hectares cedida pelo imperador d. Pedro II, a Fazenda de Santa Cruz no bairro hoje de mesmo nome no Rio de Janeiro, alegando que a grande **equatorial** (Figura 3), que havia sido recomendada para ser utilizada no projeto *Carte du Ciel*, não tinha condições de ser instalada no Morro do Castelo. Mas seus esforços foram em vão. O Brasil não participou do projeto francês e a grande **equatorial** sequer foi montada. Somente nos anos finais da administração de Henrique Morize a luta terminou e a nova sede foi inaugurada.

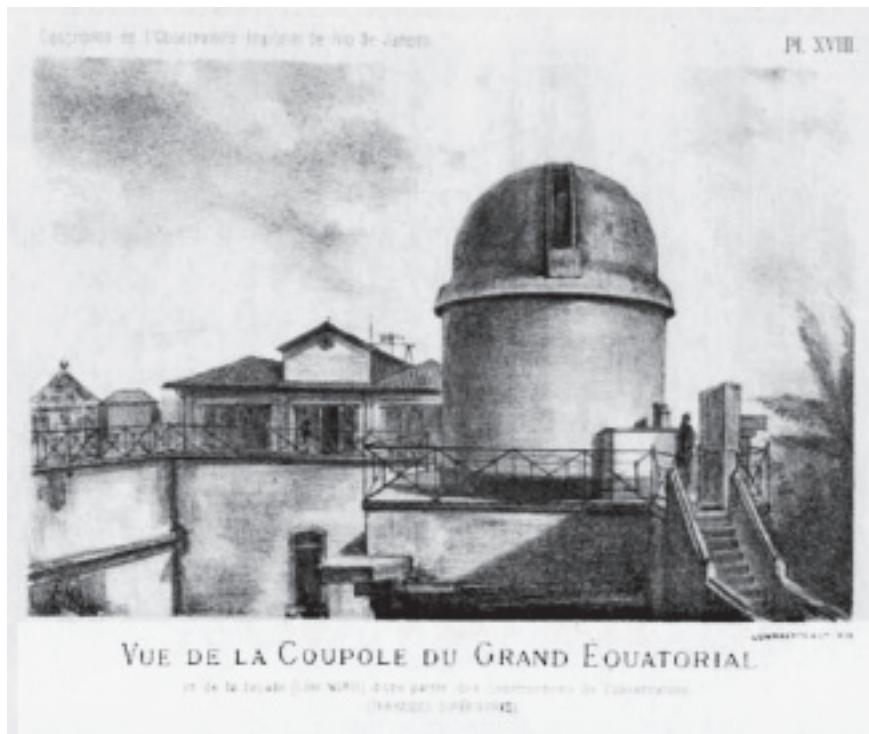


Figura 3. Cúpula da grande **equatorial**, o mais importante instrumento de observação na sede no Morro do Castelo

Após o falecimento de Cruls, Henrique Morize (1860-1930) o substituiu (Figura 4). Morize, que era francês de nascimento, veio ainda adolescente para o Brasil e se estabeleceu com a família na cidade de São Paulo. Tentou primeiramente a carreira de direito, mas desistiu e se mudou para o Rio de Janeiro para estudar engenharia industrial na Escola Politécnica (EP), onde atuaria anos mais tarde como professor de Física Experimental e Meteorologia. Tinha especial interesse pelas técnicas fotográficas e chegou a defender tese de concurso para o cargo de professor na EP no Rio de Janeiro com tema bastante inovador para a época: os raios X e os raios catódicos⁴. Ingressou no IORJ em 1885 e se tornou o substituto imediato de Cruls. Tal qual seu antecessor, tentou manter o objetivo maior da instituição: produzir conhecimento científico. Porém, o Brasil não era mais um império e os efeitos da proclamação da República foram sentidos no, agora, Observatório do Rio de Janeiro (ORJ).

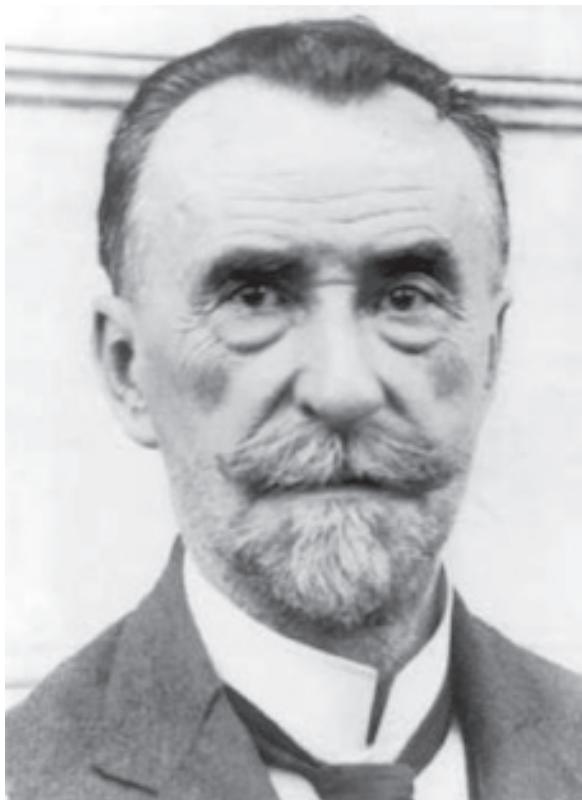


Figura 4. Henrique Morize
dirigiu o Observatório entre
1908 e 1929

⁴ Sua tese está reproduzida no livro Videira (2012: 98-197).

Morize administrou o Observatório de 1908 a 1929. Dos três diretores aqui estudados, foi o que mais dificuldades financeiras enfrentou para dar continuidade às pesquisas e conseguir nova sede. As estratégias adotadas por Cruls não mais surtiriam efeitos nesse novo contexto histórico-político. Voltar-se para a instituição não era mais o caminho. Os interesses dos novos governantes ressuscitaram aquela visão utilitária do Observatório, combatida por Liais e Cruls, e ameaçavam a gestão de Morize (ver o Capítulo “Positivismo e utilidade da astronomia” neste Volume). Uma evidência dessa ressuscitada concepção foi a ordem governamental dada a Morize em 1909, logo após a sua posse como diretor, para organizar o Serviço Meteorológico de todo o território nacional. Para fazer cumprir tal missão, Morize foi obrigado a mobilizar todos os recursos financeiros e humanos, prejudicando e comprometendo todas as demais áreas de pesquisa do Observatório.

Dante dessa realidade, a estratégia de administração adotada foi a de “erguer a voz” para a sociedade e para os meios científicos em defesa da ciência pura, esta sim, responsável pelo efetivo e progressivo desenvolvimento das nações. Era preciso convencer a elite pensante governamental e a classe política de que os investimentos em ciência também dariam lucro e riqueza ao país, mesmo que em longo prazo, pois, segundo suas próprias palavras, “a ciência abstrata, ou pura, cultivada simplesmente com o fim de adquirir um fragmento de verdade, é mãe intelectual da ciência aplicada e da indústria”⁵.

Valendo-se do seu prestígio como diretor do ORJ, professor catedrático da EP e do reconhecimento intelectual que detinha com os membros do Clube de Engenharia, Henrique Morize aproveitou todas as oportunidades para defender a instauração definitiva da ciência pura no país, organizar entidades representativas dos profissionais que produziam e executavam trabalhos científicos e criar ambientes onde a ciência e a troca de conhecimentos fossem constantes. De seus esforços profissionais e políticos pode-se afirmar que se originaram: a Academia Brasileira de Ciências, ABC (1916), o Instituto de Meteorologia (1909), a nova sede do Observatório (1921) no Morro de São Januário, no bairro de São Cristóvão onde funciona atualmente.

Este breve relato das características individuais e das formas de administração dos três sucessivos responsáveis pelo ON que, durante 60 anos conduziram a instituição e a consolidaram, nos levam às seguintes questões, para as quais buscaremos dar resposta no presente texto: O que estes administradores

⁵ Trecho do discurso proferido na Sessão Plena de 15 de junho de 1917 da Academia Brasileira de Ciências. Este discurso está reproduzido em Videira, 2012: 267-274.

tinham em comum? Que pesquisas foram selecionadas e desenvolvidas por eles? Como interpretavam as suas práticas? Como astrônomos e pesquisadores dos fenômenos da natureza, que perspectivas tinham sobre o desenvolvimento da astronomia naquela época? Eram eles, enquanto pesquisadores, refratários ou receptivos às novas descobertas? Estas e outras perguntas só poderão ser respondidas por meio da análise e interpretação dos registros escritos nos documentos oficiais.

Se considerarmos que as publicações do IORJ nem sempre foram de longa duração e nem mantinham periodicidade regular, procurou-se investigar os textos mais representativos de suas práticas científicas em astronomia, constantes principalmente nos seguintes documentos: *Bulletin Astronomique et Météorologique de l'Observatoire* (1881-1883), *Anais do Imperial Observatório do Rio de Janeiro* (1882-1889), *Revista do Observatório* (1886-1891) e *Boletim Mensal do Observatório do Rio de Janeiro* (1900-1909) (Figura 5).

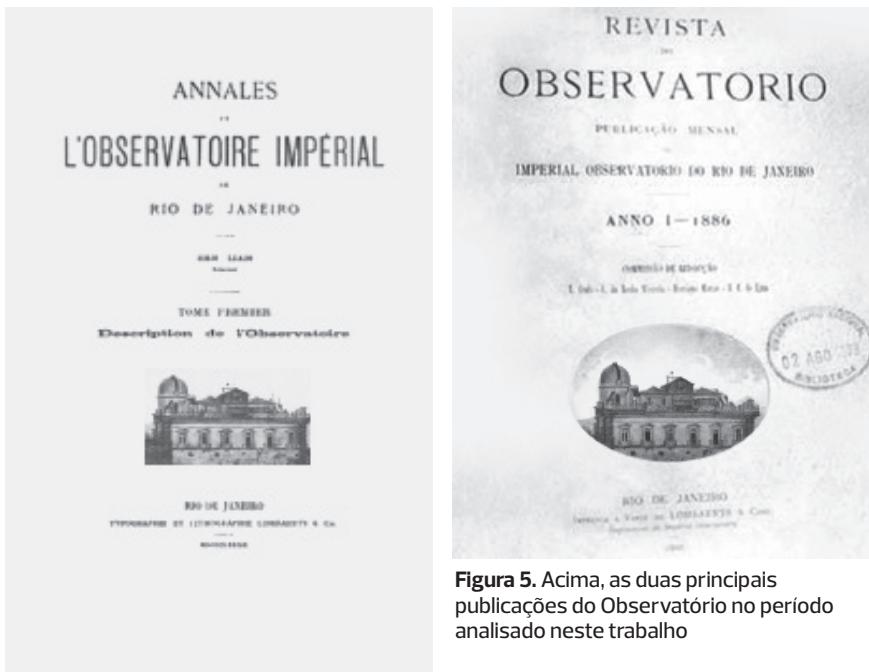


Figura 5. Acima, as duas principais publicações do Observatório no período analisado neste trabalho

Como dito anteriormente, quando Liais começou a reorganizar o IORJ, tinha como referência administrativa e científica o Observatório de Paris que, como a maioria dos demais observatórios instalados pelo mundo, desenvolvia a astronomia de posição, ou seja, uma prática científica de observação que se preocupava em descobrir astros, quantificá-los, classificá-los, traçar suas órbitas, calcular a trajetória, calcular a periodicidade de determinados fenômenos, enfim, uma ciência que se concentrava no mapeamento celeste para, inclusive, tentar explicar a relação desses astros com a própria Terra. Portanto, a descoberta de um planeta, o cálculo preciso da passagem de um cometa, a observação de uma **chuva de meteoros** ou a visualização de uma estrela nunca antes observada era motivo de atenção e mobilização dos astrônomos da época. Por conseguinte, pode-se compreender o enorme entusiasmo de Cruls ao conseguir ver uma estrela de 14^a grandeza quando visitou o Observatório parisiense para conhecer, *in loco*, a técnica de observação por meio da fotografia celeste, tendo em vista que no IORJ, a luneta por ele utilizada só possibilitava observar estrelas de até 13^a grandeza. Na sua perspectiva tal instrumento era revolucionário, pois permitiria ver além daquilo que já se conhecia. No seu retorno ao Brasil, a experiência vivida na capital francesa foi motivo de longo e exultante artigo na *Revista do Observatório* no qual ele se declarava “em admiração diante da grande perfeição dos resultados conseguidos, comparados com os que até então tinham sido alcançados” (Cruls, 1886a).

O ideal e o real

Até o momento pode-se depreender que os três diretores do Observatório tinham como pontos comuns a crença nos benefícios derivados da ciência, a distinção entre ciência teórica e aplicada e a importância e manutenção de instituições destinadas a produzir ciência pura. Além disso, também se pode perceber que o agir e pensar científicos não são ações dissociadas das circunstâncias e condições históricas das nações onde se processam. No caso do Brasil, a resistência à ciência pura era fruto de conjunto de fatores como a baixa escolaridade da população, a carência de rede de ensino ampla e uniforme, as deformações decorrentes de uma economia que durante 400 anos se beneficiou do trabalho escravo, a falta de decisões governamentais que tivessem como metas os investimentos em áreas vitais e de maneira permanente, entre outros. Consequentemente, em um primeiro momento, não era de se estranhar que o discurso em defesa da ciência pura soasse como algo utópico ou idealista para a maioria da sociedade, inclusive para as elites e os

políticos. Nesse sentido, a atuação desse seletº e restrito grupo de pesquisadores pode ser considerada pioneira, na medida em que eles tentaram colocar suas ideias e “ideais em movimento” (Lopes, 1997).

No campo de suas atividades intelectuais e cotidianas, a postura não foi diferente. Se muitos dos projetos idealizados ou planejados por eles não chegaram aos resultados esperados foi devido, basicamente, à falta de apoio político e financeiro por parte do Estado. Há que se considerar que o quadro completo de pessoal, entre pesquisadores e funcionários administrativos do Observatório, nunca ultrapassou o número de 14 e, embora houvesse divisão formal das competências e obrigações de cada um, eram comuns os deslocamentos para atender às demandas das missões delegadas, principalmente pelo governo à instituição.

Em meio a essa difícil realidade e com as devidas proporções, os cientistas da instituição conseguiram, no campo da astronomia, desenvolver pesquisas que, no fim do século 19, eram consideradas atuais, pois transcendiam o modo de pensar consagrado pela astronomia de posição e enveredavam pelo universo teórico daquela que seria a disciplina revolucionária nesse campo do conhecimento, isto é, a **astrofísica**.

A **astrofísica** não era, ainda, no fim do século 19, disciplina autônoma. Segundo um dos autores deste texto, nesta fase de seu desenvolvimento, ela era “reconhecidamente, uma ciência interdisciplinar” (Videira, 1995), apoiada na Astronomia e na Física, mas dependente de outros ramos científicos como a geologia, a química e a meteorologia. Entretanto, o modo de interpretar o universo proposto por essa jovem disciplina era revolucionário e provocaria mudanças radicais nas práticas astronômicas até então estabelecidas, que se apoiavam, fundamentalmente, na chamada **Mecânica Celeste** — ou **Astronomia Dinâmica**, como é mais usual nos dias que correm. Nesta prática astronômica tradicional, o objetivo principal era rastrear os céus para principalmente identificar as posições ocupadas pelos corpos celestes. Se, em algum momento, a relação entre causa e efeito se manifestasse, isto não era relevante, pois o primordial era identificar, quantificar, medir, localizar. Em outras palavras, o objetivo maior era uma descrição e não a explicação, ainda que a base da **Astronomia Dinâmica** fosse a mecânica newtoniana que também respeitava a causalidade. Por isso, as fórmulas matemáticas, cada vez mais precisas, eram fundamentais para os astrônomos que se preocupavam com os ângulos, os graus, as coordenadas, as frações e as distâncias para decifrar a movimentação e a relação que havia entre os corpos celestes.

As questões levantadas pela Astronomia Moderna⁶, ao apontarem para nova abordagem no processo de observação do cosmos, defendendo a ideia de que o importante era se fixar na origem e na composição dos astros e de todas as outras manifestações naturais que ocorriam no espaço, provocaram no campo da astronomia uma reviravolta e, consequentemente, mudança de paradigma.

Do ponto de vista científico-filosófico, o “pensamento astrofísico” aproximava-se da teoria evolutiva do universo, além de demonstrar que as leis newtonianas não eram suficientes para explicar as questões que envolviam a sua origem indiretamente, contestando as “leis” teológicas evocadas para explicar a origem e o funcionamento do cosmos. Pode-se, portanto, avaliar o impacto que essa nova forma de observar provocou nas mentes e nas práticas dos astrônomos nesse período de confrontos paradigmáticos (Meadows, 1905: 59-73).

Todo esse processo de consolidação da **astrofísica** demorou muitos anos. Em geral, os historiadores da ciência reconhecem o ano de 1859 como o marco inicial, em virtude das pesquisas desenvolvidas por Gustav Kirchhoff e Robert Bunsen, quando estes cientistas realizaram a análise espectral da composição da luz proveniente do Sol. O telescópio era muito útil para descobrir os objetos celestes e ajudar na descrição, formas e tamanhos dos astros. O **espectroscópio** tinha outros recursos que possibilitavam, inclusive, avançar na observação da dinâmica celeste, ou seja, o **espectroscópio** possibilitava ampliar as pesquisas referentes ao movimento dos corpos celestes. No fim do século 19 este tema era muito importante no meio científico da astronomia, conforme relata Henrique Morize em resenha sobre o livro de Agnes Clerk, *Problems in Astrophysics*:

O **espectroscópio** não é somente um instrumento de pesquisas químicas; ele é também um aparelho de medida, tanto mais precioso quanto nos oferece o único meio possível de determinar a velocidade dos corpos celestes, quando seu movimento é dirigido segundo o raio visual⁷, caso em que falham todos os processos geométricos (Morize, 1905).

⁶ Na época, a **astrofísica** recebia várias denominações. Alguns autores se referiam a ela como **espectroscopia** estelar, outros a designavam de astronomia espectroscópica. Luiz Cruls, por exemplo, referia-se a ela ora como astronomia moderna, ora **astronomia física**. Astrônomos mais conservadores e resistentes aos princípios astrofísicos utilizavam o termo astronomia materialista.

⁷ Movimento segundo o raio visual é o movimento **radial**.

Como o **espectroscópio** era um prisma com capacidade de receber a radiação previamente captada por telescópio, e separar a luz em várias cores diferentes, era possível, por exemplo, calcular a velocidade **radial**, a composição química e a temperatura dos astros luminosos, por meio da graduação das cores. No caso das estrelas, era possível classificá-las de acordo com a sua cor. Na verdade, o **espectro** das estrelas é determinado pelas suas temperaturas. Portanto, os estudos sobre as estrelas, o Sol, as caudas dos cometas, as nebulosas, as auroras boreais se intensificaram após o surgimento do **espectroscópio**. O próprio Cruls, que se dedicava ao estudo dos cometas, já havia realizado, em 1882, observações espectrais para tentar descobrir a composição química das caudas desses astros, pois, naquela época, ainda não se tinha certeza se a cauda luminosa do cometa era efeito da radiação ou da desintegração do próprio cometa. Este trabalho foi, inclusive, publicado nos *Comptes Rendus* da Academia de Ciências de Paris e motivo de elogio por parte de um de seus membros, o astrônomo Hervé Faye, no relatório que indicava Cruls para receber o Prêmio Valz:

Cruls mostrou, por meio de seus trabalhos, a utilidade de um estabelecimento astronômico de primeira ordem em regiões austrais. Suas recentes comunicações à Academia e o estudo, [realizado] através da hábil aplicação dos métodos de análise espectral, que fez da constituição física do brilhante cometa deste ano, foram acolhidos por vós com vivo interesse. O prêmio que vós lhe concedeis será considerado, ao mesmo tempo, como um encorajamento e como uma manifestação do alto conceito que vós fazeis dos serviços que deverão ser prestados à ciência pelo Observatório do Rio (trecho reproduzido em Videira, 2004).

No exemplar de 1887 da *Revista do Observatório*, Cruls comunicava a aquisição de novo equipamento, o “photoheliographo”, na grafia da época⁸, destinado a observar o Sol. Quando estivera no Congresso da *Carte du Ciel*, havia feito contato com os observatórios de Roma e Meudon para que, em conjunto, essas instituições realizassem fotografias do Sol para posterior análise. De acordo com Cruls, tal equipamento superava todos os outros que já haviam sido utilizados na observação do referido astro e somente este seria capaz de ajudar a desvendar “problemas ainda abertos no ramo da **astronomia física**” (Cruls, 1887).

⁸ Ver **Foto-heliógrafo**.

O objetivo da parceria científica era obter imagem fiel do aspecto físico do astro para poder entender as granulações⁹, as fáculas¹⁰ e as manchas solares¹¹ que tanto intrigavam os astrônomos do fim do século 19. Para o diretor do Observatório, a aquisição de equipamento tecnologicamente avançado e a possibilidade de desenvolver projeto de trabalho com dois importantes observatórios europeus era oportunidade única. Como não dispunha de verbas oficiais para realizar a compra, ficou acertado que o então primeiro -astrônomo do Observatório, Luiz da Rocha Miranda, arcaria com os custos, utilizando, portanto, suas reservas pessoais. Se o projeto com os dois observatórios estrangeiros triunfou, não foi possível apurar, mas as observações sistemáticas do Sol foram realizadas e passaram a integrar a rotina do Observatório.

Aos poucos, o presente relato das pesquisas contribui para a retificação de uma opinião que, durante muito tempo, foi considerada consensual pelos estudiosos da astronomia em nosso país, ou seja, a de que o IORJ não havia desenvolvido atividades científicas no ramo da **astrofísica** durante o período imperial e que este ramo da astronomia só teria se desenvolvido, de fato, em nosso país, a partir dos anos 30 do século 20. Porém os documentos ora estudados nos mostram que, de maneira discreta e irregular, o “pensamento astrofísico” já havia contaminado a mente dos pesquisadores do IORJ e que, mais ainda, já havia se concretizado na prática.

As atividades científicas também demonstram que esses cientistas exerciam suas práticas e escolhiam seus temas de pesquisa com autonomia intelectual, apesar de serem representantes de órgão governamental. Em que pese ao autodidatismo desses profissionais e ao conhecimento teórico principalmente adquirido em publicações especializadas, como era comum à época nos locais distantes dos centros científicos, o processo de profissionalização desses cientistas se sedimentava e apresentava resultados efetivos. No prefácio da segunda edição do livro *L'Espace Céleste*, de autoria de Emmanuel Liais, o processo de assimilação do conhecimento astrofísico é destacado pelo autor quando afirma que, nessa edição de 1881 (Liais, 1881: 4-5), ele completou determinadas teorias que estavam apenas “esboçadas” na primeira (1865) em virtude do contato

⁹ Quando uma imagem da superfície do Sol é obtida no espaço ou a grandes altitudes, ela se mostra cheia de granulações, assemelhando-se à superfície de um fluido em ebulição. Isso acontece porque a energia solar emerge na superfície pelo mecanismo da convecção.

¹⁰ Fáculas são pequenas estruturas mais brilhantes da superfície do Sol, mais abundantes nas proximidades das manchas solares e melhor visíveis perto dos bordos do disco solar.

¹¹ Manchas solares são regiões mais escuras da superfície do Sol, onde o campo magnético é mais intenso. São escuras porque a temperatura é inferior à das regiões adjacentes.

com a **astronomia física**, notadamente nas questões relativas à aplicação das análises espectrais desenvolvidas no IORJ, relacionadas à variabilidade das estrelas e das nebulosas e à origem do calor do Sol.

Outro exemplo de resultado efetivo da prática astrofísica foi o trabalho realizado por Henrique Morize, em parceria com os pesquisadores do Museu Imperial (atual Museu Nacional), para a análise da composição química do **meteorito** de Bendegó (ver “Breve histórico dos **meteoritos** brasileiros” no Capítulo “Meteorítica” neste Volume). O trabalho conjunto desenvolvido pelas duas instituições pode ser considerado exemplo da característica interdisciplinar da **astrofísica** no fim do século 19, isto é, a aplicação de metodologia que mesclava conhecimentos geológicos e astronômicos. O método do padrão de Widmanstätten, descoberto em 1804, era aplicado por todas as instituições científicas reconhecidas para definir a tipologia dos **meteoritos** ferrosos e considerada fundamental para confirmar se a origem desses astros era terrestre ou extraterrestre.

Para os cientistas do fim do século 19, a discussão sobre a origem extraterrestre ou não dos **meteoritos** ainda era questão em aberto (Zucolotto, 2010) e a descoberta do ferro em suas composições poderia ajudar a entender a origem e evolução não somente dos corpos celestes, como também de nosso próprio Planeta. Para os astrônomos desse período, havia conexão entre os cometas, os **planetoides**, as estrelas cadentes (**meteoro**s), a poeira cósmica e os **meteoritos**, pois se acreditava que todas essas manifestações da natureza tinham origem comum. Para os cientistas do IORJ, entre todas as teorias que tentavam explicar a origem dos **meteoritos**, a que mais tinha “caráter de certeza” (Cruls, 1889) era a teoria de Olbers¹² e a aplicação da metodologia do padrão de Widmanstätten, uma forma de poder confirmá-la (Henriques, 2010).

Na análise do **meteorito** de Bendegó, Morize não só colaborou na execução da técnica, que consistia em polir determinado pedaço do **meteorito** para, em seguida, aplicar ácido nítrico e observar a reação química que se processava na superfície da amostra, como ainda realizou fotos ampliadas das imagens que confirmaram a presença de uma estrutura octaedrítica interligando placas de duas substâncias químicas comprovando, portanto, que Bendegó era um **meteorito** ferroso, de origem extraterrestre e que se enquadrava na classificação dos octaedritos, ou seja, **meteoritos** raros e de grande valor científico e

¹² A teoria de Olbers, hoje abandonada, defendia a tese de que os **meteoritos**, os cometas, a poeira cósmica, as estrelas cadentes e os **planetoides** eram fragmentos provenientes da ruptura ou explosão de um planeta primitivo do nosso sistema solar, que teria existido entre Marte e Júpiter.

que haviam caído na Terra há milhares de anos (Morize, 1889a). Em virtude dos resultados obtidos, o **meteorito** de Bendegó foi incluído na lista dos cinco maiores **meteoritos** até então encontrados na face da Terra, ocupando a quarta colocação.

A questão da interdisciplinaridade no campo da **astrofísica** também pode ser destacada nas atividades de pesquisas meteorológicas desenvolvidas por Morize. De fato, o primeiro “Esboço da Climatologia do Brasil” foi elaborado por este pesquisador e publicado pela primeira vez na *Revista do Observatório* (Morize, 1889b). Nesse trabalho Morize construía o mapa climatológico do Brasil, classificando as zonas climáticas, determinando a localização dos fenômenos derivados dos tipos de clima nas diversas partes do país, bem como assinalava os índices pluviométricos e as variações de temperatura em todas as zonas climáticas por ele definidas. Entretanto, esse pesquisador já vinha lendo trabalhos científicos que apontavam para um ramo novo da astronomia, a astronomia sinótica que, ao contrário da climatologia, preocupava-se em observar a dinâmica dos fenômenos climáticos em áreas de maior extensão para tentar identificar as leis que os regiam e poder prevê-los, pois, nessa época, a previsão do tempo ainda não era prática segura. Por isso, empunhava-se na observação espectroscópica (ver **espectroscopia**) do Sol, pois, nessa fase de desenvolvimento da ciência meteorológica, acreditava-se que o comportamento desse astro influenciava diretamente o regime dos ventos, a formação das tempestades, dos ciclones, dos tornados, dos raios entre outras manifestações da natureza. Assim se expressava Morize sobre a importância da observação da superfície solar:

É atualmente objeto de observação diária, nos observatórios sofivelmente providos de instrumental adequado, o estudo das **protuberâncias** solares, cujo número e grandeza assim como a frequência e intensidade das manchas, estão em íntima e inexplicável relação com a produção de importantes fenômenos terrestres, como sejam as tempestades magnéticas, as auroras polares e as correntes telúricas (Morize, 1905: 3).

Sem se preocuparem excessivamente ou se envolverem em discussões filosóficas sobre as mudanças de paradigmas que ocorriam nas ciências da natureza no fim do século 19, os cientistas do IORJ buscavam meios teóricos e práticos para avançar em suas pesquisas. Assim, gradativamente, vivenciavam um momento de transição que se manifestava também em suas mentes quando observavam o Sol, fotografavam raios (relâmpagos) a fim de classificá-los, identificavam as composições químicas dos **meteoritos**, faziam adaptações nas

lentes do **espectroscópio** para melhorar a qualidade e a consistência das observações, distanciando-se, portanto, da antiga astronomia, e indo ao encontro da astronomia moderna. Na dinâmica diária desse processo de transformação, talvez não fosse óbvio para eles que a **astrofísica** já fazia parte do cotidiano de suas práticas e que este “novo e futuro ramo da astronomia” já era presente e não futuro como imaginava Morize:

Pela rápida resenha que acaba de passar diante dos olhos do leitor, certamente terá reconhecido que o novo e futuro ramo da astronomia ainda está longe de possuir o grau de rígida certeza da astronomia esférica ou de posição, e que requer muita circunspeção e grande tino experimental na dedução das conclusões a que conduz. Muitos dos resultados e teorias astrofísicas, conquanto brilhantes conquistas científicas, devem ser tidas como inferências muito prováveis mais do que como seguras verdades, pois dependem da suposição, aliás algumas vezes experimentalmente justificada, como já vimos de ser o conhecimento das propriedades da matéria, estudada nas limitadas condições do laboratório, aplicável, sem restrições, às condições largamente diversas do ambiente sideral (Morize, 1905: 5).

Não há como se falar em pesquisas astronômicas sem se falar das ferramentas utilizadas por esses disciplinados e incansáveis “desbravadores do universo”, os astrônomos (ver o Capítulo “Desenvolvimento de instrumentação” no Volume II). Por isso, é importante destacar a importância que esses pesquisadores davam ao surgimento de novos instrumentos, fossem eles de pequeno ou grande porte. Em todas as publicações do ON sempre foi possível detectar a divulgação de um novo e mais preciso equipamento que precisava ser compreendido e dominado para que as observações atingissem resultados cada vez mais efetivos, principalmente os que, segundo Cruls, eram criados para atender às exigências da astronomia moderna:

A tendência da Astronomia moderna para os estudos físicos levou os construtores a imaginarem novas e mais perfeitas formas de **equatorial**, que é por excelência o instrumento das pesquisas de **astronomia física**. [...] há imensas variedades, e entre estas apresentamos a nossos leitores uma **equatorial** que, se por seu preço é de amador, pelo bem acabado e pela precisão de seu mecanismo, é um instrumento que em mãos hábeis pode prestar relevantes serviços à ciência. [...] Provido de um micrômetro de posição, presta-se magnificamente este instrumento ao estudo das estrelas duplas que tantos atrativos possuem. Se adiciona-se um **espectroscópio**, o **equatorial** torna-se então completamente perfeito e realmente próprio para fazer valiosas descobertas. (Cruls, 1886b: 71)

Era comum nas publicações destinadas à divulgação dos resultados científicos iniciarem o artigo com descrição física detalhada do equipamento utilizado na observação e uma descrição também minuciosa de como ele foi adaptado ou manipulado para atender aos objetivos da pesquisa. Em texto publicado por Cruls nos *Comptes Rendus*, e reproduzido nos *Anais do Observatório* sobre **astronomia física**, este pesquisador relata como se viu obrigado a fazer adaptações no **espectroscópio** para observar estrelas de brilhos menos intensos, adicionando uma lente birrefringente ao **espectroscópio** para que os raios luminosos do astro ficassem mais fáceis de serem observados (Cruls, 1883).

Assim, por meio de leituras teóricas e exercícios práticos, os diretores do IORJ e ON se profissionalizavam, realizavam pesquisas experimentais, desenvolvendo novo modo de observar o espaço celeste e aprendendo a interpretá-lo sob novo ângulo, sob a ótica da **astrofísica**.

Considerações finais

Todo exercício intelectual de fundamentação histórica é, em última instância, um ato de interpretação. No caso deste Capítulo, que tinha como principal objetivo descrever e discutir a prática em astronomia e **astrofísica** entre 1870 e 1930 no IORJ e ON, a documentação aqui referida nos mostra uma instituição comprometida com os objetivos e métodos científicos existentes e consolidados em diferentes partes do globo. Orientando-se, ainda que de maneira pouco explícita, pelo ideal de civilização, os astrônomos do IORJ defenderam a necessidade de constante aperfeiçoamento teórico e instrumental. O exemplo da **astrofísica** com os diferentes projetos tentados no velho prédio do Morro do Castelo confirmam a vontade de se integrarem ao círculo da astronomia profissional.

Entretanto, esta constatação seria suficiente para se afirmar que a astronomia brasileira do fim do século 19 e início do século 20 já desenvolvia pesquisas solidamente institucionalizadas no campo da **astronomia física**? Julgamos que não (ver “O desenvolvimento da astrofísica no Brasil” no Capítulo “Astrofísica” neste Volume e o Capítulo “O observatório de montanha” no Volume II). Além disso, o que os estudos também revelaram é que, no período em questão, os astrônomos do IORJ agiam como os demais cientistas que atuavam em nações que investiam pouco, ou de forma irregular, em desenvolvimento científico.

Atrelados às necessidades intrínsecas ao funcionamento do Estado, dependentes de orçamentos minguados e sem consciência social sedimentada entre as chamadas elites, sobre a importância da ciência para o desenvolvimento do

país e da melhoria das condições de vida derivada do fazer científico que a eles se aliassem, os diretores do IORJ encontraram em seus valores epistêmicos e crenças individuais a principal motivação para exercerem aquilo que lhes cabia como missão, isto é, produzir uma ciência descompromissada com resultados de aplicação imediata. De certa forma, atuaram de forma inovadora, apesar de serem funcionários e representantes de instituição governamental. Ao assim procederem, agiam de forma coerente com a ideologia liberal-modernizante, reinante no meio intelectual brasileiro do fim do século 19 e que, no campo das ciências da natureza, apregoava a autonomia das pesquisas e das instituições científicas, a divulgação sistemática das descobertas; a profissionalização e a especialização dos diferentes domínios científicos, além de reivindicar o direito de se expressar livremente, trocar informações com seus pares e se organizar em associações e academias.

Para esses pesquisadores a ciência era a chave para o aperfeiçoamento das nações, bem como da humanidade. Sentiam-se no dever de produzir e divulgar as descobertas científicas de maneira clara e com exatidão, exercendo, nesses momentos, seus papéis de missionários da disseminação do saber científico, conforme se pode depreender das palavras de Cruls:

Se há alguma ciéncia que tem progredido, a passos rápidos, sobretudo nestes últimos 30 anos, é incontestavelmente a astronomia, tanto no que diz respeito à parte puramente matemática, quanto à observação, como na **astrofísica** e como na astronomia de precisão. Em geral, a maioria do público sabe somente do progresso da astronomia pelas descobertas ruidosas, anunciadas pelos jornais diários, descobertas, não raras vezes fantásticas e duvidosas, ou prenúncios do fim do mundo, nascidas em cérebros mal equilibrados. Todos estes fatos fazem com que os verdadeiros progressos da astronomia, que consistem em sua maior parte, na determinação rigorosa da posição que ocupam no céu inúmeras estrelas até as de menor grandeza, a determinação das posições aparentes dos planetas, Sol e Lua, **planetoides**, cometas; o estudo das estrelas variáveis, muito mais numerosas do que se supõe, os movimentos orbitais das estrelas duplas, os movimentos próprios das estrelas, por meio do **espectroscópio**, a distância das estrelas mais próximas do nosso sistema solar etc..., etc..., são quase que ignoradas pelo público. (Cruls *apud* Vergara, 2003: 89)

Como cientistas e cidadãos esclarecidos, tinham a convicção de que, à medida que o desenvolvimento científico avançasse e a sua aplicação sistemática se confirmasse, as mazelas e contradições sociais arrefeceriam; as crenças e superstições, frutos da ignorância científica, seriam combatidas, tornando o mundo melhor.

Agradecimentos

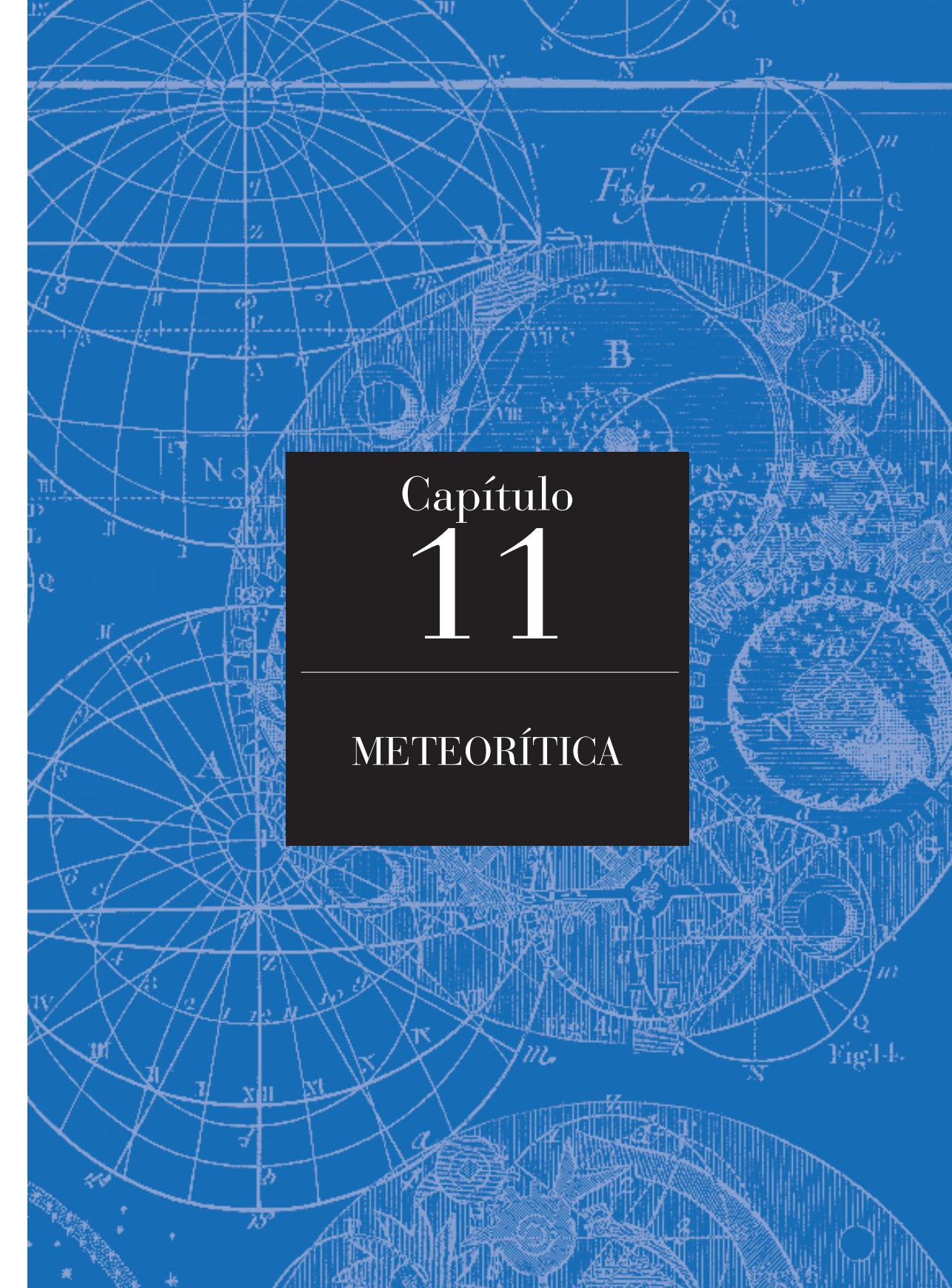
Os autores agradecem o apoio dado pela biblioteca do ON.

Referências

- Barboza, C. H. da M. (1994), “O encontro do rei com Vênus: a trajetória do observatório do Castelo no ocaso do Império”, *Dissertação de Mestrado*, Departamento de História, UFF, Niterói, RJ.
- Cruls, L. (1883), Sur l'emploi d'un verre biréfringent dans certaines observations d'analyse spectrale, *Comptes Rendus*, 96, 1293-1294.
- _____ (1886a), “A photographia astronomica”, *Revista do Observatório*, 1, 4, 49-54.
- _____ (1886b), “Pequena Equatorial Aperfeiçoada”, *Revista do Observatório*, 1, 71.
- _____ (1887), “Photoheliographo”, *Revista do Observatório*, 2, 11, 173-175.
- _____ (1889), “Origem dos meteoritos”, *Revista do Observatório*, 4, 1, 1-5; 4, 2, 17-20; 4, 3, 37-39; 4, 4, 53-54.
- Henriques, V. P. (2010), “O gosto do estudo e da observação: a Revista do Observatório e a astronomia brasileira no final do século XIX”, *Tese de Doutorado*, HCTE/Instituto de Química/UFRJ, Rio de Janeiro.
- Liais, E. (1881), *L'Espace Céleste*, 2ème. Edition, Paris: Garnier Frères Libraires Éditeurs.
- Lopes, M. M. (1997), *O Brasil descobre a pesquisa científica: os museus e as ciências naturais no século XIX*, São Paulo: Editora Hucitec.
- Meadows, A. J. (1905), The new astronomy in O. Gingerich (Ed.), *Astrophysics and twentieth-century astronomy to 1950*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Morize, H. (1889a), Photographie des figures de Widmanstaetten, *Comptes Rendus*, 108, 1, 151-154.
- _____ (1889b), “Esboço da climatologia do Brasil”, *Revista do Observatório*, 4, 1, 5-8; 4, 3, 39-42; 4, 5, 69-71; 4, 6, 85-88 e 4, 7, 101-102.
- _____ (1905), “O estado da astro-physica no começo do sécuo XX”, *Os Annaes — Semanário de Litteratura, Arte, Sciencia e Industria*, 1, 5, Rio de Janeiro (cópia arquivada no MAST).
- Vergara, M. de R. (2003) “A Revista Brasileira: a vulgarização científica e construção da identidade nacional na passagem da Monarquia para a República”, *Tese de Doutorado*, PUC/Departamento de História, Rio de Janeiro.

- Videira, A. A. P. (1995), “A criação da astrofísica na segunda metade do século XIX”, *Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira*, 14, 3, 54-69.
- _____ (2000), “O Imperial Observatório do Rio de Janeiro e o Trânsito de Vênus de seis de dezembro de 1882”, *Quipu*, 13, 3, 291-306.
- _____ (2004), “Luís Cruls e o Prêmio Valz de Astronomia”, *Cronos*, 7, 1, 85-104.
- _____ (2005), “Emmanuel Liais e o Imperial Observatório do Rio de Janeiro”, *Saber y Tiempo*, 5, 19, 13-27.
- _____ (2007), *História do Observatório Nacional: a persistente construção de uma identidade científica*, Rio de Janeiro: Observatório Nacional.
- _____, Org. (2012), *Henrique Morize*, Rio de Janeiro: Fundação Miguel de Cervantes.
- _____ e Oliveira, Januária T. (2003), “As polêmicas entre Manoel Pereira Reis, Emmanuel Liais e Luiz Cruls na passagem do século XIX”, *Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência*, 1, 1, 42-52.
- Zucolloto, Maria Elizabeth (2010), *Brasil desconhece seus meteoritos*, disponível em <http://www.meteoritos>, acesso em 17/5/10.





Capítulo 11

METEORÍTICA

Parte 1

Breve histórico dos meteoritos brasileiros

Maria Elizabeth Zucolotto (MN/UFRJ)

Os meteoritos se prestam ao estudo das condições e processos físicos da formação do sistema solar. São fragmentos de corpos em diversos estágios de diferenciação planetária, sendo encontrados desde meteoritos primitivos, de composição solar, até representantes da crosta, manto e núcleo de corpos planetários diferenciados. A história dos meteoritos brasileiros está diretamente ligada à história da meteorítica, pois o Bendegó foi descoberto em 1784 quando ainda se desconhecia a natureza extraterrestre dos meteoritos. O Bendegó foi durante muitos anos o maior meteorito em exposição em um museu. O Brasil possui hoje apenas 62 meteoritos certificados, alguns muito importantes como o Angra dos Reis, que deu origem a uma classe de meteoritos, os “angritos”.

Pedras sagradas

Embora os **meteoritos** só tenham sido aceitos pela ciência como objetos de origem extraterrestre no início do século 19, o fenômeno de queda de rochas e ferro sobre a Terra (**meteoros** e **bólidos**) era conhecido desde a antiguidade. Papiros egípcios, de 4 mil anos, registram objetos luminosos riscando os céus numa representação típica de queda de **meteoritos**, isto é, queda de objetos sólidos no chão. Escritos gregos, de 3,5 mil e 2,5 mil anos, mencionam a queda de pedras e ferro do céu.

Provavelmente pela natureza extraterrestre e supostos poderes mágicos, alguns **meteoritos** foram objetos de veneração em várias civilizações, dos quais só restaram algumas descrições históricas. A mais interessante é a de Tito Lívio relatando que, em 204 AEC, a pedra negra que simbolizava a *Magna Mater* (Grande Mãe, também chamada Cibele), foi levada para Roma em situação interessante: os exércitos de Aníbal tinham penetrado nos territórios romanos disseminando o pânico entre a população. Os sacerdotes consultaram o oráculo de Delfos onde uma profecia dizia que “quando o inimigo estrangeiro invadisse a Itália, ele só poderá ser vencido se a mãe do Monte Ida fosse transferida para a Itália” (McCall *et al.*, 2006). De início o monarca frígio recusou a solicitação de que a pedra negra, que simbolizava a presença da deusa, abandonasse seu reino. Mas um terremoto assolou a região e então ele entendeu que era o desejo da própria deusa ir para Roma. Um navio foi especialmente construído para o transporte da pedra e um templo edificado para o culto da Grande Mãe. Propriedades mágicas à parte, o fato é que a pedra parece ter devolvido aos romanos o entusiasmo e a autoconfiança: o cartaginês Aníbal e seus exércitos foram rechaçados.

Esse culto foi estendido ao mundo grego onde a Grande Mãe Cibele foi assimilada a Réia, e a outros povos. A Grande Mãe era venerada como a mãe de todos os deuses ou a deusa primordial. Sófocles a chamou “Mãe de Tudo”.

O foco principal da mitologia de Cibele era a morte e a ressurreição de seu filho amante Atis (Newton, 1887). Como não era permitido a nenhum romano ser sacerdote de Cibele, os *Galli*, sacerdotes eunucos da deusa, tinham que se emascularem em meio de um êxtase orgiástico no terceiro dia da festa, chamado *dies sanguinis*. O culto a Cibele tornou-se tão popular que o Senado romano, a despeito de sua política permanente de tolerância religiosa, viu-se obrigado, em defesa do próprio Estado, a dar fim à observância dos rituais da Grande Mãe.

Outra pedra negra adorada foi a associada ao deus sírio El Gabal, que foi transportada de Emesa (hoje Homs, na Síria) para Roma por ordem de Marco Aurélio Antonino (204-222), também chamado Elagabal, que foi imperador de Roma de 218 a 222. Elagabal transformou o templo de Júpiter no monte Palatino no *Elagabalium*, onde abrigou a pedra que passou a ser adorada como o deus *Sol Invictus*,

celebrado em 25 de dezembro. Algumas moedas da época relembram as procissões em que a pedra era carregada em carrogem, embora seja desconhecido o destino da pedra, que deve ter voltado para Emesa após o assassinato de Elagabal.

A mitologia alude a diversas pedras caídas do céu, como o paládio de Troia e o escudo dos sálios que desapareceram na história, mas parecem confirmar a adoração de **meteoritos** pelos antigos (McBeath and Gheorghe, 2004). A única remanescente é a Pedra Negra (*al-Hajar-el-Aswad* em árabe), uma pedra escura de cerca de 50 cm de diâmetro, sendo uma das relíquias mais sagradas do Islão. A Pedra Negra encontra-se dentro de construção chamada *Kaaba*, na mesquita sagrada de *Al Masjid Al-Haram*, em Meca, para onde se voltam os muçulmanos em suas preces diárias. A pedra teria caído do Paraíso para mostrar a Adão e Eva onde construir um altar e oferecer um sacrifício a Deus. Foi o anjo Gabriel que teria revelado a Abraão o local original do altar de Adão. Pelas origens e por ser negra suspeita-se tratar-se de um **meteorito** (Burke, 1986).

Recentemente foi encontrado um artefato mitológico de uma divindade. A estátua foi esculpida em um **meteorito** metálico, pesando mais de 10 kg e chamada “Homem de Ferro”. Pela suástica que apresenta, acredita-se que tenha cerca de 3 mil anos e ter vindo de regiões como a Mongólia e Sibéria, pois se assemelha ao deus da Fortuna (Figura 1) (Buchner *et al.*, 2012).



Figura 1. A escultura conhecida como “Homem de Ferro” Chinga mede 24x13x10 cm e é matéria de estudo ligando **meteoritos** à religião (Foto do Dr. Elmar Buchner)

Os **meteoritos** mais antigos preservados são o que caiu em 19 de maio de 861, mantido no templo de Nagata, Japão, e o **meteorito** de Ensisheim, Alsácia. Este último caiu em 7 de novembro de 1492. Maximiliano, rei dos romanos, passou na cidade alguns dias depois e soube do acontecido, acreditando que seria sinal divino de sua vitória sobre os franceses, o que posteriormente concretizou-se. Ao retornar à cidade, já como sacro imperador romano, Maximiliano I ordenou que a pedra fosse preservada dentro da igreja como evidência do milagre. Existem diversos registros escritos em pinturas e em entalhes em madeira que relatam essa queda. Atualmente a massa remanescente (56 kg) apresenta uma forma arredondada devida à retirada de material ao longo dos séculos e está exposta numa vitrine elegante no *hall* principal do palácio *Regence*. Anualmente é o centro de atenção da cidade quando ocorre o *show* de Ensisheim que é organizado pela *Confrérie des Gardiens de la Météorite d'Ensisheim* que entrega diplomas aos novos guardiões.

Utilização do ferro meteorítico

O ferro meteorítico tem sido usado pela humanidade desde os primeiros tempos e em praticamente todas as civilizações. Não é por acaso que a palavra grega *sider*, que significa estrela, também é aplicada ao ferro em palavras como siderúrgico, siderurgia etc. Outras línguas antigas também atribuem origem celeste como em *an bar*, de origem suméria, que designa respectivamente “céu e fogo”, como também na palavra egípcia *baanepe* para o ferro, que significa “metal do céu”. Entre os hititas o nome *ku-um* do ferro significa “fogo do céu”. A palavra hebraica para o ferro, *barzel*, e os equivalentes em assírio, *barZillu*, são derivados de *barZu-ili* que significa “deus metal” ou “metal do céu”, como no Egito (McBeath and Gheorghe, 2005).

O mineral de ferro puro nativo praticamente não existe na superfície da Terra. Antes do domínio do processo de transformação do minério de ferro (hematita) em ferro por volta de 1.200 AEC, os **meteoritos** foram utilizados como fonte de ferro, podendo ser reconhecidos nos artefatos抗igos por conter níquel. Assim, as armas de ferro que revolucionaram as guerras, e o ferro que implementou a agricultura, teriam sido obtidos em grande parte do ferro meteorítico.

O ferro meteorítico foi encontrado em numerosos sítios arqueológicos抗igos, desde a Suméria cujos artefatos com este metal datam mais de 4,5 mil anos. Inclusive na tumba de Tutankamon foi encontrada uma adaga de ferro meteorítico.

Mesmo após o advento da metalurgia do ferro, cujo produto ainda não era de boa qualidade, os **meteoritos** continuaram a ser utilizados em espadas e

amuletos para reis, conquistadores e sacerdotes. Isso se deu não apenas pelo fato da qualidade do aço ser superior e mais resistente aos metais forjados na época, mas sobretudo por ser proveniente de fenômeno considerado sagrado desde a mais remota antiguidade, sendo o ferro meteorítico considerado presente dos deuses aos homens, ou melhor, aos reis e sacerdotes.

Têm-se na história espadas lendárias, sendo Excalibur a mais famosa, a espada mágica do rei Artur que, segundo a lenda, fora retirada de uma pedra. Átila, o Huno ou Flagelo de Deus, tinha a “espada de Marte”. No Japão, *Kusanagi-no-Tsurugi* era uma espada lendária, tal como Excalibur, também chamada *Ama-no-Murakumo-no-Tsurugi* (Espada das nuvens do céu). Esses nomes insinuam fortemente uma origem celeste, isto é, seriam espadas feitas de ferro meteorítico. A espada que Joana d'Arc achou atrás de um altar seria também de ferro meteorítico. Em 1814 o czar Alexandre recebeu de presente uma espada forjada por James Sowerby de um **meteorito** do cabo da Boa Esperança (Sears, 1975).

Aqui no novo continente os maias, incas e astecas também tinham o conhecimento do uso do ferro meteorítico. Quando Hernán Cortés, o conquistador espanhol perguntou aos chefes astecas de onde obtinham suas facas, eles lhe apontaram o céu.

Até muito recentemente, o ferro meteorítico era também utilizado pelos malaios e indonésios para a produção de uma arma que ainda hoje faz parte da indumentária (especialmente nas festas) daquele arquipélago, as *Keris* ou *Kris*.

Em 1818, na expedição que buscava a passagem marítima do Atlântico para o Pacífico através do arquipélago ártico canadense, o explorador John Ross encontrou membros de tribo da Groelândia usando pontas de arpões e facas feitas de ferro meteorítico. Os nativos, no entanto, não queriam revelar a fonte do ferro. Cinco expedições de 1818 a 1883 falharam em encontrar o local considerado sagrado, até que Robert Peary conseguiu trocando algumas pistolas com um guia local, que o levou à fonte do ferro que eles chamavam a Tenda (*Ahnighito*) pesando 31 t, a Mulher 2,5 t e o Cão 0,5 t. Todas essas partes desse enorme **meteorito** foram transportadas para o Museu de História Natural de Nova Iorque.

Meteorítica

A origem dos **meteoritos** sempre foi muito discutida. Aristóteles achava que não poderiam cair do céu, pois violaria a doutrina da perfeição celeste e também não poderiam ter se formado na atmosfera. Quando interpelado pela

origem de uma grande pedra que caiu à luz do dia na Trácia, em 467 AEC, explicou que a rocha havia sido lançada na atmosfera por ventos muito fortes.

No século 18, apoiando-se na sua lei da gravitação universal, Isaac Newton considerou que o espaço exterior deveria ser um vazio. Assim, pela lógica, nada poderia cair do céu, exceto material terrestre ejetado a partir de vulcões ou objetos arrebatados pelos furacões.

Os relatórios de pedras que caíam do céu passaram a ser tidos como superstição do povo. Nenhum homem de ciência havia presenciado a queda de um **meteorito** e as testemunhas de quedas sempre contavam histórias fantasiosas e fantásticas, envolvendo aparições de diabos e/ou outras divindades, desastres e intervenções divinas, nunca substanciadas em algo concreto como requer a ciência. Assim, essas histórias caíam em descrédito e viravam folclore.

Na década de 1794 a 1804 começou um notável avanço na aceitação de que **meteoritos** teriam origem extraterrestre por causa de vários fatores.

O físico alemão Ernst Chladni (1756-1827) publicou em 1794 sua audaciosa tese “A Origem do ferro Pallas e outros similares a ele” propondo que os **meteoritos** eram provenientes do fenômeno conhecido como bolas de fogo (**bólidos**) e — ainda mais importante —, que deviam ter sua origem no espaço exterior (Chladni, 1794). Na época, Chladni recebeu resistência e zombaria por parte da comunidade científica, mas a natureza veio em seu auxílio com a queda testemunhada do **meteorito Wold Cottage** em 1795, na Inglaterra.

O químico britânico Sir Edward Charles Howard (1774-1816) analisou o **meteorito Wold Cottage** e verificou que continha ferro-níquel metálico, portanto era semelhante em composição (presença de níquel) ao ferro de Pallas descrito por Chladni. Em 1802, Howard publicou os resultados de sua análise e suas conclusões, convencendo um número crescente de cientistas contemporâneos da natureza extraterrestre dos **meteoritos**.

Nesta sequência de fatos, em 1801 foi descoberto o primeiro **asteroide** mostrando que, além da Lua e dos planetas, havia outros corpos menores no sistema solar. O assunto ainda era muito discutido, até que em 1803 uma chuva de **meteoritos** caiu sobre *L'Aigle*, França, em plena zona urbana. Este incidente atraiu muita atenção do público e o ministro do Interior francês encarregou o jovem físico Jean-Baptiste Biot, um membro da Academia Francesa de Ciências, de investigar a queda. Biot seguiu para a região com um mapa, uma bússola e uma amostra do **meteorito Barbotan** caído no outono de 1790. Começou as investigações em *Alençon* e foi até *L'Aigle*, interrogando cocheiros e viajantes sobre o **meteoro** que foi visto no mesmo dia em que pedras tinham caído do céu. Verificou que estas eram similares aos **meteoritos** caídos antes em *Barbotan*, convencendo o mundo científico da origem extraterrestre dos **meteoritos**.

Na década de 1860, Henry Clifton Sorby (1826-1908) desenvolveu a petrografia¹ e a metalografia², o que trouxe grande avanço à Geologia e à Metalurgia, pois introduziu o uso do microscópio de luz polarizada (ver **polarimetria**) e de luz refletida para estudar os **meteoritos**.

Com os avanços da química analítica no início do século 20 e no fim dos anos 60 (era espacial), houve profunda revolução tecnológica com a introdução de novos dispositivos analíticos, tais como o microscópio e a microssonda eletrônica³, além da Análise Instrumental por Ativação de Nêutrons (INAA)⁴ que permitiu examinar **anomalias isotópicas** não apenas nas rochas do projeto Apollo como nos **meteoritos**.

Meteoritos

Um **meteorito** recebe o nome da cidade ou da localidade mais próxima de onde foi recuperado. Quando se tem a data em que ele caiu é considerado uma queda, e se for encontrado no campo sem que a queda tenha sido testemunhada, é considerado um achado. **Meteoritos** caem mais ou menos igualmente em todas as partes do globo. Assim, a maior parte cai no mar e em áreas recobertas por vegetação, ou de difícil acesso. Anualmente são recuperados cerca de 4 a 8 **meteoritos** logo após a sua queda, enquanto que milhares são achados em áreas desérticas e quentes como o Saara ou frias como a Antártida, locais esses em que os **meteoritos** podem ser preservados por milênios.

Os **meteoritos** podem ser classificados em: rochosos, formados basicamente de silicatos, também chamados aerólitos; metálicos, também chamados de sideritos, formados basicamente da liga metálica ferro-níquel; e siderólitos, que são meteoritos compostos das duas fases (metálica e mineral).

¹ Petrografia é o ramo da petrologia cujo objetivo é a descrição das rochas e a análise das suas características estruturais, mineralógicas e químicas.

² Metalografia é o estudo da morfologia e estrutura dos metais.

³ Microssonda eletrônica é um equipamento capaz de determinar quantitativamente a composição elementar de microáreas, além da distribuição das concentrações elementares em superfícies de amostras por irradiação com um feixe de elétrons altamente concentrado, seguida da medição da intensidade do **spectro** de raios-X que é gerado.

⁴ Análise Instrumental por Ativação de Nêutrons (INAA: *Instrumental Neutron Activation Analysis*) é uma técnica analítica nuclear de alta precisão e sensibilidade em que a amostra é bombardeada com nêutrons. Isótopos radioativos são formados que, ao decairem, emitem **raios γ** (gama) cuja energia é característica de cada elemento, cuja concentração pode ser determinada.

Os **meteoritos** rochosos podem ser de dois tipos distintos: os **condritos** e os **acondritos**. Em geral, os primeiros possuem **côndrulos** (Figura 6), enquanto os últimos não. A distinção principal é que os **condritos** são remanescentes da nebulosa solar primitiva, portanto têm composição primitiva, ao passo que os **acondritos** têm composição diferenciada, isto é, foram submetidos à fusão no interior de corpos planetários.

A composição de um grupo especial de **meteoritos**, os **condritos carbonáceos**, contém compostos orgânicos complexos que podem ter sido a “semente” da vida na Terra. Algumas extinções em massa, como a dos dinossauros há 65 milhões de anos, estão ligadas a quedas de grandes **meteoritos**. Assim o estudo tanto da origem e evolução da vida quanto da sua extinção está ligado aos **meteoritos**. A Tabela 1 mostra uma síntese simplificada da classificação dos **meteoritos**. Uma classificação completa pode ser encontrada em Krot *et al.* (2005).

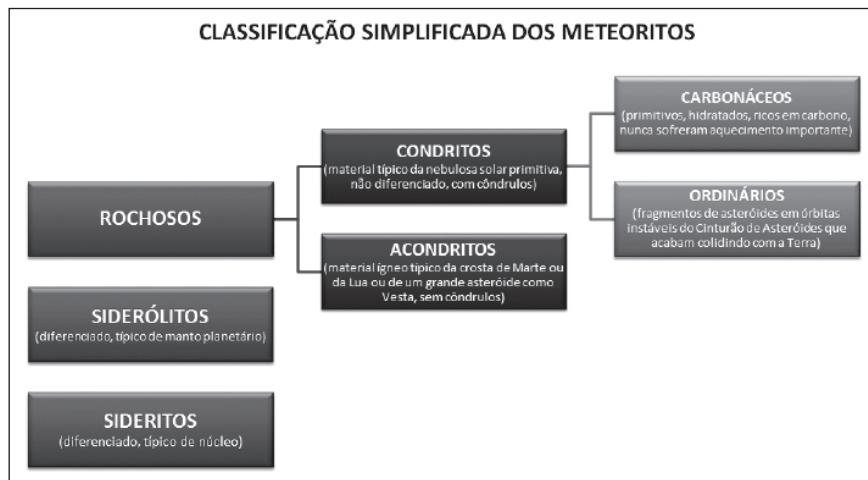


Tabela 1. Classificação simplificada dos meteoritos, apresentando somente as subdivisões mais importantes

Os **meteoritos** têm dimensões as mais variadas e o seu peso pode variar de microgramas (micrometeoritos) a várias toneladas. O maior **meteorito** conhecido é o siderito *Hoba West* com peso aproximado de 60 t, que ainda permanece no local de sua queda na Namíbia (Figura 2).



Figura 2. O meteorito *Hoba West*. Ao seu redor foi escavado um anfiteatro
(Foto de André Ribeiro, IGEO/UFRJ)

Meteoritos com mais de 100 t, ao se aproximarem do solo possuem energia cinética equivalente à de bombas atômicas e explodem, produzindo crateras (ver “Crateras de impacto meteorítico no Brasil” neste mesmo Capítulo). Na Tabela 2 temos uma relação dos maiores **meteoritos** conhecidos até o momento.

METEORITO	LOCAL	PESO [t]	DATA*
1. Hoba	Namibia	60,0	1920
2. Campo del Cielo	El Chaco, Argentina	37	1969
3. Ahnighito	Cape York, Groenlândia	30,875	1894
4. Armanty	Xinjiang, China	28,0	1898
5. Bacubirito	Sinaloa, México	22,0	1863
6. Agpalilik	Cape York, Groenlândia	20,1	1963
7. Mbosi	Rungwe, Tanzânia	16,0	1930
8. Campo del Cielo	El Chaco, Argentina	14,850	2005
9. Willamette	Clackamas Co., OR, USA	14,140	1902

10. Chupaderos I	Chihuahua, México	14,114	1852
11. Mundrabilla I	Australia	12,4	1966
12. Morito	Chihuahua, México	10,1	1600
13. Campo del Cielo	Santiago del Estero, El Chaco, Argentina,	10,0	1997
14. Chupaderos II	Chihuahua, México	6,767	1852
15. Mundrabilla II	Austrália	6,1	1966
16. Bendegó	Bahia, Brasil	5,360	1784

Tabela 2. Relação dos maiores **meteoritos** do mundo. *Ano da queda ou em que foi achado

O Bendegó é o maior **meteorito** brasileiro. Com 5,36 t já não figura mais entre os 15 maiores, embora tenha sido por muito tempo o segundo maior do mundo e o maior em exposição num museu, no caso, o Museu Nacional (MN) do Rio de Janeiro (Figura 3).



Figura 3. Meteorito
Bendegó em exposição
no MN
(Foto da autora)

Os **meteoritos** apresentam algumas características que os distinguem de outras rochas e objetos terrestres, tais como: regmaglitos, crostas de fusão, presença de ferro-níquel e susceptibilidade magnética. Cada uma dessas características será explicada adiante.

Uma característica básica é a presença de sulcos ou depressões semelhantes a marcas de dedo numa massa de modelar, que são chamadas de regmaglitos e são mais marcantes nos sideritos como no Pirapora (Figura 4).

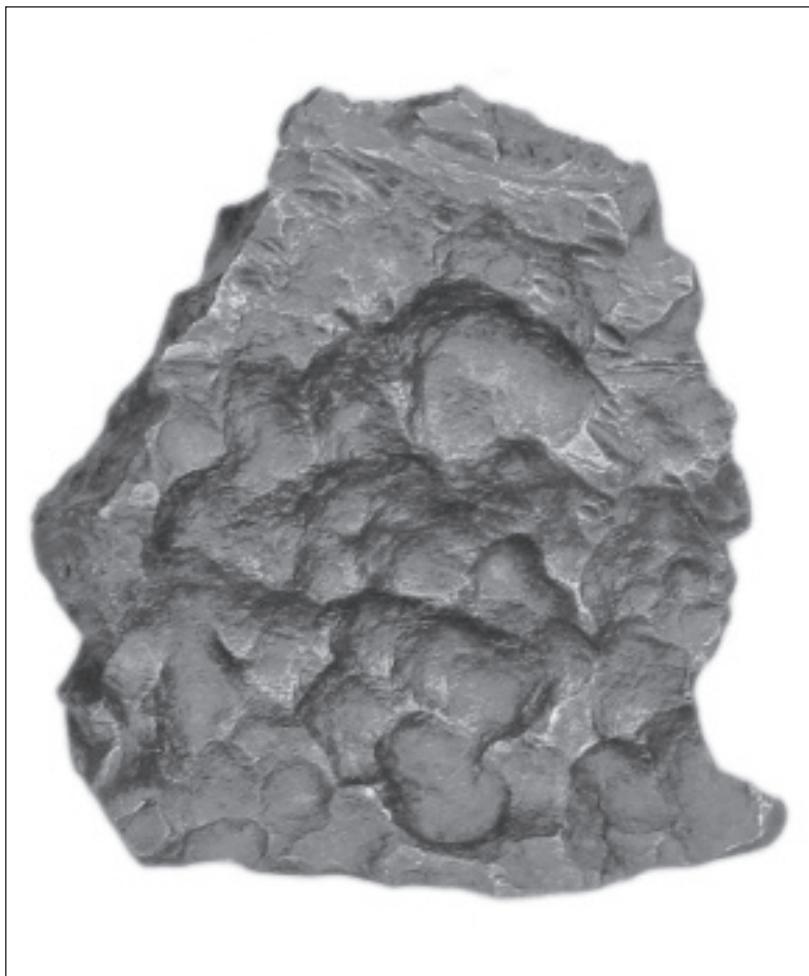


Figura 4. Meteorito Pirapora, MG, exibindo regmaglitos (Foto da autora)

Crosta de fusão é uma fina película vítreia, geralmente preta e fosca que recobre os **meteoritos**, formada pela queima ou incandescência da superfície durante a passagem atmosférica (Figura 5).

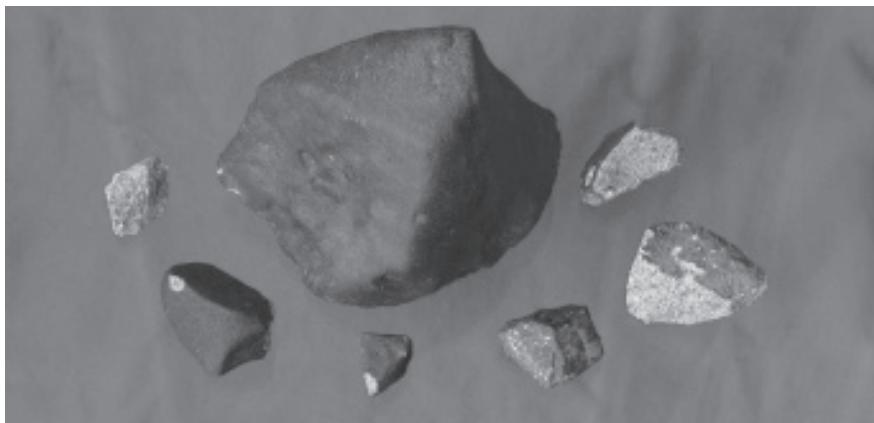


Figura 5. Meteorito Campos Sales, CE (queda em 1991), exibindo crosta de fusão escura que contrasta com seu interior mais claro (Foto da autora)

A grande maioria dos **meteoritos** contém ferro, ou melhor, ferro-níquel. Se lixados, irão exibir, além do material lítico (rochas e minerais), pintinhas com brilho metálico cor de aço e manchas cor de ferrugem ao redor (Figura 6).



Figura 6. Fata de **condrito** mostrando grãos metálicos de ferro-níquel com manchas de ferrugem ao redor, característica típica dos **condritos** (Foto da autora)

Os metálicos possuem interior totalmente de aço sólido (semelhante ao de um martelo) e, em geral, se atacados com solução de ácido nítrico, irão exibir lamelas entrelaçadas chamadas estruturas de *Widmanstätten* (Figura 7).

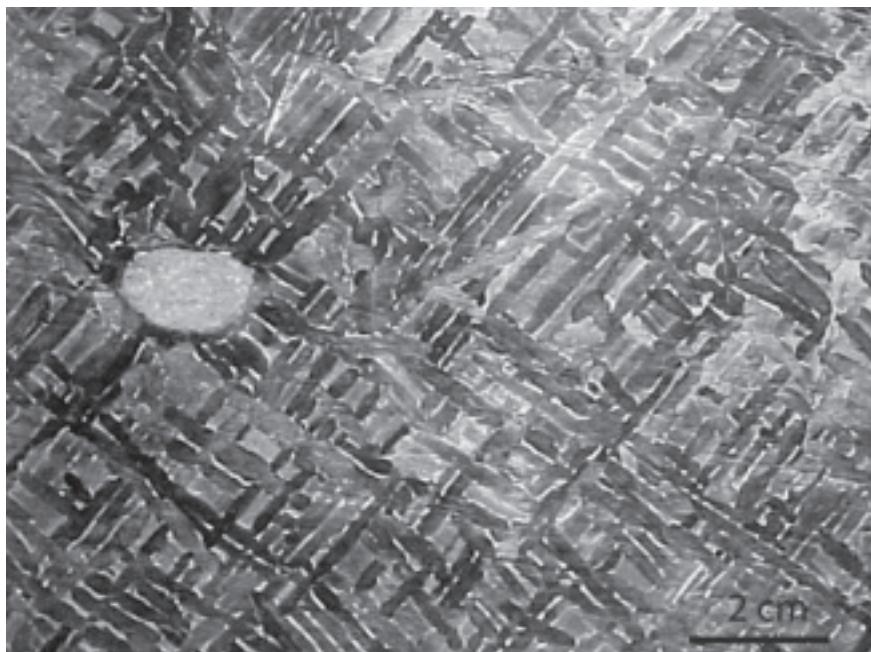


Figura 7. Estrutura de *Widmanstätten* (Foto da autora)

A grande maioria dos **meteoritos** apresenta susceptibilidade magnética, isto é, responde à atração magnética exercida por ímãs. Nos **meteoritos** metálicos esta resposta é mais intensa, no entanto eles não são magnéticos, ou seja, não são ímãs. Já em relação à densidade, apenas os **meteoritos** metálicos são muito densos (cerca de três vezes uma rocha terrestre) e os demais são apenas um pouco mais densos.

Há exceções nos **meteoritos** rochosos do tipo **acondrito** por não apresentarem algumas das características acima, exceto a crosta de fusão e regmaglitos. Estes meteoritos são raros e praticamente só recuperados de quedas recentes.

Meteoritos brasileiros

A história dos **meteoritos** brasileiros está diretamente ligada à história da meteorítica. Quando o Bendegó foi descoberto em 1784, desconhecia-se a natureza extraterrestre dos **meteoritos**. O Bendegó foi um dos primeiros **meteoritos** reconhecidos pela ciência com a publicação de uma carta de Mornay (1816) por Wollaston (1816) e, em seguida, pelo relato de Spix e Martius (1828), sendo na época o segundo maior **meteorito** do mundo, perdendo apenas para o argentino *Campo del Cielo*. Quando foi transportado para o MN e colocado em exposição em 1888, era o maior **meteorito** em exibição em um museu no mundo.

Foi descoberto por um garoto de sobrenome Mota Botelho que, ao campear o gado, percebeu uma pedra grande, amarronzada por fora e prateada por dentro, bem diferente das outras da região. Comentou com o pai a sua descoberta e este informou às autoridades ter encontrado sobre uma elevação próxima ao rio Vaza Barris, nos sertões de Monte Santo, BA, “uma pedra de tamanho considerável da qual se presumia conter ouro e prata”. O então governador, d. Rodrigo Menezes, ficou muito impressionado com a descoberta e no ano seguinte (1785) encarregou o capitão-mor de Itapicuru, Bernardo Carvalho da Cunha, de providenciar o seu transporte para a capital Salvador.

O capitão-mor escavou ao redor do **meteorito** e, auxiliado por 30 homens e algumas alavancas, conseguiu colocar a pedra sobre uma carreta puxada por 12 juntas de bois. Seu plano era levar o **meteorito** até o riacho Bendegó e, depois, para o rio Vaza Barris até alcançar o porto de Salvador e de lá seguir de navio até a capital. Assim, partiu vagarosamente sobre um leito de pedra especialmente construído para a passagem da carreta. Tudo corria bem até a descida ao leito do riacho onde, não dispondo de freios, a carreta correu desabaladamente morro abaixo, indo parar com o **meteorito** no leito do riacho Bendegó, dentro de uma ipueira, a apenas 180 m do ponto de partida. Nunca se soube se algum boi veio a morrer neste atrapalhado empenho.

A façanha foi abandonada e d. Rodrigo levou o fato ao conhecimento do ministro de Estado de Portugal, enviando-lhe alguns fragmentos do material. O fracasso, entretanto, veio a favorecer o fato de o **meteorito** encontrar-se hoje no Brasil, pois, de outra forma, teria ido para Portugal ou teria sido totalmente fundido em busca de metais preciosos.

A notícia percorreu o mundo e a misteriosa pedra foi visitada por alguns cientistas viajantes, entre os quais o já citado A. F. Mornay que, em 1810, suspeitando tratar-se de um **meteorito**, foi a Monte Santo e, com muita dificuldade, conseguiu retirar uns poucos fragmentos. Os resultados das análises com algumas observações é que foram publicados por Wollaston (1816). Outros visitantes

ilustres foram os naturalistas alemães Spix e Martius que em 1820 foram conhecer o **meteorito** em companhia de seu descobridor Domingos da Mota Botelho, já adulto naquela época. Encontraram o **meteorito** abandonado no riacho ainda sobre a carreta e, com muita dificuldade, mesmo depois de atearem fogo à pedra por 24 horas, conseguiram retirar alguns fragmentos do **meteorito** que foram levados para a Europa, sendo o maior deles doado ao Museu de Munique.

Como a Bela Adormecida, o **meteorito** permaneceu no leito do rio por cerca de cem anos, quando em 1883, Orville Derby, do MN, contatou o engenheiro da *British Rail Road*, que construía uma extensão da estrada de ferro de Monte Santo a Salvador, notificando-o que em breve a estrada alcançaria o ponto mais próximo ao **meteorito**, ou seja, cerca de 100 km de distância em terrenos montanhosos. Contudo, os custos do transporte estariam bem acima das possibilidades do Museu.

Em 1886, o imperador d. Pedro II tomou conhecimento do fato pela Academia de Ciências de Paris durante uma visita à França e, assim que chegou ao Brasil, providenciou meios para o transporte do **meteorito** do sertão da Bahia para o MN do Rio de Janeiro. O imperador chamou José Carlos de Carvalho, um oficial aposentado da Guerra do Paraguai, primo do engenheiro da estrada de ferro inglesa contatado anos antes por Derby, para se informar das possibilidades do transporte. Carvalho procurou apoio da Sociedade Brasileira de Geografia,

que tomou todas as providências para que o transporte fosse efetuado. A Sociedade encarregou-se principalmente da parte financeira, conseguida por intermédio de um generoso patrocínio do barão de Guahy, cujo nome de batismo era Joaquim Elycio Pereira Marinho.

Organizou-se, então, uma Comissão do Império (Figura 8) para a recuperação do Bendegó, formada por José Carlos de Carvalho e pelos engenheiros Vicente de Carvalho Filho e Humberto Saraiva Antunes.



Figura 8. Comissão do Império para o transporte do Bendegó (Carvalho, 1888)

Em 7 de setembro de 1887, quando era comemorado o aniversário da Independência, iniciou-se o trabalho de remoção do **meteorito** com uma solenidade cívica às margens do riacho Bendegó. Ergueu-se no local da queda do **meteorito** um marco com a inscrição “D. Pedro II” em homenagem ao imperador (Figura 9). Na ocasião colocou-se dentro de pequena caixa de ferro um exemplar do termo de inauguração do trabalho de remoção e um exemplar do Boletim da Sociedade Brasileira de Geografia, que publicava memorial sobre o **meteorito**. Infelizmente esse marco comemorativo não durou muito tempo. No ano seguinte à remoção do **meteorito** sobreveio a grande seca de 1888 naquela região, e o povo sofrido e supersticioso entendeu que era um castigo do céu por terem permitido a retirada da pedra. O povo revoltado destruiu o marco, não deixando pedra sobre pedra, à procura de outra pedra, segundo eles, “irmã daquela que os doutores levaram”. Acharam uma caixa de ferro, porém no lugar do “exemplar de inauguração” e do “Boletim”, disseram que havia um papel escrito apenas “Jesus, Maria e José”.

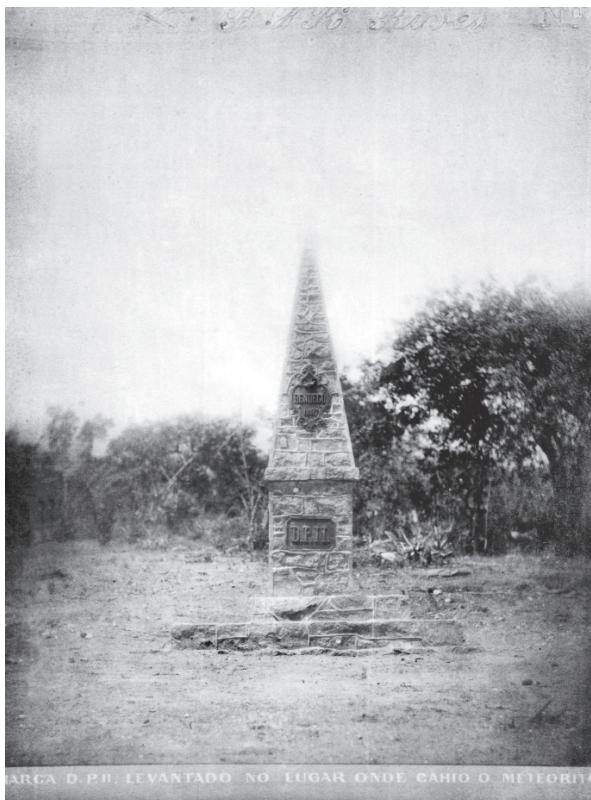


Figura 9. Marco erguido no local do achado do Bendegó (Carvalho, 1888)

A Comissão do Império escolheu o caminho mais curto para o transporte do **meteorito** até a estação férrea de Jacuricy, embora tivesse que transpor a serra do Acaru e construir grande parte da estrada, pois a existente era muito estreita e se encontrava em péssimo estado de conservação.

A empreitada teve sucesso devido ao uso de engenhosa carreta projetada por José Carlos de Carvalho (Figura 10). A carreta possuía dois pares de grandes rodas de madeira para rodar em solo e, na parte interna, rodas metálicas especialmente calculadas para rodar sobre trilhos de tal modo que, estando sobre estes últimos, as rodas de madeira não tocassesem o chão.

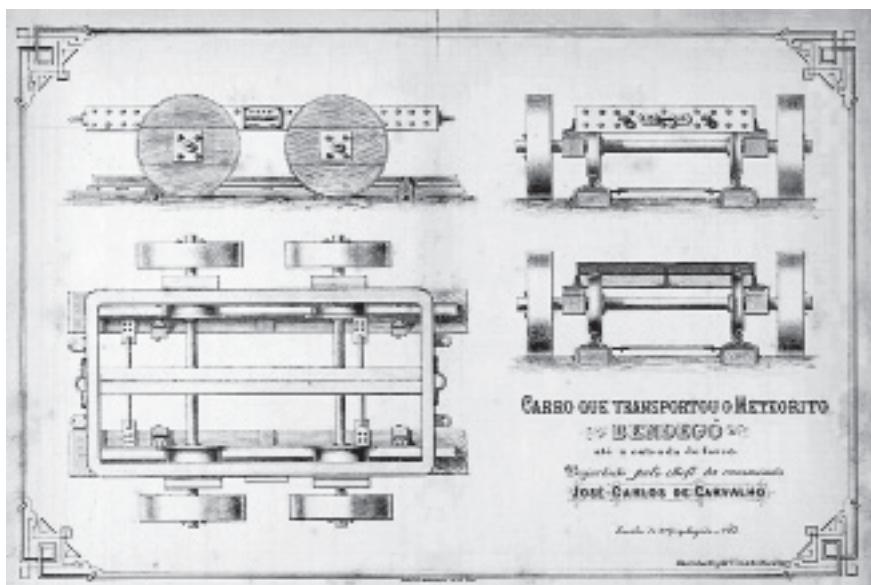


Figura 10. Engenhosa carreta idealizada para o transporte do Bendegó (Carvalho, 1888)

Por vezes, a carreta era puxada por juntas de boi (Figura 11). Já em outras ocasiões, pondo-se em prática as habilidades de um marinheiro, tirava-se proveito do emprego de estralheiras, talhas dobradas, patescas, estropos e de todas as engenhosas disposições de cabos e roldanas de que o homem do mar sabe servir-se para, com esforços relativamente pequenos, locomover pesos consideráveis.



Figura 11. A carreta puxada apenas pelas juntas de bois (Carvalho, 1888)

Em 25 de novembro a carreta começou a se mover sobre o leito do riacho de Bendegó. Em 7 de dezembro, tendo se movido apenas 17 km, encontrou as primeiras dificuldades ao cruzar o rio Tocas. Após dois dias de fortes chuvas o leito do rio, até então seco, estava molhado e escorregadio, fazendo a carreta descarrilar⁵ e lançar o **meteorito** para dentro do riacho. Trabalhou-se por 24 horas ininterruptas e foram acesas fogueiras para que se prosseguisse viagem no dia seguinte.

A transposição da serra do Acaru, que obrigava a uma subida de rampas de 18% a 20% de declividade, foi bastante árdua. A operação foi executada por cabos conectados ao carretão e amarrados às árvores mais grossas, propositadamente deixadas na estrada aberta, sendo puxados com o auxílio de talhadeiras, talhas e juntas de boi (Figura 12). Conta o relatório que já quase no sopé da serra uma árvore cedeu, os aparelhos se arrebataram e o carretão precipitou-se por uma rampa de 30% de declive aos 22 km de marcha, indo parar, felizmente, no meio da ladeira devido ao **meteorito** ter saltado na frente do carretão, paralisando-o. Se não fosse essa queda providencial, o carretão teria se precipitado numa gruta profunda. A marcha foi interrompida sete vezes pela queda do meteorito da carreta e quatro vezes para a substituição de eixos que se partiram (Figura 13).

⁵ Descarrilar porque, embora não houvesse estrada de ferro, trilhos eram colocados provisoriamente para a passagem da carreta.



Figura 12. Transposição da serra de Acarú, uma das maiores dificuldades do trajeto
(Carvalho, 1888)



Figura 13. Uma das sete quedas do **meteorito**, nessa ocasião no riacho do Chico
(Carvalho, 1888)

A Comissão ainda enfrentou diversas dificuldades extras, como a construção de estivados em lagoas, armação de passagens provisórias sobre o rio Jacuricy de 50 m de vão, levantamento de aterros sobre baixadas alagadas e corte de caminhos por entre encostas de morros pedregosos. A Comissão pôde orgulhar-se de ter realizado o transporte mais notável já efetuado naquela época no Brasil. O relatório de Carvalho (1888), publicado em português e francês, descreve detalhadamente o transporte do Bendegó, a geografia do local e as dificuldades enfrentadas para o transporte.

Toda a marcha de 113 km pelo sertão demorou 126 dias, avançando em média cerca de 900 m por dia. Na estação de Jacuricy, assinalando o embarque do Bendegó no trem, ergueu-se outro marco comemorativo que se chamou Barão de Guahy em justa homenagem ao homem que patrocinou a expedição, encontrando-se ainda hoje de pé.

A jornada de 363 km até Salvador se deu por trem onde, na estação, foi pesado, verificando-se que tinha 5.360 kg. O **meteorito** ficou em exposição nessa cidade por cinco dias e em 1º de junho de 1888 embarcou no vapor “Arlindo”, seguindo para Recife e, posteriormente, para o Rio de Janeiro onde chegou no dia 15, sendo recebido pela princesa Isabel e entregue ao Arsenal de Marinha.

Nas oficinas do Arsenal de Marinha foi feito corte de uma fatia de 62 kg, da qual foi tirado um molde. A fatia foi cortada em diversas outras fatias menores que foram doadas e permutadas com diversos museus do Brasil e do mundo. Confeccionou-se, também, uma réplica do **meteorito** em madeira, que o governo brasileiro exibiu na Exposição Universal de 1889 em Paris. Lá essa réplica se encontra hoje no *Palais de la Découverte*.

Concluídos os trabalhos no Arsenal de Marinha, o **meteorito** foi transportado em 27 de novembro de 1888 ao MN, na época situado no Campo de Sant’Anna. Com a república o museu se mudou para o antigo Palácio Imperial na Quinta da Boa Vista onde se encontra até hoje.

O Bendegó tem a forma irregular que lembra uma grande sela com dimensões de 220 x 145 x 58 cm, semelhante a um **asteroide** com numerosos furos paralelos sobre a face superior, produzida pela queima ou **ablação** mais rápida de inclusões de sulfeto. A parte plana, cortada na frente do **meteorito**, quando polida e atacada com ácido exibe a estrutura de *Widmanstätten* com largura de banda de 1,80 mm, e as análises químicas (Scott *et al.*, 1973) o classificam como um subgrupo raro do qual só existem 12 exemplares.

O nome do descobridor é dado por Mornay (1816) como Bernardino. Já Carvalho (1888) em seu relatório dá o nome Joaquim, que aparece num documento datado de 1815 e assinado pelos principais habitantes do distrito. Como

Domingos foi quem informou a Spix e Martius (1828) em 1820 que fez a descoberta quando era menino, então Joaquim deveria ser o pai de Domingos. Bernardino seria talvez uma incompreensão do nome do capitão-mor Bernardo, que fez a primeira tentativa de retirar o **meteorito** (Carvalho, 2010).

Quando o Bendegó foi descoberto e mesmo quando o governador da Bahia, d. Rodrigo Menezes tentou removê-lo sem sucesso, a comunidade científica ainda não aceitava a origem extraterrestre dos **meteoritos**. Quase na mesma época, outras massas de ferro foram conhecidas como *Campo del Cielo* em 1783 na Argentina e *Toluca* em 1784 no México. Mas a origem extraterrestre dos **meteoritos** começou a ser aceita na virada entre os séculos 18 e 19, de modo que essa era a situação quando o Bendegó foi examinado no lugar de sua queda por Mornay, Spix e Martius. Quando Orville Derby e d. Pedro II providenciaram o transporte para o Rio de Janeiro, a aceitação da origem extraterrestre dos meteoritos já estava consolidada.

No entanto, o maior **meteorito** brasileiro teria sido o Santa Catarina, descoberto na ilha de São Francisco do Sul, SC, por Manuel Gonçalves da Roza que, pensando se tratar de uma mina de níquel, exportou pelo menos 25 t para a Inglaterra. Foi publicada nota de Guignet e Ozorio de Almeida (1876) sobre a possível origem extraterrestre do mesmo, no entanto a exportação se deu até a extinção da mina. Este **meteorito** já apresentava na época da descoberta particularidades que o distinguiam dos outros sideritos, como o alto teor de níquel, sendo até hoje um dos mais ricos em níquel do mundo. A fase rica em níquel Fe-Ni 50-50 conhecida como tetrataenita, foi descoberta nesse **meteorito** por Jacques Danon e pela riqueza dessa fase, tão importante nos estudos científicos, tornou o Santa Catarina um dos **meteoritos** mais famosos do mundo.

Outro **meteorito** brasileiro famoso é o Macau, RN, que caiu em 11 de dezembro de 1836 causando a morte de várias vacas. Este caso foi noticiado por diversas revistas científicas da época como a *Comptes Rendus* (Berthou, 1837):

... Les pierres pénétrèrent dans beaucoup d'habitations et s'enfoncèrent à plusieurs pieds dans le sable; mais il n'y eut aucun accident à déplorer, quelques boeufs seulement furent atteints, blessés ou tués par ces projectiles. Le pays jusqu'à 40 lieues dans l'intérieur, présente une vaste plaine, sans aucun indice de pierres; la volume de celles qu'on retira du sable, varie depuis une livre jusqu'à quatre-vingt.

A la lettre était joint un des aérolithes recueillis aux environs du village de Macao. M. Berthier est chargé d'en faire l'analyse.

Conforme as notícias, foi uma verdadeira saraivada de pedras de alguns gramas até 40 kg e, apesar da grande quantidade de pedras que caiu, poucas foram recolhidas e distribuídas a museus.

A primeira publicação sobre os **meteoritos** brasileiros foi a de Derby (1888) na *Revista do Observatório*. Nessa época eram sete **meteoritos** brasileiros conhecidos, sendo os três acima descritos bem conhecidos no mundo. Os outros quatro eram o Itapicuru-Mirim, o Santa Bárbara, o Minas Gerais e o Angra dos Reis.

O Itapicuru-Mirim caiu às 11 h de uma manhã de março de 1879 na cidade de mesmo nome no MA, com tempo claro, e a queda foi acompanhada de um pequeno estampido e zunido. Foi doado ao MN pelo dr. Themistocles Aranha, redator do Jornal *O Paiz*, do Maranhão.

O Santa Bárbara caiu em 26 de setembro de 1873 por volta da 1 h da tarde, na localidade de mesmo nome na colônia alemã de *Leonerhof*, a $\frac{1}{2}$ légua de São Leopoldo, RS. A queda foi observada por várias testemunhas e acompanhada de efeitos sonoros, três grandes estrondos seguidos por detonação e terminando com um longo chiado. O presidente da província do Rio Grande do Sul, João Pedro Carvalho de Moraes, encarregou um certo senhor Pohlman de recuperar o **meteorito**. Este pagou 5 mil réis a Cristiano Valentin por pedra do tamanho de uma laranja e a dividiu em três pedaços, doando parte a Guilherme Kowdorry e a outra foi encaminhada ao MN por intermédio do Ministério da Agricultura. Um desses pedaços, pesando 49,415 g, foi doado à princesa Isabel e anexado à coleção do príncipe do Grão Pará⁶. Possivelmente o terceiro fragmento, com 41,265 g, teria ido parar na rua da Ajuda, no Rio de Janeiro, pois, segundo Derby, esse **meteorito** apresentava as mesmas características do Santa Bárbara, principalmente a densidade e o formato, suscitando suspeitas de se tratar do mesmo **meteorito**.

Atualmente, o pedaço da rua da Ajuda foi permutado com a *Monnig Collection*⁷. O do Grão Pará foi permutado com o *Field Museum of Natural History* em Chicago e a amostra principal, isto é, a maior, contrariamente à afirmação feita em Gomes e Klaus (1980: 133), não se encontra no MN assim como nenhuma outra, porém está emprestada a Celso de Barros Gomes, do Instituto de Geociências da USP, e está em exibição no museu daquela Universidade.

O **meteorito** Minas Gerais foi encontrado sem referência no MN e, segundo Derby (1888), por se acreditar ter vindo de Minas Gerais, foi nomeado em

⁶ O príncipe do Grão Pará nas regências da princesa Isabel foi Pedro de Alcântara de Orléans e Bragança.

⁷ Trata-se de uma coleção particular atualmente aberta ao público em Fort Worth, TX.

razão desta possível procedência. Pesava 1,22 kg quando, na década de 1970, uma parte do **meteorito** foi permutada com o *Field Museum* de Chicago e a outra parte emprestada a Celso de Barros Gomes para pesquisa. Esta amostra também não foi devolvida e, curiosamente, no livro *Brazilian Stone Meteorites* (Gomes and Keil, 1980) não consta que o MN possua qualquer amostra, embora conste que o Instituto de Geociências da USP possua.

O Angra dos Reis adquiriu notoriedade científica tendo dado origem ao nome “angrito” a uma subclasse rara de **meteoritos acondritos** por causa de sua composição mineral peculiar. Trata-se de **meteoritos** formados de rochas diferenciadas mais antigas que se conhece, com idade de 4,55 Ga. Caiu por volta das 5 h da manhã em janeiro de 1869 na Praia Grande em Angra dos Reis, RJ. A queda foi presenciada pelo dr. Joaquim Carlos Travassos que passava pelo local num bote acompanhado de dois escravos, os quais mergulharam e recuperaram dois fragmentos a cerca de 2 m de profundidade sendo que, pelas fraturas, parecia existir um terceiro fragmento, até hoje não localizado.

Segundo Derby (1888), um dos fragmentos pesando 446,5 g foi doado ao dr. Ermelino Leão, que o doou ao MN. Sobre o segundo fragmento, sabe-se apenas que estava em poder do sogro do dr. Travassos e que um dia deveria vir para o Museu, contudo, infelizmente, a previsão de Derby não se concretizou.

O Angra dos Reis foi descrito por Derby (1888), Ludwig and Tschermak (1887), Tschermak (1888) e muitos outros, sendo um dos **meteoritos** mais estudados do mundo devido à sua idade tão antiga quanto à dos **condritos**, ou seja, se cristalizaram num interior planetário ainda na época da formação do sistema solar. Devido à raridade deste **meteorito** e à cobiça que desperta nos cientistas e colecionadores, foi objeto de furto em 1997 quando o comerciante de **meteoritos**, Ron Farrel, substituiu a amostra do MN por outro **meteorito** de menor valor. Felizmente, o furto foi descoberto a tempo pela autora e o **meteorito** recuperado com a ajuda da Polícia Federal no Aeroporto Internacional do Galeão, Rio de Janeiro.

Depois de Orville Derby, aparentemente não houve interesse por **meteoritos** no Brasil até, possivelmente, a descoberta do Santa Luzia e a luta para trazê-lo ao MN.

O **meteorito** Santa Luzia, com 1.890 kg, foi descoberto em 1927 por um campeiro na cabeceira do córrego Negro Morto (afluente do Ribeirão do Paiva, Santa Luzia de Goyaz, hoje Luziânia, GO). Segundo Vidal (1931), o **meteorito** foi vendido a José Maria do Espírito Santo (demente) por um conto de réis. O governo goiano, ao tomar conhecimento do fato, coletou uma amostra que foi analisada pela Escola de Minas de Ouro Preto, MG. O diretor do MN, assim

que tomou conhecimento do fato, telegrafou para o presidente do Estado de Goiás e em resposta, através de telegrama datado de 1928, Antônio de Oliveira Lisboa, secretário de Obras Públicas, em nome do presidente daquele Estado, oferecia o **meteorito** de Santa Luzia de Goyaz ao MN a fim de afigurar em sua coleção. O naturalista Ney Vidal foi encarregado do transporte do **meteorito** para o Rio de Janeiro, cujo relato é descrito no “Boletim do Museu Nacional” (Vidal, 1931). Contudo, antes da descoberta desta massa, outro fragmento havia sido encontrado na mesma região e exposto na Exposição do Centenário da Independência de 1922, tendo ganhado medalha de bronze. Esta amostra foi comprada por um cientista americano.

No mesmo ano, Euzébio de Oliveira publicou nos “Anais da Academia de Ciências” sob o título “Collecções de **meteoritos** do Museu Nacional, do Serviço Geológico do Brasil e da Escola de Minas” (Oliveira, 1931) uma transcrição de Derby (1888) acrescentando os **meteoritos** do Serviço Geológico, tais como o Uberaba, o Pesqueira (Serra de Magé), o Sete Lagoas e o Cratheús, e os da Escola de Minas⁸, tais como o Uberaba, o Sete Lagoas⁹, o Barbacena e o Santa Luzia, sendo que este último era amostra arrancada da massa principal que estava em viagem para o Rio de Janeiro, acompanhada por uma pessoa do MN, ao qual foi oferecido. Estranhamente não é citado o nome de Ney Vidal.

O Uberaba, também referido como Dores dos Campos Formosos, caiu às 10 h do dia 29 de junho de 1903 a apenas 100 passos da sede da fazenda do Capão Grosso, distrito de Dores dos Campos Formosos, cerca de 84 km distante de Uberaba, MG. A queda foi acompanhada de fenômenos luminosos e sonoros, sendo testemunhada por diversos moradores da região. Foram preservados cerca de 4,7 kg do **meteorito**. Um fragmento de 36 g está no MN e o resto no Museu da Escola de Minas de Ouro Preto, MG.

Buscando maiores informações sobre a queda desse **meteorito**, o autor deste texto recebeu relato de Jeová Ferreira de Frutal, datado de 31 de julho de 1985, informando que a queda do **meteorito** destelhou a casa da fazenda e que, logo após, o proprietário vendeu a propriedade, pois não queria ser vizinho da “coisa”, como ele se referia. A população retirava pedaços da rocha que reagia com a água entrando em efervescência, fazendo o povo crer ser um remédio para todos os males. O padre da época mandou cobrir o buraco e erguer uma cruz sobre o local, porém o monumento “Cruz de Pedra” já não existe mais.

⁸ Ver “Observatório de uma centenária Escola de Engenharia e sua função hoje” no Capítulo “Acervo instrumental e arquitetônico” neste Volume.

⁹ A duplidade de um **meteorito** com o mesmo nome em diferentes coleções se deve ao fato de que uma peça original foi fragmentada, mas manteve o nome.

O **meteorito** citado como Pesqueira recebeu o nome oficial de Serra de Magé, PE, e caiu em 1º de outubro de 1923, mais ou menos, às 11 h. É um dos **meteoritos** brasileiros mais raros, pertence a uma classe dos **acondritos** cuja crosta de fusão esverdeada é composta de minerais típicos de crosta planetária. Devido ao seu valor, foi também alvo de furto com o Angra dos Reis, mas também foi recuperado.

O dr. Djalma Guimarães também publicou pelo menos dois trabalhos sobre **meteoritos**: o Serra de Magé, em 1927, em colaboração com L. J. Moraes (Moraes e Guimarães, 1927) e, em 1958, sobre o **meteorito** do Córrego do Areado, Patos de Minas (Guimarães, 1958). Possuía diversos **meteoritos** cuja coleção ficava exposta na feira permanente de amostras de Belo Horizonte, porém parece ter desaparecido após o fechamento dessa feira que ficava na rua Bahia.

O **meteorito** Sete Lagoas caiu em 15 de dezembro de 1908 e o engenheiro Christiano Guimarães, cuja família assistiu à queda, doou algumas “metralhas” para a Escola de Minas.

Em 1931 foi publicado pela Academia Brasileira de Ciências um estudo espectroquímico do **meteorito** de Cratéus, CE (Andrade Jr., 1931), que achava-se guardado no Serviço Geológico do Brasil desde 1914.

O Barbacena foi achado em 1918 e doado à Escola de Minas pelo engenheiro Fanor Cumplido.

Oliveira (1931) informava ainda que na coleção da Escola de Minas havia várias amostras de **meteoritos** sem classificação, nem indicação de ofertantes e mencionava a existência de um **meteorito** de 1 t, de Besouros, PE, que teria ido para o Museu Histórico e Arqueológico do Recife. No entanto, a história desse **meteorito** parece ser lenda iniciada por Derby e que ainda persiste, pois nunca se soube o destino final desse **meteorito** e nem ao menos se ele realmente existiu. Além desses, também **meteoritos** provenientes de outros países, que devem ter vindo por permuta, foram catalogados por Oliveira (1931).

Em 1936 Ney Vidal publicou “**Meteoritos** Brasileiros” (Vidal, 1936), mais uma vez transcrevendo o trabalho de Derby (1888) e incluindo os **meteoritos** já publicados por Oliveira (1931), além de fornecer o primeiro mapa com a distribuição de 10 dos 11 existentes na época (faltando o Serra de Magé). Entretanto, parece que para por aí o interesse do naturalista Ney Vidal e do renomado geólogo Euzébio de Oliveira em **meteoritos** que, naquela época, ainda eram considerados meras curiosidades científicas.

Marcos Rubinger, do Centro de Estudos Astronômicos Cesar Lattes, atualmente CEAMIG com sede em Belo Horizonte, MG, publicou em 1957 sobre a passagem de um **bólido** em 1956, determinando corretamente o local da queda do **meteorito** Paranaíba (Rubinger, 1957). Em 1957, tendo assistido à

passagem de um outro **bólido**, determinou a região de queda e conseguiu recuperar o **meteorito** de Ibitira com farmacêutico da região (Menezes, 1957). Tratava-se do único **meteorito** vesicular do mundo na época e até recentemente. O Ibitira foi vendido em 1997 a um comerciante americano e com o dinheiro o CEAMIG comprou telescópios. Liderados por Cristovão Jacques, o centro tem descoberto alguns **asteroides** (ver “Dos tempos do Império aos observatórios robóticos” no Capítulo “Astrônomos Amadores” no Volume II).

Walter da Silva Curvello (1915-1999), do MN, foi o primeiro especialista em **meteoritos** do Brasil. A partir de 1950 publicou diversos artigos de divulgação, como também ministrava palestras sobre o assunto, principalmente nas décadas de 60 e 70 quando havia grande interesse em **meteoritos** devido à corrida espacial. Os trabalhos científicos se limitaram a descrições isoladas de **meteoritos**, a maioria com análises químicas de Cândido Simões Ferreira que, mais tarde, veio a se dedicar à paleontologia. Em 1971, o professor Curvello publicou nova lista que já totalizava 32 **meteoritos** (Curvello, 1971).

Em 1978 Jacques Danon (1924-1989) implantou no Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) grupo de pesquisas que incluiu o estudo de **meteoritos** com a espectroscopia Mössbauer¹⁰, o primeiro na América Latina, lançando diversas publicações de relevância internacional, principalmente a já citada tratando da tetrataenita do **meteorito** Santa Catarina. O grupo, hoje liderado por Rosa Scorzelli, continua com pesquisas de ponta no uso da espectroscopia Mössbauer não só em **meteoritos**, como em outros objetos.

Celso de Barros Gomes publicou a descrição de diversos **meteoritos** rochosos brasileiros com a colaboração de Klaus Keil (Gomes and Keil, 1980), o mais completo livro do gênero, oferecendo a descrição de todos os **meteoritos** rochosos do Brasil com análises químicas e isotópicas, petrografia, idades e coleções. Os **meteoritos** rochosos somavam 21 em número, no entanto, não era dada a totalização dos **meteoritos** conhecidos que já somavam 37.

Um grande divulgador de **meteoritos** foi o dr. Hardy Grunewaldt (1925-2006), médico de Arroio do Meio, RS, sendo o primeiro colecionador de **meteoritos** no Brasil que divulgava e fazia questão de mostrar os **meteoritos** a todos que encontrava. Desta maneira, conseguiu que pelo menos seis **meteoritos** fossem trazidos ao conhecimento da ciência: o Putinga, a cuja

¹⁰ Espectroscopia Mössbauer é uma técnica analítica que utiliza o efeito Mössbauer na identificação de espécies químicas. No modo de absorção, uma amostra sólida é exposta à radiação γ e um detector mede a intensidade da radiação transmitida através da amostra, variando-se a energia dos raios γ .

queda ele próprio havia assistido; o Nova Petrópolis, ao fazer um arqueólogo lembrar que havia visto uma pedra que chorava; o Soledade, que um viajante havia visto tentarem cortá-lo com maçarico; o Porto Alegre, que veio a ser comprado pelo diretor do Museu da PUC de Porto Alegre; o Balsas, que soube ter sido trazido do Maranhão e mantido num clube de ufólogos; e o Lavras do Sul que descobriu no gabinete de um professor da UFRGS sem nunca ter sido estudado. O dr. Grunewaldt doou metade do **meteorito** Nova Petrópolis para o MN.

O estudante de pós-graduação do Laboratório de Petrologia da Universidade Federal da Bahia (UFBA), Wilton Pinto de Carvalho, escreveu livro sobre a história do Bendegó (Carvalho, 1995) e, desde então, vem se dedicando a **meteoritos**, principalmente ao Bendegó, tema de sua tese de mestrado (Carvalho, 2010).

Recentemente foi fundada a Sociedade Meteorítica Brasileira, no entanto esta sociedade não prosperou, talvez por sua política comercial que afasta os poucos pesquisadores em **meteoritos** que consideram estes cobiçados objetos de interesse puramente científico.

O autor deste texto iniciou-se na meteorítica sob a orientação do professor Curvello ao término do curso de astrônomo no Observatório do Valongo com a monografia intitulada “**Meteoritos** e a Formação do Sistema Solar” (Neves, 1979). Desde então procurou se dedicar exclusivamente aos **meteoritos**.

Hoje, graças aos projetos de divulgação científica e principalmente ao projeto “Tem um ET em seu Quintal?” desenvolvidos pela autora, o número de **meteoritos** brasileiros chega a 62, com a última queda tendo sido registrada em 19 de junho de 2010 na divisa entre o Rio de Janeiro e o Espírito Santo, entre as cidades de Varre-Sai (RJ) e Guaçuí (ES), o **meteorito** Varre-Sai (Figura 14). O **bólido** foi avistado nos dois estados e na região foram ouvidos estrondos que foram confundidos com fogos de artifício, pois era época de Copa do Mundo. No entanto, o senhor Germano Oliveira observou algumas nuvens estranhas de coloração avermelhada no local dos estrondos e pressentiu que havia caído algo próximo dele. No dia seguinte ele achou uma das pedras e mostrou aos vizinhos. Um aluno questionou sua professora, Filomena Rudolph, sobre a possibilidade de cair pedra do céu. Mas a professora tinha recebido o material da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA) que incluía o folheto da campanha “Tem um ET em seu Quintal?”. Ela entrou em contato com a autora deste texto, acreditando se tratar de um **meteorito**. Realmente, trata-se de um **condrito** ordinário que colocou o senhor Germano, a professora Filomena e a cidade de Varre-Sai na história da meteorítica.



Figura 14. Meteorito de Varre-Sai coletado pelo senhor Germano Oliveira (Foto da autora)

A partir de 2010 o evento “**Meteoritos e Vulcões**” realizado anualmente pela autora com o apoio da Petrobras e, em 2013, da FAPERJ, tem tentado derrubar as barreiras entre amadores e profissionais interessados em **meteoritos**, para que juntos possam somar forças a fim de buscar novos **meteoritos**, promover suas pesquisas e difundi-los à sociedade. Mas, embora pareça estranho, parece que a meteorítica só deverá crescer no Brasil quando houver interesse comercial, assim como nos Estados Unidos onde o maior divulgador da meteorítica, o autodidata Harvey H. Nininger (1887-1986), foi também o primeiro comerciante de **meteoritos**. Mesmo com essa visão capitalista, a ciência irá ganhar, pois os **meteoritos**, para serem comercializados, têm que ser primeiro pesquisados, analisados e uma amostra ser depositada em um centro de pesquisa e curadoria. Assim, faz-se necessário que se tenha uma lei no Brasil que seja conveniente para o desenvolvimento da meteorítica.

Em março de 2012 a lista de **meteoritos** brasileiros oficialmente reconhecidos pelo *Meteoritical Society* tinha 62 exemplares. Os **meteoritos** caem aleatoriamente sobre a Terra, distribuindo-se mais ou menos uniformemente por toda a sua superfície. No entanto, o Brasil, com aproximadamente 50% da área da América do Sul, possui uma amostragem de **meteoritos** inferior à do Chile ou da Argentina. Possuímos apenas 5% da quantidade de **meteoritos** dos Estados Unidos cuja área é pouco maior que a nossa.

A pequena quantidade de **meteoritos** brasileiros se deve principalmente à falta de conhecimento e interesse da população. A distribuição geográfica dos **meteoritos** brasileiros identificados se dá de forma bastante desigual. Minas Ge-

rais detém a marca de 20 **meteoritos** encontrados em seu território, o que corresponde a 34,5%, ou seja, mais de 1/3 dos **meteoritos** brasileiros, enquanto pelo menos 14 estados não possuem nenhum **meteorito** encontrado em seu território devido a suas áreas populacionais esparsas e florestais bem densas, como a região amazônica que possui apenas 1 **meteorito**, o de Ipitinga, descoberto por um geólogo num corte de estrada no Pará. Por outro lado, Minas Gerais parece possuir predisposição e maior curiosidade da população por minerais e minérios, refletindo isso no nome do estado desde a colonização.

No entanto, recentemente, o número de **meteoritos** encontrados em Goiás tem crescido, principalmente pela busca de ouro. Isso se deve aos detectores de metal que encontram **meteoritos** em vez de ouro.

A Tabela 3 e o mapa da Figura 15 apresentam o atual panorama estatístico da meteorítica do Brasil.

Nº	NOME	Achado ou Queda	UF	DATA	TIPO	CLASSE	GRUPO
1	Angra dos Reis	Q	RJ	1869	Aerólito	Acondrito	Angrito
2	Angra dos Reis II	A	RJ	*	Siderito	Hexaedrito	IAB
3	Avanhandava	Q	SP	1952	Aerólito	Condrito ordinário	H4
4	Balsas	A	MA	1974	Siderito	Octaedrito médio	IIIB
5	Barbacena	A	MG	1918	Siderito	Octaedrito plessítico	ANOM
6	Bendegó	A	BA	1784	Siderito	Octaedrito grosseiro	IC
7	Blumenau	A	SC	1986	Siderito	Octaedrito médio	IVA
8	Bocaiúva	A	MG	1961	Siderito	Octaedrito fino	ANOM
9	Campinorte	A	GO	1992	Siderito	Octaedrito médio	UNGR
10	Campos Sales	Q	CE	1991	Aerólito	Condrito ordinário	L5
11	Casimiro de Abreu	A	RJ	1947	Siderito	Octaedrito médio	IIIB
12	Conquista	Q	MG	1965	Aerólito	Condrito ordinário	H4
13	Cratheús	A	CE	1909	Siderito	Octaedrito fino	IVA
14	Cratheús	A	CE	1950	Siderito	Octaed. Plessítico	IIC
15	Gov. Valadares	A	MG	1958	Aerólito	Nakhlito	SNC

16	Ibitira	Q	MG	1957	Aerólito	Eucrito	HED
17	Iguaraçu	Q	PR	1977	Aerólito	Condrito ordinário	H5
18	Indianópolis	A	MG	1989	Siderito	Oct. muito grosso	IIAB
19	Ipiranga	Q	PR	1972	Aerólito	Condrito ordinário	H6
20	Ipitinga	A	PA	1989	Aerólito	Condrito ordinário	H5
21	Itapicuru-Mirim	Q	MA	1879	Aerólito	Condrito ordinário	H5
22	Itapuranga	A	GO	1977	Siderito	Octaedrito grosso	IAB
23	Itutinga	A	MG	1947	Siderito	Octaedrito médio	IIIAB
24	Lavras do Sul	A	RS	1985	Aerólito	Condrito ordinário	L5
25	Macau	Q	RN	1836	Aerólito	Condrito ordinário	H5
26	Mafra	Q	SC	1941	Aerólito	Condrito ordinário	L3-L4
27	Maria da Fé	A	MG	1982	Siderito	Octaedrito fino	IVA
28	Marilia	Q	SP	1971	Aerólito	Condrito ordinário	H4
29	Minas Gerais	A	MG	1888	Aerólito	Condrito ordinário	L6
30	Minas Gerais (b)	A	MG	2001	Aerólito	Condrito ordinário	H4
31	Morro do Roccio	A	SC	1928	Aerólito	Condrito ordinário	H5
32	Nova Petropolis	A	RS	1967	Siderito	Octedrito médio	IIIAB
33	Palmas de Monte Alto	A	BA	1954	Siderito	Octaedrito médio	IIIAB
34	Paracutu	A	MG	1980	Siderito	Octedrito grosso	IAB
35	Pará de Minas	A	MG	1934	Siderito	Octaedrito fino	IVA
36	Parambú	Q	CE	1964	Aerólito	Condrito ordinário	LL5
37	Paranaíba	Q	MT	1956	Aerólito	Condrito ordinário	L6
38	Patos de Minas I	A	MG	1925	Siderito	Hexaedrito	IIAB
39	Patos de Minas II	A	MG	1925	Siderito	Octaedrito médio	IAB
40	Patrimônio	Q	MG	1950	Aerólito	Condrito ordinário	L6

41	Piedade do Bagre	A	MG	1922	Siderito	Octaedrito médio	ANOM
42	Pirapora	A	MG	1950	Siderito	Hexaedrito	IIAB
43	Porto Alegre	A	RS	2005	Siderito	Octaedrito médio	IIIIE
44	Puttinga	Q	RS	1937	Aerólito	Condrito ordinário	L6
45	Quijingue	A	BA	1980	Siderolito	Palasito	PAL
46	Rio Negro	Q	PR	1934	Aerólito	Condrito ordinário	L4
47	Rio do Pires	A	BA	*	Aerólito	Condrito ordinário	L6
48	Sanclerlândia	A	GO	1971	Siderito	Octaedrito médio	IIIB
49	Santa Bárbara	Q	RS	1873	Aerólito	Condrito ordinário	L4
50	Santa Catarina	A	SC	1875	Siderito	Ataxito	IAB-ung
51	Santa Luzia	A	GO	1925	Siderito	Octaedrito muito grosseiro	IIAB
52	S. Vitoria do Palmar	Q	RS	2003	Aerólito	Condrito ordinário	L3
53	S. J. Nepomuceno	A	MG	*	Siderito	Octaedrito fino	IVA
54	S. José Rio Preto	Q	SP	1962	Aerólito	Condrito ordinário	H4
55	Serra de Magé	Q	PE	1923	Aerólito	Acondrito	Eucrito
56	Sete Lagoas	Q	MG	1908	Aerólito	Condrito ordinário	H4
57	Soledade	A	RS	1982	Siderito	Octaedrito grosso	IAB
58	Uberaba	Q	MG	1903	Aerólito	Condrito ordinário	H5
59	Urucuá	A	GO	1986	Siderito	Octaedrito grosso	IAB
60	Varre-sai	Q	RJ	2010	Aerólito	Condrito ordinário	L5
61	Veríssimo	A	GO	1965	Siderito	Octaedrito médio	IIIB
62	Vitória da Conquista	A	BA	2007	Siderito	Octaedrito fino	IVA

Tabela 3. Lista atualizada dos meteoritos brasileiros.

*: sem informação de data



Figura 15. Localização dos 62 meteoritos da Tabela 3 no mapa do Brasil

Uma área bastante promissora é a ecorregião do Raso da Catarina na caatinga baiana, por ser grande região de terras áridas que possibilita a conservação dos **meteoritos** e por ter escassa vegetação. No entanto, não houve nenhuma expedição científica para a busca sistemática de **meteoritos** nessa região e a população esparsa, sem conhecimento nem curiosidade para procurar **meteoritos**, ainda não fez nenhuma descoberta.

Embora a Antártida seja o continente em que mais **meteoritos** são encontrados, a região em que o Brasil tem participação não é de gelo azul, mas propícia aos achados. No entanto, muitos poderiam ser encontrados se houvesse treinamento e envolvimento dos pesquisadores de outras áreas que estão envolvidos no Programa Antártico Brasileiro.

Apesar da coleção de **meteoritos** do Brasil ser pequena, alguns dos **meteoritos** mais importantes do mundo são brasileiros como o Angra dos Reis, Ibitira e o Santa Catarina.

Referências

- Andrade Jr., J. F. de (1931), “Estudo spectrochimico de um meteorito cahido em Cratheus, estado do Ceará”, *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 3, 2, 57-63.
- Berthou, M. F. (1837), Chute de pierres observée au Brésil, *Comptes Rendus*, 5, 211.
- Buchner, E.; Schmieder, M.; Kurat, G.; Brandstätter, F.; Kramar, U.; Ntaflos, T. and Kröchert, J. (2012), Buddha from space — An ancient object of art made of a Chinga iron meteorite fragment, *Meteoritics & Planetary Science*, 47, 9, 1491-1501.
- Burke, J. G. (1986), *Cosmic Debris: Meteorites in History*, Berkeley: University of California Press.
- Carvalho, J. C. (1888), *Meteorito de Bendegó*, Relatório apresentando ao Ministério da Agricultura, Comércio e Obras Públicas e à Sociedade Brasileira de Geografia do Rio de Janeiro, sobre a remoção do Meteorito de Bendegó do Sertão da Bahia para o Museu Nacional, Rio de Janeiro: Imprensa Oficial.
- Carvalho, W. P. (1995), *Os meteoritos e a história do Bendegó*, Salvador: T. A. Comunicação.
- Carvalho, W. P. (2010), “O Meteorito Bendegó: História, Mineralogia e Classificação Química”, *Dissertação de mestrado em Geologia*, Bahia: UFBA.
- Chladni, E. F. F. (1794), *Über den Ursprung der von Pallas Gefundenen und anderer ihr ähnlicher Eisenmassen, und Über Einige Damit in Verbindung stehende Naturerscheinungen* (Johann Friedrich Hartknoch, Riga), Reprint, Tempe, AZ: UCLA.
- Curvello, W. S. (1971), “Meteoritos brasileiros”, *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Resumo de Comunicações, 43: 838-839.
- Derby, O. A. (1888), “Meteoritos Brasileiros”, *Revista do Observatório Nacional*, 3, 1-20.
- Gomes, Celso and Keil, Klaus (1980), *Brazilian Stone Meteorites*, Albuquerque: University of New Mexico Press.
- Guignet, E. et Ozorio de Almeida, G. (1876), Sur un fer météorique très riche en nickel, trouvé dans la province de Santa-Catharina (Brésil), *Comptes Rendus*, 83, 917-919.
- Guimarães, D. (1958). “Meteorito do Corrego de Areado, Patos, Minas Gerais”, *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, 7, 2, 33-34.

- Krot, A. N.; Keil, K.; Goodrich, C. A.; Scott, R. D. and Weissberg, N. K. (2005), Classification of meteorites, in A. M. Davis (Ed.), *Meteorites, comets and planets: Treatise on Geochemistry*, Boston: Elsevier.
- Ludwig, V. E und Tschermak, G. (1887), Der Meteorit von Angra dos Reis, *Mineral. Petrog. Mitt.*, 8, 341-355.
- McBeath, A. and Gheorghe, A. D. (2004), Meteor Beliefs Project: The Palladium in ancient and early Medieval sources, *WGN, The Journal of the International Meteor Organization*, 32, 4, 117-121.
- McBeath, A. and Gheorghe, A. D. (2005), Meteor Beliefs Project: Meteorite worship in the ancient Greek and Roman worlds, *WGN, The Journal of the International Meteor Organization*, 33, 135-144.
- McCall, G. J. H.; Bowden, A. J. and Howarth, R. J. (2006), *The History of Meteoritics and Key Meteorite Collections: Fireballs, Falls and Finds*, London: University College.
- Menezes, V. (1957), A Probable meteorite fall in Brazil, *Sky & Telescope*, 17, 1, 10.
- Moraes, L. J e Guimarães, D. (1927) "Meteorito caído na Serra de Magé, município de Pesqueira, Pernambuco", *Boletim do Instituto Brasileiro de Ciências*, 356-360.
- Mornay, A. F. (1816), An Account on the Discovery of a Mass of Native Iron in Brasil, *Phil. Trans. R. Soc. Lond.*, 106, 270-280.
- Neves, M. E. S. (1979), "Meteoritos e a Formação do Sistema Solar", *Monografia de término de curso de astrônomo*, Rio de Janeiro: Observatório do Valongo, UFRJ.
- Newton, H. A. (1887), The Worship of Meteorites, *Nature*, 1450, 355-359.
- Oliveira, E. (1931), "Catálogo de meteoritos do Museu Nacional. Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil e Escola de Minas", *Anais da Academia Brasileira de Ciência*, 3, 33.
- Rubinger, Marcos (1957), "Migomaspa", *Boletim Mineiro de Geografia*, 1, 81-83.
- Scott, E. R. D.; Wasson, J. T. and Buchwald, V. F. (1973), The chemical classification of iron meteorites: VII. A reinvestigation of irons with Ge concentrations between 25 and 80 ppm, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 37, 1957-1983.
- Sears, D. W. (1975), Sketches in the History of Meteoritics 1: The Birth of Science, *Meteoritics*, 10, 3, 215.
- Spix, J. B. von und Martius, C. F. P. von (1828), *Reise in brasiliens auf Befehl Sr. Majestät Maximilian Joseph I, Königs Von Baiern, in den Jahren 1817 bis 1820 gemacht und beschrieben...* v. 2, München: Gedruckt by I. J. Lentner (tradução brasileira "Viagem pelo Brasil 1817-1820", São Paulo: Edições Melhoramentos, 1938).
- Tschermak, G. (1888), Beiläufige Angabe der Fallzeit der Meteoriten von Angra, *Mineral. Petrog. Mitt.*, 9, 423.

Vidal, N. (1931), "Meteorito Santa Luzia de Goyaz", *Boletim do Museu Nacional*, 7, 9-28.

Vidal, N. (1936), "Meteoritos Brasileiros", *Boletim do Museu Nacional*, 12, 91-109.

Wollaston, W. H. (1816), Observations and experiments on the mass of native iron found in Brazil, *Philosophical Transactions*, 106, 281-285.

Parte 2

O evento do Curuçá: a queda de bólidos em 13 de agosto de 1930

Ramiro de la Reza (ON/MCTI)

Henrique Lins de Barros (CBPF/MCTI)

Paulo Roberto Martini (INPE/MCTI)

O evento do Curuçá se refere à queda de importantes bólidos perto desse rio, na região amazônica brasileira próxima à fronteira com o Peru, na manhã de 13 de agosto de 1930. O único relato desse evento foi feito pelo frei Fidelis D'Alviano, publicado na Europa em 1931. Um primeiro estudo realizado por Bailey *et al.* (1995) chamou esse evento de “Tunguska Brasileiro”. Neste texto é apresentado um estudo dos diferentes aspectos físicos e sociológicos desse evento e mostra-se que, mesmo diferente daquele de Tunguska, de 1908, o evento do Curuçá é junto com aquele, um dos mais importantes impactos acontecidos sobre o Planeta no século 20.

Introdução

A presença de numerosas cicatrizes nas superfícies de diferentes planetas do tipo terrestre do sistema solar, assim como da Lua, é o resultado de intenso bombardeio por objetos menores, com tamanho da ordem de quilômetros, chamados **planetesimais**. Se o sistema solar foi formado há 4,57 Ga (1 Ga = 1 bilhão de anos), um maior bombardeio episódico aconteceu entre 3,5 e 3,9 Ga, ou seja, muito tempo depois dos primeiros 100 Ma (1 Ma = 1 milhão de anos) nos quais teriam se formado os diferentes planetas. Se na Lua e nos outros planetas próximos do tipo terrestre a presença atual de grande quantidade de crateras de impacto é indicação clara dessa época singular conhecida na literatura como o Bombardeio Pesado Tardio ou LHB (*Late Heavy Bombardment*), este não é o caso da Terra, onde praticamente nenhuma cratera dessa época foi conservada (ver “Crateras de impacto meteorítico no Brasil” neste Capítulo). No entanto, já que a Terra tem massa maior que a da Lua e de outros planetas terrestres, seria de se esperar que a Terra estivesse completamente coberta de crateras. Diversos mecanismos relacionados à **tectônica de placas**, à ação erosiva da hidrosfera, atmosfera e massas de gelo e a outros fenômenos que ocorrem em um planeta ativo como a Terra, agiram de forma a apagar as crateras de impacto terrestres daquela época. Atualmente somente rochas sedimentares na Groenlândia datam dessa época e conservam informação mineralógica e química do LHB (Gråe-Jorgensen *et al.*, 2009).

Por que existiu o LHB? Quais foram os principais agentes do bombardeio: **asteroides** ou cometas? Estes são atualmente temas de estudo e debates. Provavelmente o modelo que melhor explica a ocorrência do LHB é o modelo dinâmico do sistema solar (Gomes *et al.*, 2005), no qual processos de migração dos quatro planetas gigantes do sistema solar levaram a uma rápida ruptura da arquitetura de todo o sistema planetário produzindo esse bombardeio. Para esse modelo, a contribuição dos **asteroides** seria fundamental. Ao contrário, para Gråe-Jorgensen *et al.* (2009), a maior concentração do elemento irídio em camadas sedimentares, supostamente depositadas após impactos de grandes objetos extraterrestres, indicaria que os cometas teriam sido os principais agentes desse bombardeio, produzindo ao mesmo tempo importante parte da massa oceânica da Terra.

Depois da ocorrência do LHB, de natureza caótica, o sistema solar teria alcançado o estado de equilíbrio atual, onde os raros bombardeios que acontecem desde o LHB até hoje, respondem a outros tipos de perturbações dinâmicas no sistema solar, de origem local.

É importante sublinhar o provável papel do LHB na origem da vida na Terra. De fato, os primeiros sinais da vida aparecem justo depois do LHB. Porém, os maiores e mais raros impactos, sejam de cometas ou **asteroides**, provocaram extinções biológicas massivas, como aquela que acabou com os dinossauros há 65 Ma na extinção K-T do Cretáceo-Terciário.

Das 139 crateras e estruturas de impacto catalogadas na Terra, por exemplo, por Hodge (1994), vemos que a grande maioria tem idades menores que ~500 Ma. Somente três crateras com diâmetros excepcionalmente grandes (maiores que 100 km) de 160, 140 e 200 km, aconteceram nas respectivas idades do passado de > 570 Ma, 1.850 Ma e 1.970 Ma. Não há relação direta do diâmetro das crateras com a sua idade, já que quatro enormes crateras com diâmetro entre 80 e 200 km foram formadas durante os últimos 200 Ma. Uma delas é a famosa Chicxulub, com idade de 65 Ma, relacionada com a extinção K-T acima mencionada.

Hoje nossa civilização tem como maior risco a colisão com um eventual objeto grande que, mesmo raro, não nos exime de estarmos alerta. Como a probabilidade aumenta inversamente com o tamanho dos **bólidos** impactantes, devemos também nos preocupar com a queda de objetos na faixa de algumas dezenas de metros. Mais que as massas, são as altas velocidades, de algumas dezenas de km/s, que tornam esses objetos perigosos.

O evento de 15 de fevereiro de 2013 na Rússia

Quando este texto estava sendo escrito, a população terrestre foi surpreendida com o evento que aconteceu na cidade russa de Chelyabinsk. Era a primeira vez na história da humanidade que a queda de um **bólido** produzia, de maneira confirmada, ferimentos em uma população de 1.500 pessoas. Esses ferimentos foram provocados indiretamente por estilhaços de vidro produzidos pela frente de uma onda de choque que atingiu essa cidade. Um detalhamento desse recente evento ajudará mais tarde a entendermos vários aspectos físicos do evento de Curuçá em 13 de agosto de 1930, mesmo que, em princípio, sejam de natureza diferente.

Dois tipos de **bólidos** podem cair na Terra. De um tipo são os asteroidais, ou seja, objetos de consistência dura, formados por rochas ou metais. Do outro tipo são os objetos frágeis como cometas, formados por gelo sujo com poeira primordial. De um modo geral as órbitas dos **asteroides** não são bem conhecidas e ainda não se tem informação suficiente que permita prever o momento e o local da queda de um desses objetos na superfície terrestre. Podem cair em

qualquer data, em qualquer hora e em qualquer lugar. Ao contrário, boa parte dos objetos de natureza cometária pode cair em qualquer lugar da superfície terrestre como os **asteroides**, mas a data da queda pode ser prevista. Essa data coincide com a data anual da passagem da Terra, em seu movimento orbital ao redor do Sol, pela trajetória de cometas periódicos¹.

Foi confirmado que o objeto da recente queda na Rússia era asteroidal, isto é, de natureza rochosa com 10% de ferro. O mais extraordinário foi que nessa mesma data, por pura coincidência, um **asteroide** de 45 m passava a uma distância bem próxima da Terra em termos astronômicos, de 27.700 km. Mas a passagem desse objeto denominado 2012 DA14 estava prevista, enquanto que a daquele que caiu na Rússia no mesmo dia, por ser menor, não estava previsto. Todavia deve ficar claro que não havia relação entre esses dois objetos, já que suas órbitas eram diferentes e opostas (Figura 1).

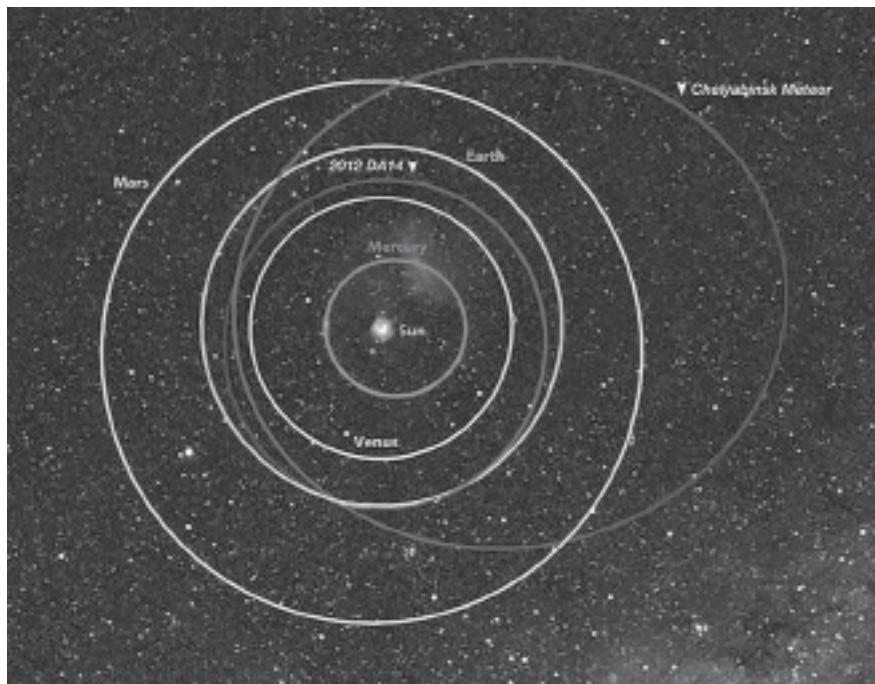


Figura 1. Órbita do **asteroide** 2012 DA14 e do objeto de Chelyabinsk cruzando a órbita terrestre (parte inferior da Figura). As órbitas dos planetas Mercúrio, Vênus e Marte também são mostradas (ilustração da NASA de domínio público)

¹ Costuma-se classificar um cometa como periódico quando o seu período orbital é inferior a 200 anos.

Mesmo não prevista, a queda do objeto na Rússia foi amplamente filmada e diferentes partes da trajetória inclinada de queda foram monitoradas por câmaras de tráfego. Segundo modelos, trata-se de um objeto de 17 a 20 m pesando cerca de 11 mil t, entrando a 15 km/s na alta atmosfera (termosfera, acima de 80 km) até chegar ao solo com pequenos resíduos materiais. Alguns **meteoritos** com menos de 1 cm de tamanho foram encontrados primeiramente. Segundo pesquisadores russos, três explosões teriam ocorrido nesse caminho. Uma primeira, a mais importante, com energia equivalente a 0,5 Mt de TNT entre 70 e 30 km. A desintegração final teria se produzido numa altitude de 15 a 25 km, ou seja, no limite superior da estratosfera (aviões comerciais utilizam a faixa em volta de 10 km). Os últimos pedaços teriam provocado cratera de 6 m de diâmetro na superfície congelada do lago Chebarkul, onde a maioria de pequenos **meteoritos** foi encontrada. Durante a queda, foi a cidade de Chelyabinsk que recebeu a onda de choque produzida no espaço e, ao mesmo tempo, sofreu impacto sísmico de magnitude 2,7 na escala Richter. Mas o verdadeiro sofrimento das 1.500 pessoas que ficaram feridas foi causado pelos efeitos da alta pressão da intensa onda de choque ocasionada pela detonação na atmosfera. Recentemente, em outubro de 2013, foi recuperado do fundo do lago de Chebarkul o **meteorito** principal do evento pesando 570 kg.

Impacton

Os cometas são originários das regiões mais afastadas do centro do sistema solar, portanto dos confins mais frios. Ao contrário, a maioria dos **asteroides** provém do cinturão dos **asteroides** (Figura 2) entre Marte e Júpiter. Como a Terra está mais perto do Sol, estamos felizmente em uma posição favorável para observar esses objetos quando eles se aproximam da Terra, pelo efeito da reflexão da luz solar. Assim podemos seguir seus movimentos, calcular suas órbitas, analisar os possíveis riscos e classificá-los como perigosos ou não. Os eventuais objetos ou **asteroides** residuais que se encontram entre o Sol e a Terra, ou seja, em órbitas internas à da Terra, são potencialmente mais perigosos porque não podem ser observados ou monitorados facilmente.

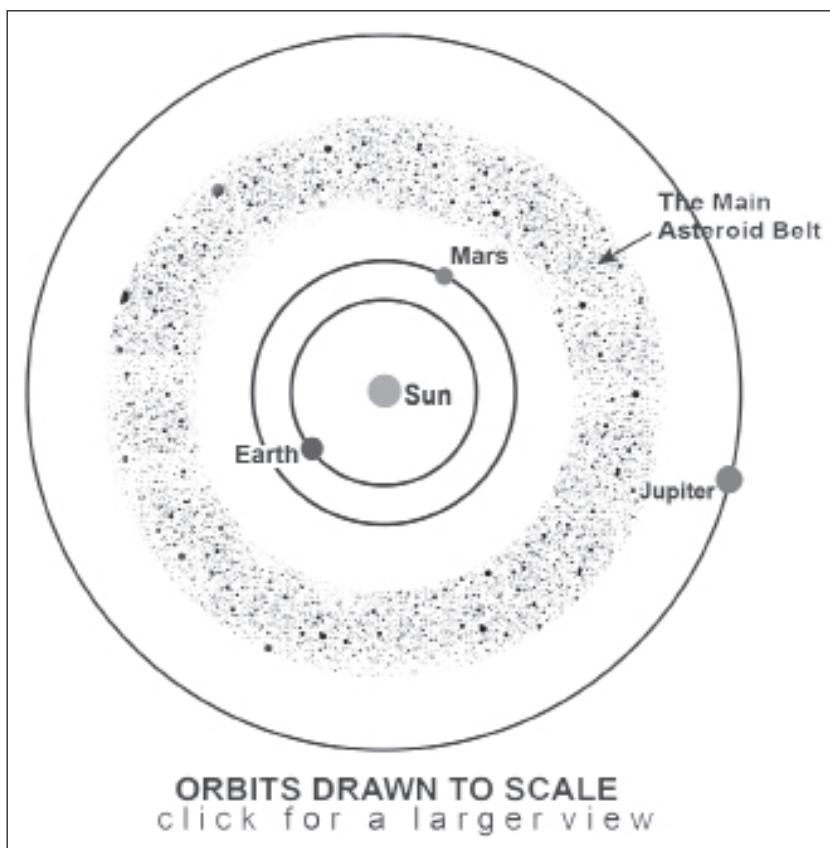


Figura 2. O cinturão de **asteroides** entre as órbitas de Marte e Júpiter. As órbitas dos planetas estão em escala (ilustração tirada de *The Harmony of the World* em www.keplersdiscovery.com)

Existe um grupo de objetos denominados *Near Earth Objects* (NEOs) que, por efeito de alguma perturbação gravitacional, entraram na vizinhança da Terra. O cálculo matemático das órbitas em três dimensões é um processo complexo utilizando técnicas matemáticas sofisticadas. Esses cálculos são alimentados por informações colhidas nas observações dos NEOs ao longo do tempo. Para sistematizar o patrulhamento de objetos perigosos, o centro da IAU (sigla em inglês da União Astronômica Internacional) conhecido como *Minor Planet Center* (MPC) sediado em Cambridge, MA, recebe as observações de NEOs e calcula a sua probabilidade de impacto. Em casos de pouca certeza, com ajuda de poderosos computadores são feitos cálculos numéricos para um grande número de **asteroides** virtuais, fazendo-se pequenas variações

em torno dos valores médios dos elementos orbitais² do NEO em exame. Se, por exemplo, há 100 mil **asteroides** virtuais e o cálculo do movimento futuro predisser que 4 entre eles colidirão com a Terra, a probabilidade de o **asteroide** colidir com a Terra será de 4/100.000 ou 1/25.000.

O projeto Impacton do Observatório Nacional (ON), recentemente implantado, conta com telescópio robotizado de 1 m de diâmetro instalado no município de Itacuruba, PE (latitude 8°47'32,1" S e longitude 38°41'18,7" O), e tem como objetivo, não propriamente a descoberta de novos NEOs, mas o monitoramento e a caracterização física de objetos pré-selecionados nas cercanias da Terra. Esta iniciativa do ON faz com que o Brasil integre os programas internacionais de monitoramento, contribuindo com observações no hemisfério sul e o estudo de características físicas de **asteroides** e cometas em risco de colisão com a Terra.

O evento do Curuçá

Este trabalho aborda um evento importante relativamente recente, que ocorreu em território brasileiro na manhã de 13 de agosto de 1930, conhecido como o “evento do Curuçá”. Segundo Napier e Asher (2009) este evento com o conhecido evento de Tunguska em 1908 e um terceiro, muito pouco estudado, que aconteceu na Guiana Inglesa em 1935 (Korff, 1939), teriam sido os casos de queda de **bólidos** mais importantes do século 20.

Diferentemente das estruturas pré-históricas de impacto no Brasil descritas neste livro (ver “Crateras de impacto meteorítico no Brasil” neste Capítulo), o evento do Curuçá e sua estrutura de impacto, por ser episódio recente, está acompanhado de relatos e medições, especialmente do tipo sismológico. Como será visto mais adiante, uma expedição realizada em 1997 ao possível lugar de queda forneceu informações adicionais à lista das outras indicações de que dispomos.

Relato

Todo o conhecimento inicial deste evento está concentrado num relato que foi publicado pela primeira vez pela agência *Fides* de notícias em 1931 no jornal oficial do Vaticano, *L’Osservatore Romano*. Das repercussões desta notícia na Europa só se tem conhecimento daquela do jornal *The Daily Telegraph* de Lon-

² São seis os elementos orbitais, que são os parâmetros necessários para determinar uma órbita de forma única.

dres naquele mesmo ano (Bailey *et al.*, 1995; Steel, 1995). Trata-se de relato feito pelo frei Fidelis D'Alviano, da Ordem dos Franciscanos, que realizava seu trabalho de catequese no rio Curuçá. Foi justamente perto deste rio que aconteceu este evento que pode ser considerado planetário, e do qual o frei Fidelis se tornará o único emissário para o mundo.

Frei Fidelis chegou ao rio Curuçá, rio que desemboca no Javari (divisa com o Peru), por volta de 18 de agosto de 1930, cinco dias após o estranho e terrível fenômeno. Mesmo cinco dias depois, a população, principalmente de seringueiros, ainda estava apavorada. No dia 13, vários **bólidos** tinham caído do céu produzindo três grandes estrondos e um tremor de terra. O frei fez relatório inteligente desse evento entrevistando perto de uma centena de seringueiros da região, e fazendo um resumo. Melhor ainda, ele produziu texto objetivo, sem nenhuma conotação religiosa. Esta objetividade não é surpreendente se considerarmos os vários aspectos pessoais do frei. Além de exercer suas atividades pastorais com os índios Ticuna por muitos anos, ele sempre trabalhou com uma atitude científica como etnógrafo e linguista. Eis suas publicações mais conhecidas: D'Alviano, 1943: 6-36 e 1945. Para descrição mais geral das atividades do frei ver em de la Reza e Faulhaber (2012).

A Europa já tinha ficado intrigada em 1908 com a queda de enorme **bólido** na Sibéria, evento hoje conhecido como o de Tunguska. Além das evidências sísmicas, também o céu europeu registrou este evento. Durante um tempo o céu ficou com as cores avermelhadas, características da presença de grandes quantidades de poeira em suspensão na atmosfera. Somente 15 anos depois um conhecido geofísico russo, Leonid A. Kulik, teve a determinação de organizar uma expedição a fim de encontrar o lugar da queda. Foi tarefa difícil, já que essa região estava sendo ocultada pelos habitantes de Tunguska como sendo lugar sagrado. Kulik não encontrou nenhuma cratera, mas sim, enorme região de cerca de 2 mil km² de floresta devastada. Isto motivou grande número de estudos, mas até hoje permanece envolto por alguns mistérios. No entanto, a interpretação mais aceita é de que um corpo de cerca de 60 a 100 m teria explodido na atmosfera em um fenômeno de detonação, produzindo violenta onda de choque que destruiu a floresta.

O astrônomo inglês Mark E. Bailey encontrou em 1995 artigo de cientistas russos citando trabalho passado de Kulik, em que ele mencionava que em 1930 teria acontecido um evento similar ao de Tunguska, na floresta amazônica. Bailey encontrou essa notícia no jornal inglês *The Daily Telegraph* publicado em 1931, mencionando o evento da Amazônia com um tom sensacionalista, referindo-se também ao perigo que teria corrido a nossa civilização. Bailey decidiu então procurar o artigo fonte que estaria no Vaticano. Com dois estudantes

partiu à procura desse artigo nos arquivos de *L’Osservatore Romano*. Mas um astrônomo amador italiano, Roberto Gorelli, também teve conhecimento desse relatório de forma independente (Gorelli, 1995).

Grande e boa foi a surpresa de Bailey ao encontrar o relato do frei Fidelis. Primeiro, como foi mencionado antes, pela objetividade do relato e segundo, porque o evento teria acontecido na manhã de 13 de agosto. Bailey publicou artigo no magazine inglês *The Observatory* em 1995 e propôs a hipótese de que os **bólidos** seriam provenientes do cometa *Swift-Tuttle*. De fato, esse cometa periódico (período orbital de 120 anos) conhecido desde os tempos de Cristo, é aquele que produz a **chuva de meteoros** que acontece todos os anos entre 11 e 13 de agosto, muito conhecida no hemisfério norte como a chuva das Perseidas. A seguir é apresentada a tradução para o português (de la Reza e Faulhaber, 2012) do relato do frei Fidelis, tal como apareceu em *L’Osservatore Romano* (Bailey *et al.*, 1995):

A QUEDA DE TRÊS BÓLIDOS NO AMAZONAS. ESTRANHO E ATERRADOR FENÔMENO (Agência *Fides*)

São Paulo de Olivença (Amazonas, Brasil). Nas florestas do rio Curuçá, afluente do rio Javari, este mesmo grande afluente do rio Amazonas no Alto Solimões, no dia 13 de agosto de 1930 caíram três grandes **bólidos** das alturas do espaço. Esse estranho evento foi seguido por uma tal combinação de fenômenos naturais e convulsões que os seringueiros, que são os homens que trabalhando na floresta, extraem a borracha, pensaram que eram testemunhas de um cataclismo pressentindo o fim do mundo: deixaram tudo com que estavam trabalhando e correram angustiados para suas cabanas para se unirem a seus entes queridos pela última vez e morrerem juntos. Outros fugiram para as margens do rio no coração da floresta, caindo de joelhos, se encomendando a Deus numa última oração. Cinco dias depois do evento, quando o padre Fidelis de Alviano partiu em sua missão apostólica entre a população do rio Curuçá, pessoas pobres estavam ainda fora de si, tomadas por terror e consternação. Com lágrimas e tremendo contaram ao missionário o que aconteceu e pediram uma explicação. Uma vez passado o medo trágico de que o mundo teria acabado, houve rumores de que teria sido manifestação de uma guerra entre Brasil e Peru e de que o terrível fenômeno seria explicado como efeitos de gases venenosos e de enormes bombas jogadas por aviões voando a grande altitude. O padre Fidelis descreveu o conhecido fenômeno dos **bólidos** e aerólitos (ver **Meteorito**), mas esta explicação científica não deixou satisfeitas aquelas pessoas que foram testemunhas aterrorizadas do horrível fenômeno. Durante sua estada nas margens do rio Curuçá, o padre Fedele (*sic*) D’Alviano visitou vários sítios ao longo do rio e teve a oportunidade de escutar pacientemente e com uma curiosidade cien-

tífica centenas de testemunhas, todas com diferentes níveis de educação e inteligência. Ele nos enviou uma descrição detalhada do que aconteceu naquela manhã de 13 de agosto, que estamos agora reportando, mesmo que ela se refira a eventos que aconteceram há vários meses, isto porque acreditamos que estes detalhes do evento ainda não chegaram à Europa.

Na manhã do dia 13 de agosto o céu estava claro e o glorioso sol equatorial já tinha se levantado para guiar o novo dia. Os seringueiros tinham começado seu trabalho diário se aventurando no coração da floresta, pescadores já estavam jogando suas redes no rio, e mulheres nas margens do rio as poucas roupas que são necessárias nestes lugares. De repente, perto das 8 horas, o sol tornou-se vermelho sangue e a escuridão distribuiu-se em todo lugar, como se uma nuvem opaca tivesse interceptado os raios solares, mas não havia nuvem... somente a aparência de uma poeira avermelhada na atmosfera, dando a impressão de que um imenso fogo teria reduzido a cinzas todos os elementos da natureza. Umas finas cinzas começaram a cair acima das plantas da floresta e sobre as águas do rio... quando um sibilo ruidoso e múltiplo foi escutado como vindo das alturas, soando como bombas de artilharia e o ruído do sibilo aproximava-se mais e mais da terra tornando-se mais e mais aterrador de modo que as crianças, colocando as mãos nas cabeças, correram para se esconder nos becos mais escondidos de suas cabanas gritando "Mamãe, Mamãe". Os habitantes simples da floresta, petrificados pelo que estava acontecendo, não tiveram, a essas alturas, nem mesmo a coragem ou a presença de espírito de levantar os olhos na direção do céu e ver o que estava acontecendo. Alguns pescadores tiveram esta coragem e quando estavam no meio do rio levantaram seus olhos para o céu e viram grandes bolas de fogo que caíram do céu como trovões. Elas aterrissaram no meio da floresta com um triplo choque, similar ao tremor do trovão e a luminosidade do raio. Ocorreram três distintas explosões, cada uma mais forte que a outra, causando um tremor de terra similar a um terremoto. Uma chuva fina de cinzas continuou a cair por algumas horas e o sol ficou velado até o meio-dia. As explosões dos corpos foram escutadas a centenas de quilômetros de distância. Em Remate dos Males e Esperança o fenômeno não foi visto, mas as explosões foram claramente escutadas e a população pensou que estavam testando novos canhões e bombas no Forte de Tabatinga.

Eis as evidências físicas a partir do texto do frei Fidelis: 1) queda de cinzas antes e depois dos estrondos; 2) bolas de fogo foram vistas; 3) estrondos devindo à queda de corpos na floresta; 4) o fenômeno foi visto e ouvido ao mesmo tempo; 5) tremor de terra local; 6) os estrondos foram ouvidos em localidades distantes algumas centenas de km; 7) o evento aconteceu perto das 8 h da manhã de 13 de agosto de 1930. É interessante notar que o frei não menciona ne-

nhuma explosão na atmosfera, nem a existência de incêndio e nem a chegada de efeito térmico como ondas de calor.

Resumidamente podemos destacar em relação às evidências citadas acima, os seguintes pontos: a existência de poeira antes dos estrondos, mencionada por Bailey *et al.* (1995), como algo difícil de ser explicado, já que em princípio se esperaria a presença de poeira somente depois da queda. Mas de la Reza *et al.* (2004) propuseram que, se os **bólidos** são efetivamente fragmentos provenientes do cometa *Swift-Tuttle*, como tinha sido mencionado por Bailey *et al.* (1995), o corpo primário deveria ter sofrido, como se espera de corpos de baixa densidade, como é o caso de corpos cometários feitos de gelo sujo com poeira cósmica, fragmentação inicial na alta estratosfera. Isso teria produzido pedaços, sendo que apenas três deles teriam atingido o solo. Pelo menos o fragmento maior teria sido capaz de produzir o astroblema (uma cicatriz da queda no solo; ver a nota de rodapé 2 em “Crateras de impacto meteorítico no Brasil”, neste Capítulo) que foi visitado em 1997 por expedição à floresta do vale do Javari, a 25 km do rio Curuçá.

Além disso, o tremor de terra produzido pelo impacto maior ou pelo conjunto de impactos, foi registrado e medido no Observatório Sismológico de San Calixto (OSC) em La Paz, Bolívia, às 7 horas locais a uma distância de 1.300 km do ponto de impacto (Vega, 1996). A aparente diferença de 1 hora, como se verá depois, pode ser devida à utilização de um fuso horário diferente pelos seringueiros. O fato relatado pelo frei, de que o impacto foi ouvido a distâncias da ordem de algumas centenas de km levou Bailey *et al.* (1995) a propor que a energia do evento do Curuçá, inicialmente chamado “Tunguska Brasileiro”, seria cerca de dez vezes menor que a de Tunguska. Esta ordem de grandeza foi confirmada pelos estudos dos autores deste texto, como será visto mais adiante.

Pesquisas iniciais

Assim que os autores deste texto tomaram conhecimento do artigo de Bailey *et al.* (1995), começaram uma série de estudos a esse respeito em várias direções. Deve-se notar que no Brasil se tratava de assunto completamente novo e inexplorado. Em outras palavras, o evento aconteceu em território brasileiro, mas fora da pequena população de seringueiros que testemunharam o evento, ninguém mais soube disto no país. As direções mencionadas eram, de um lado, científicas e, de outro lado, sociológicas. Do lado da física, a primeira evidência foi a detecção sismológica mencionada. Também foram examinados os registros geomagnéticos do ON na data e horário do evento, mas não foi encontrado registro de tempestade magnética associada. Graças ao apoio logístico do

INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) foi possível detectar por meio de fotografias do satélite Landsat, uma única estrutura semicircular localizada a cerca de 25 km do rio Curuçá que foi acima denominada astroblema. Esse tipo de estrutura pode ser uma cratera de impacto, mas pode também ter origem vulcânica. Essa imagem do Landsat foi depois comparada com imagens complementares de radar: imagens do projeto Radam (realizadas nos anos 60 por via aérea) e do satélite SPOT-XS. Posteriormente fotografias aéreas foram feitas do astroblema usando uma aeronave do INPE.

Do lado sociológico, foi procurado sem sucesso o eventual diário do frei Fidelis. Também sem sucesso buscou-se um eventual registro independente dos estrondos do evento no Forte Militar de Tabatinga. Hoje desativado, esse forte sofreu enchente em 1932 e não se sabe nem mesmo se tais registros um dia existiram, foram conservados ou se perderam. Foi procurada, também sem sucesso, alguma testemunha confiável, ainda viva, entre a população de seringueiros da época. Várias destas iniciativas preliminares (antes da expedição ao local) estão descritas em Huygue (1996) e no filme *Three minutes to impact* do canal *Discovery Channel* de 1996.

Expedição

Em junho de 1997 foi realizada a única expedição³ à região do rio Curuçá. Partindo de Tabatinga foi realizada uma viagem de dois dias e meio pelos rios Javari (Figura 3) e Curuçá até a boca do igarapé Esperança ($5^{\circ} 04' 28''$ S e $71^{\circ} 49' 10''$ O), que levaria até o astroblema (Figura 4). Antes de chegar a esse ponto foi explorada uma zona na beira do rio Curuçá apresentando um desflore-restamento importante de 11 km x 3 km. Investigações posteriores mostraram que essa zona não tinha nenhuma relação com o evento de 13 de agosto de 1930, mas tinha sido formada mais recentemente por fortes rajadas de ventos de tempestades com baixas nuvens *cumulus-nimbus*.

³ A expedição de junho de 1997 foi financiada pelas seguintes organizações: TV Globo (programa Fantástico) e TV ABC da Austrália que participaram da expedição e Sociedade Histórica e Geográfica da Bahia. Contou com o apoio logístico da FUNAI (Fundação Nacional do Índio) e foi chefiada pelo sertanista Sidney Possuelo. Teve a participação de um dos autores deste texto (PRM), geólogo do INPE e Arno Brichta, geólogo da Universidade da Bahia, do especialista em meteoritos Wilson Carvalho da Sociedade Histórica e Geográfica da Bahia e de outro autor deste texto (RR), astrofísico do ON. Ela foi apresentada no segundo filme do *Discovery Channel*, *Rumble in the Jungle*.



Figura 3.
Navegando no rio Javari no inicio da expedição. O guia e chefe logístico da expedição, o sertanista Sidney Possuelo testa um GPS (Foto Ramiro de la Reza)



Figura 4. Neste mapa de uma parte do vale do Javari no Brasil são mostradas a moderna cidade de Tabatinga (ponto inicial da expedição), o rio Javari que limita com o Peru e seu afluente o rio Curuçá, a desembocadura do igarapé Esperança, a cidade de Atalaia do Norte, a mais povoadas na época do evento (6) e o suposto ponto de impacto. As diferentes localidades que existiam somente nos anos 30 também são mostradas: cinco pequenas localidades numeradas de 1 a 5 eram ocupadas por seringueiros: (1) Santo Antonio, (2) Algemiro, (3) Botafogo, (4) São Bento e (5) Cajueiro

O trajeto fluvial no igarapé Esperança foi muito difícil e foi logo abandono-nado. A viagem prosseguiu com uma caminhada na floresta de cerca de 20 km até o astroblema. Como apoio para o itinerário realizado com GPS foram utilizadas: (1) as coordenadas da imagem Landsat (escala 250.000, gravada em 1º de agosto de 1994); (2) imagem SPOT-XS, escala 100.000, gravada em 23 de agosto de 1995 como referência de detalhes da região.

Perto das coordenadas 5° 10' 34" S e 71° 38' 34" O a expedição subiu cristas bem íngremes indicando o ingresso na cicatriz. O bordo inicial da crista a noroeste teria altura de 20 m em relação ao terreno circundante e, dentro da estrutura, observou-se declive com altura estimada da ordem de 40 m. O ponto central do astroblema determinado com base na imagem SPOT é 5° 10' 53" S e 71° 38' 27" O. Entre o primeiro ponto dentro da estrutura e o ponto central não foi encontrado nenhum declive importante. Isto caracterizaria a estrutura da cratera como sendo de pouca profundidade, talvez da ordem de 50 m. Toda a região do astroblema apresentava do ponto de vista da drenagem, característica peculiar e diferente da zona circundante. Já a vegetação em geral não se diferenciava da vegetação próxima, o que é compatível com o período caracte-rístico da recuperação vegetal amazônica, por exemplo, em caso de incêndio, que é da ordem de 20 a 30 anos (d'Oliveira *et al.*, 2011).

A superfície do solo nesta região amazônica é caracterizada principalmente por arenitos e argilas, sem a presença em geral de estruturas duras ou rochosas. No entanto, nas cristas foram encontradas algumas amostras de argila compac-tada. Mesmo que, como será visto depois com a interpretação física do modelo de impacto, as velocidades terminais dos **bólidos** não sejam muito elevadas (explicando a ausência de material impactado fundido), não se pode caracte-rizar essas amostras como sendo produzidas pelo impacto do **bólido**. De fato, elas podem ter resultado de uma compactação pelo peso em camadas internas e sido removidas do interior pelo impacto.

A uns 2—3 km do centro da estrutura, agora considerada cratera, na dire-ção sudoeste, foi encontrada entre outras, uma amostra maior, do tamanho de uma bola de futebol de massa rochoso-argilosa, pouco consolidada e friável, com aparência de bauxita. Ela mostrou ter a composição típica do solo. Pelo ta-melho essas amostras poderiam ser comparadas a tectitas, que são rochas que podem ter a forma esférica e são formadas do material fundido pelo impacto e depois ejetadas e esfriadas. No entanto, já que as velocidades finais dos corpos pre-ditas pelo modelo não são muito elevadas, seria de se esperar a ausência de material fundido. Concluímos então que esses corpos não poderiam ser tecti-tas. Todavia, como foram encontrados muito perto da cratera, mas fora dela, e considerando a ausência geral de rochas nessa região do Amazonas, é possível

que esses corpos esféricos tenham se originado no evento, mas o mecanismo de formação é desconhecido no momento.

A geometria da cratera não é simples. Nas imagens dos diferentes satélites se encontra uma forma aparente de fenda com uma zona aberta com clara ausência de paredes na direção sul (Figura 5). Essa forma pode ser característica de crateras de impacto produzidas por quedas de **bólidos** com ângulos baixos menores que $\sim 30^\circ$ (Gault and Wedekind, 1978; Schultz and Anderson, 1996). Essa situação favorece a hipótese cometária, na qual o **bólido** estaria vindo do norte, da **constelação** de Perseu, já que as Perseidas são associadas ao cometa *Swift-Tuttle*. No caso de **bólidos** caindo no sentido N-S, os seringueiros que na década de 30 povoavam as localidades às margens do rio Curuçá a ~ 25 km ao norte do ponto de impacto (Figura 4), teriam melhores condições de observação. Mesmo em se tratando de fenômeno muito rápido, eles veriam as “bolas de fogo” tais como descritas no relatório do frei Fidelis, passando praticamente acima deles e indo na direção da floresta 25 km ao sul.

Existem também evidências de cristas centrais, infelizmente com alturas não medidas. Uma medida grosseira feita a partir das imagens fornece diâmetro aparente de 1 km. No entanto, a falta de visita no local à parte sudeste não permite confirmar a presença de paredes nessa região, tal como foi feito no noroeste. Assim, não se tem medida confiável do diâmetro, de borda a borda.

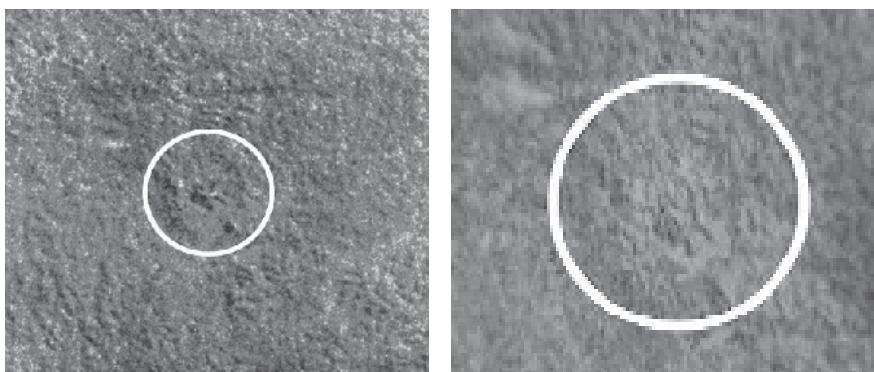


Figura 5. O astroblema (no interior dos círculos) em duas diferentes imagens: (a) do satélite Landsat entre o visível e o infravermelho próximo e (b) do satélite SPOT-XS. Em ambas as imagens N para cima e a parte aberta da cratera sugerindo a forma de fenda se encontra na parte de baixo da figura

Dados sismológicos

O OSC em La Paz detectou o evento do Curuçá a uma distância de 1.300 km. Graças a isso foi possível estimar a magnitude na escala Richter de $4,7 \pm 0,2$, a energia sísmica igual a $7,1 \times 10^{11}$ J e o instante do tremor de terra descrito pelo frei D'Alviano. Vários fatores favoráveis contribuíram para esse registro. De um lado o OSC, que faz parte de importante rede sismológica desde 1913, tinha inaugurado em 1930 um novo sismógrafo Galitzin. Os detalhes das medidas do evento estão em Vega (1996), no entanto será feita aqui exposição dos elementos mais importantes.

Na Figura 6 é mostrado o registro histórico que contém o sinal típico de um evento sísmico de superfície, de ondas geradas por reflexões múltiplas de onda aprisionada numa camada granítica. Essas ondas geralmente são transmitidas até distâncias de 6 mil km, com velocidade de $3,51 \pm 0,07$ km/s com períodos entre 0,5 e 6,0 s. O encontro com montanhas ou depósitos de água pode perturbar essa transmissão. Mas no caso do Curuçá as circunstâncias foram muito favoráveis, já que a viagem da onda sísmica de 1.300 km desde o provável ponto de impacto até o sismógrafo em La Paz foi feita dentro da região sísmica conhecida como o Escudo Brasileiro, paralelamente à cordilheira dos Andes. Por outro lado, Minaya *et al.* (1989) tinham anteriormente registrado no OSC vários eventos sísmicos de superfície provenientes da região entre o Peru e o Brasil (caso do evento do Curuçá) e concluído que a transmissão de ondas era, nessas condições, muito eficiente. Infelizmente nenhuma outra estação sismológica na região do evento estava em funcionamento na época, o que teria permitido localizar sismicamente a fonte, ou seja, a região de impacto.

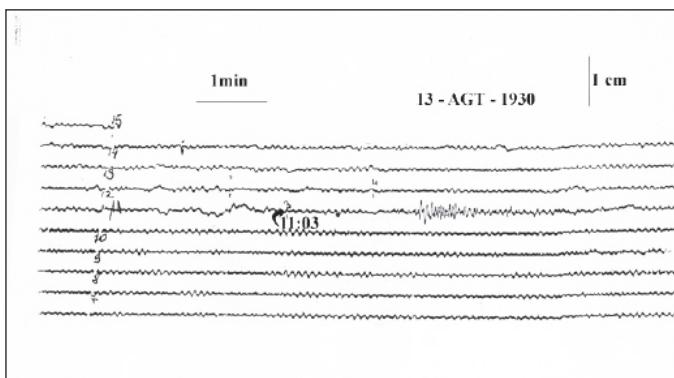


Figura 6. Sismograma do OSC de 13 de agosto de 1930 obtido com o detector Galitzin-Wilip (adaptado de Vega, 2006). A hora universal está indicada. As amplitudes correspondentes aos períodos curtos (< 3 s) estão bastante atenuadas, mas as correspondentes a períodos mais longos aparecem bem desenvolvidas

Na Figura 6 está indicado o início do registro perto de 11h em hora universal, que corresponde a 7h 5m 13,2s em hora local. Considerando-se a velocidade da onda sísmica pode-se calcular o instante do evento no Curuçá que estaria entre 6h 59m 7s e 6h 59m 45s de 13 de agosto de 1930 no OSC. A diferença deste horário com a hora aproximada de 8h no relato do frei D'Alviano pode ser explicada pela diferença de uma hora do fuso horário entre o ponto de observação no Amazonas e a localização do sismógrafo em La Paz.

Interpretação física

Durante a penetração de um corpo cósmico na atmosfera terrestre, um conjunto de processos físicos produz uma série de fenômenos de grande complexidade. Se o corpo é muito pequeno, a **ablação** faz com que ele desapareça. Este é o processo que dá origem às estrelas cadentes ou **meteoros**. Isso não acontece com corpos com mais de alguns metros de diâmetro.

O estudo da queda de um corpo específico requer uma série de simulações ou modelagens numéricas. Mas neste trabalho foi feita análise geral, válida para qualquer corpo de tamanho médio ou maior atravessando a atmosfera terrestre. Foi usado o programa de computador de Collins, Melosh and Marcus (2005), CMM05, o mais completo e prático conhecido até agora. A partir de dados de entrada como tamanho, densidade, velocidade do corpo impactante, direção da queda (ângulo de **altura** em relação à horizontal), a densidade do solo (alvo do impacto) e a distância do ponto de impacto em que se pretende fazer o estudo, é possível analisar todo o processo de queda. Quase sempre, de uma forma ou de outra, se produz fragmentação do corpo inicial. Essa fragmentação é produzida pela pressão da atmosfera na face de entrada do corpo. O destino do corpo vai depender de sua densidade e de sua composição química, o que se traduz numa maior ou menor resistência mecânica à fragmentação do corpo. Quanto maior ou menor a densidade inicial do corpo impactante, menor ou maior fragmentação ocorrerá. Também, dependendo da maior ou menor fragmentação, dois tipos diferentes de eventos podem ocorrer, a depender da altura em que ocorre a maior dissipação da energia cinética do corpo.

Se a fragmentação é maior na direção transversal à direção da queda, em certas condições ocorre o fenômeno explosivo da detonação (Chyba *et al.*, 1993). Neste caso nenhuma cratera é formada. Uma onda de choque é produzida na atmosfera, que pode atingir a superfície terrestre produzindo importantes efeitos térmicos em uma zona ao redor do local do impacto, dependendo do valor da energia cinética dissipada na atmosfera. O evento de Tunguska é

o exemplo mais notório deste caso em que a detonação teria se produzido a uma altura de 5.700 m destruindo, pelo efeito da mencionada onda de choque, uma superfície de 2 mil km² da floresta na Sibéria (Napier and Asher, 2009). Outro exemplo similar é o ocorrido recentemente em 15 de fevereiro de 2013 na Rússia e que foi descrito acima.

Ao contrário, se a fragmentação for inferior a um certo valor crítico, não ocorrerá detonação e os fragmentos, grandes no caso, poderão produzir crateras, sendo a maior cratera formada pelo fragmento maior. É o caso do evento do Curuçá. No entanto, a esta altura da pesquisa, não se sabe a natureza do corpo impactante. Este pode ser tanto de natureza asteroidal quanto cometária. As duas possibilidades serão consideradas aqui na tentativa de se chegar a alguma conclusão.

Hipótese cometária

No hemisfério norte é popular a **chuva de meteoros** Perseidas, cujo máximo ocorre em 11-13 de agosto de cada ano. Alguns historiadores consideram que esse fenômeno ajudou muito a popularizar a astronomia nos séculos 19 e 20. Os corpos que causam os **meteoros** caem na Terra com velocidade da ordem de 59 km/s e parecem vir da **constelação** de Perseu, que dá o nome a essa **chuva**. A **chuva** é produzida nessas datas pelo encontro anual da Terra em sua órbita ao redor do Sol, com a órbita do cometa Swift-Tuttle, sendo esta órbita quase perpendicular ao plano da eclíptica. Este tipo de órbita é peculiar e não se aplica à maioria dos cometas de curto período (período orbital < 200 anos) como o Swift-Tuttle. Os fragmentos que caem na Terra são a matéria deixada pela passagem do cometa. Diferentemente da cauda bem conhecida dos cometas, formada pela sublimação do gelo cometário e cuja direção é sempre oposta ao Sol, estes fragmentos preenchem uma espécie de tubo anular que envolve a órbita desse cometa de período de 120 anos. Devido ao fato de que o corte transversal desse tubo é significativamente maior que a Terra, esta só recebe pequena porcentagem dos fragmentos deixados pelo cometa durante não mais que 160 mil anos, o que corresponde a 1.200 órbitas do cometa (Harris *et al.*, 1995).

Especulou-se sobre a possibilidade de colisão da Terra com o corpo principal desse cometa durante a **chuva de meteoros**, o que constituiria perigo real para a nossa civilização. Cálculos da órbita futura mostram que no dia 5 de agosto de 2126 esse cometa passará a somente 0,153 UA da Terra (UA: Unidade Astronômica é a distância média da Terra ao Sol, cerca de 150 milhões km) e que em 2261 a menor distância será de 0,147 UA. Em ambos os casos nosso Planeta estaria a salvo (Yau *et al.*, 1994; Chambers, 1995).

Certa fração dos cometas sofre ruptura (Boehnhardt, 2004) levando, seja à sua destruição total, seja também à formação de cometas menores. Vários mecanismos de ruptura são estudados, mas só no caso da destruição recentemente observada do cometa Shoemaker-Levy é que a verdadeira causa é conhecida. Efeitos de maré⁴ causados por Júpiter o levaram à fragmentação em cerca de 20 pedaços que acabaram colidindo com aquele planeta. No evento do Curuçá um fragmento inerte, isto é, sem vaporização tipicamente cometária teria se separado do corpo principal do cometa em algum lugar de sua órbita e caído na Terra na manhã de 13 de agosto de 1930. Como será visto mais adiante, o tamanho desse fragmento seria, segundo nosso modelo, da ordem de 340 m ao entrar na alta atmosfera, o que é relativamente pequeno se compararmos ao diâmetro do corpo principal do cometa que é da ordem de 23 km (Boehnhardt *et al.*, 1996). Exemplos de separação de fragmentos importantes foram observados em muitos outros cometas.

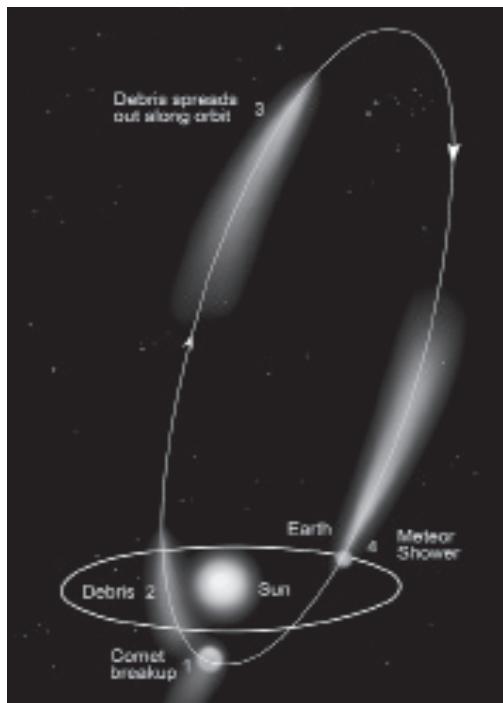


Figura 7. Desenho ilustrativo da órbita de um cometa como o Swift-Tuttle e da Terra ao redor do Sol. Também são mostrados esquematicamente os resíduos cometários que produzem **chuvas de meteoros** na atmosfera da Terra (<http://lifeng.lamost.org/courses/astrotoday/CHAISSON/AT314/HTML/AT31403.HTM>)

⁴ A atração gravitacional exercida por um corpo sobre outro é mais intensa nas partes mais próximas e menos intensa nas partes mais afastadas. Isso é mais pronunciado quando dois corpos se aproximam muito. Podem ocorrer então deformações, como as marés oceânicas provocadas na Terra pela Lua mas, às vezes, até mesmo ruptura e desintegração, como de cometas que se aproximam demais de Júpiter.

Para a análise e simulação da queda ocorrida em Curuçá foi utilizada uma série de valores para os parâmetros de entrada requeridos pelo programa CMM05. Como condição de contorno foram consideradas somente simulações que produzissem magnitude sísmica igual à observada no evento. Para o diâmetro inicial do corpo impactante foram explorados tamanhos desde algumas dezenas de metros até mais que 400 m, mas foram escolhidos somente os valores que não resultassem na ocorrência de uma denotação na atmosfera, pois tal fenômeno não foi observado no caso. A densidade do corpo impactante foi considerada ser igual à de um cometa, de 500 kg/m^3 (Jewitt, 1996). Esta pequena densidade é compatível com a grande atividade apresentada pelo cometa Swift-Tuttle e é intermediária entre os valores cometários típicos entre 100 e $\sim 1.000 \text{ kg/m}^3$. Para a velocidade do corpo impactante foi utilizada velocidade muito próxima da velocidade do cometa no periélio, de 42 km/s (Harris *et al.*, 1995). Tendo em conta que a órbita do cometa é quase perpendicular à da Terra ao redor do Sol, a velocidade da Terra não foi considerada no impacto. Para o cálculo do ângulo de impacto considerou-se que o corpo fizesse parte da **chuva de meteoros** Perseidas, portanto tomou-se a posição do **radiante** das Perseidas: (ascensão reta) $\alpha = 46,4^\circ$ e (declinação) $\delta = 57,8^\circ$ (Harris *et al.*, 1995). Para as coordenadas geográficas do ponto de impacto, perto do rio Curuçá: $5,18^\circ \text{ S}$ e $71,65^\circ \text{ O}$, o valor calculado do ângulo de **altura do radiante** das Perseidas às 7h da manhã foi $26,7^\circ$ e do **azimute**, 355° , ou seja, o corpo vinha praticamente do Norte. Para a latitude em questão a **altura máxima do radiante** das Perseidas é 27° de modo que, no momento do impacto, o **radiante** estava bastante perto do seu valor máximo. Nas simulações foram também explorados ângulos de **altura** um pouco menores, caso o corpo tivesse algum desvio em relação à **chuva de meteoros**. Para a densidade do solo (alvo) foi adotado o valor de 2.500 kg/m^3 correspondente à rocha sedimentar. Talvez valores pouco menores como 2.100 kg/m^3 sejam mais característicos do Amazonas. Mas essas diferenças não produzem variações importantes no tamanho das crateras formadas pelo impacto. Foi considerada a distância de 25 km para o estudo dos efeitos do impacto como o tremor de terra, a onda de choque e os efeitos térmicos. Essa é a distância média do ponto de impacto ao rio Curuçá, junto ao qual a população de seringueiros e testemunhas habitavam em 1930.

Com esses dados de entrada, o projétil teria começado a se desintegrar em alturas entre 102 e 111 km e atingido a superfície já desintegrado com velocidade entre 0,7 e 1,5 km/s e energia de impacto entre 0,64 e 3,3 Mt.

Nessas condições o programa previu que os fragmentos seriam distribuídos em área elíptica de 5,5 km x 2,2 km. Foi assegurado que esses resultados produzem efeito sísmico de magnitude $4,7 \pm 0,2$ na escala Richter (valor observado

no OSC em La Paz). A 25 km do ponto de impacto, seus efeitos teriam sido sentidos pelos habitantes sem que eles sofressem maiores danos.

Devido à fragmentação, o resultado do impacto não produziria uma só cratera. O programa de CMM05 não calcula a distribuição dos tamanhos dos fragmentos e suas respectivas crateras, mas só a cratera produzida pelo maior fragmento que teria atingido o solo. A predição foi de uma cratera simples com diâmetro de ~500 m e profundidade média de 85 m.

Como não ocorreu detonação na atmosfera, nenhuma radiação térmica importante foi emitida. De fato, o relatório do frei Fidelis não menciona efeitos térmicos. Também, como a velocidade de impacto foi da ordem de apenas 1,2 km/s, pouca fusão devida ao impacto teria se produzido no alvo terrestre. Velocidades maiores que 12 km/s seriam necessárias para produzir fusão de rochas.

Rigorosamente em caso de impacto, a onda de choque no ar tem três fontes: (1) o ar empurrado pelos corpos impactantes; (2) o ar acelerado pela expansão radial da cratera e (3) o ar deslocado pelos fragmentos ejetados. O programa de CMM05 calcula o efeito total, ou seja, a onda de choque total utilizando resultados de explosões nucleares muito próximas do solo ou no solo (Glasstone and Dolan, 1977). No caso do Curuçá a onda de choque teria chegado ao local de observação 1,2 min depois do impacto, com excesso de pressão entre 0,02 e 0,04 da pressão atmosférica e velocidade máxima do vento entre 5,0 e 9,7 m/s, produzindo intensidades do som da ordem de 70 dB (apenas o ruído de tráfego pesado de carros). Este excesso de pressão é insuficiente para produzir danos. A título de exemplo, se precisaria um excesso de pressão quatro vezes maior para derrubar uma parede de tijolos. A velocidade máxima do vento também foi insuficiente para produzir danos na floresta. Experiências nucleares mostram que somente ventos com mais de 40 m/s derrubam cerca de 30% das árvores (Glasstone and Dolan, 1977: 97).

Hipótese asteroidal

Diferentemente do caso cometário discutido anteriormente, no caso asteroidal não temos tantos parâmetros a considerar. As velocidades de impacto são tipicamente de 12—20 m/s (Bottke Jr. *et al.*, 1994: 337-357) e o ângulo de impacto mais provável é 45° (Shoemaker, 1962: 283-359). Também a queda de **asteroide** sobre a Terra pode acontecer em qualquer momento. Nestas condições foram exploradas soluções com **asteroides** de diâmetros variáveis que produzissem, como anteriormente, magnitude sísmica $4,7 \pm 0,2$.

Foram examinados três tipos de corpos rochosos: rocha porosa, rocha densa e ferro com densidades de 1.500, 3.000 e 8.000 kg/m³, respectivamente. As

velocidades ficaram dentro dos limites citados sendo que 11 km/s constituíram o limite inferior. Os ângulos de impacto puderam variar de 30° até 80°. A densidade do alvo terrestre foi a mesma considerada anteriormente, igual a 2.500 kg/m³. Poucas soluções satisfatórias foram encontradas. Nenhuma foi encontrada para corpos porosos. Também, como anteriormente, foram eliminadas soluções que prediziam detonação na atmosfera. Dois tamanhos foram selecionados para o corpo impactante: 85 m se fosse rocha densa e 35 m se fosse constituído de ferro. Os **bólidos** do primeiro tipo começam a se desintegrar a 54 km de altura e os do segundo tipo a 9 km e a velocidade de impacto é de 4,0 e 9,0 km/s, respectivamente. As energias de impacto neste caso estão entre 0,7 Mt e 3,3 Mt. É interessante notar que estes valores são similares aos do caso cometário. As áreas impactadas pelos projéteis são de 0,8 x 0,6 km para o **bólido** de 85 m e de 0,1 x 0,1 km para aquele de 35 m. Para distância de 25 km, os valores da onda de choque são parecidos ao do caso cometário. O provável intervalo de tempo para a queda do primeiro tipo de **bólidos** é de 38 mil anos e de 800 anos para o segundo tipo.

Simulação versus relato do frei Fidelis

Os resultados da simulação considerados mais realistas são aqueles que satisfizeram o valor da energia sísmica total. O programa de CMM05 considera que a eficiência sísmica, ou seja, a fração da energia de impacto convertida em energia da onda sísmica é da ordem de 10⁻⁴. No caso de Curuçá a energia da onda sísmica é 7,1 x 10¹¹ J. Esta energia sísmica, se comparada com as energias de impacto mais realistas do evento (no caso cometário entre 0,6 Mt e 3,3 Mt e 0,7 Mt e 3,3 Mt para o caso asteroidal), produzirá eficiências médias de 2,8x10⁻⁴ e 0,5x10⁻⁴, respectivamente.

O fato relatado pelo frei, que sibilos foram ouvidos ao mesmo tempo em que foram vistos os **bólidos**, é um fenômeno esporádico conhecido como eletrofonia, geralmente associado a **meteoro**s importantes. Esse fenômeno não usual permaneceu um mistério por quase dois séculos. O famoso astrônomo Edmond Halley (1656-1742) o teria atribuído a efeito psicológico. Somente com os trabalhos de C. S. Keay em 1980 apareceu uma explicação plausível que foi replicada em laboratório (Keay, 1980 e 1995). Quando um **bólido** cai, ele interage com o campo magnético terrestre que fica aprisionado no plasma turbulento atrás do **bólido**. Quando o plasma ionizado pela alta temperatura é subsequentemente neutralizado, emite radiação eletromagnética de baixa frequência. As testemunhas escutam um som porque estas ondas de baixa frequência são transduzidas

em ondas acústicas em objetos próximos a elas, que podem ser folhas, cabelos etc., até mesmo óculos. O interesse deste fenômeno no caso de Curuçá é que o som tem maior duração (é mais ouvido), quanto mais rasante é a queda do **bólido** (Keay, 1995). Isto favorece a interpretação cometária do evento.

Conclusões

Em princípio o evento de Curuçá poderia ser explicado pela queda de dois tipos completamente diferentes de **bólidos**. De um lado, por fragmento do cometa Swift-Tuttle e, por outro, por **asteroide** de muito maior densidade. Quais são os argumentos pró e contra cada uma dessas alternativas? Eis os argumentos a favor da hipótese cometária: 1) a data e o horário do evento coincidem com o máximo da passagem da Terra pela órbita do cometa Swift-Tuttle; 2) a eletrofonia favorece a queda em ângulos baixos, caso de fragmentos cometários; 3) a baixa profundidade encontrada no astroblema é compatível com o caso cometário; com efeito, para uma mesma energia de impacto, as baixas densidades cometárias favorecem crateras menos profundas, já que a baixa resistência mecânica do material cometário favorece a deposição de energia relativamente perto da superfície do alvo (Rahe *et al.*, 1994: 597 — 634); 4) a cratera indica uma queda no sentido N-S, que é compatível com um **bólido** vindo das Perseidas. A distribuição das diferentes localidades de seringueiros que moravam ao longo do rio Curuçá nos anos 30 (Figura 3) mostra que todas as localidades estão ao norte do ponto de impacto. Nessa condição, as testemunhas poderiam muito melhor observar os **bólidos** do que se, ao contrário, viessem do sul.

Como argumento contrário teríamos que o diâmetro da cratera segundo a simulação seria aproximadamente metade do diâmetro aparente do astroblema. No entanto, pode ser que não disponhamos de medida realista do diâmetro da cratera. Durante a exploração foi constatada a baixa profundidade (~50 m), o que é bastante característico das chamadas crateras complexas. Assim a região circular vista, por exemplo, na Figura 5 (a), pode indicar a borda final da cratera, mas a verdadeira cratera pode ter um diâmetro < 1 km. Uma imagem típica deste tipo de estrutura pode ser vista na Figura 1.6 de Osinski and Pierazzo, 2012: 1-17.

Para a hipótese asteroidal o tamanho calculado da cratera final de ~1 km seria compatível com o diâmetro aparente observado pelos satélites, mas a profundidade da cratera deveria ser, pelo menos, quatro vezes maior que a observada. Um maior número de argumentos favorecendo a hipótese cometária pode ser visto em de la Reza *et al.* (2013).

Com base nesta análise a hipótese cometária leva vantagem e a ela se pode juntar ainda o fato mencionado por Napier and Asher (2009), de que os três maiores eventos do século 20 (Tunguska, Curuçá e da Guiana Inglesa) aconteceram nas datas de importantes **chuvas de meteoros** de origem cometária (Tabela 1). No entanto, se a origem de Tunguska ainda é debatida, o caso da Guiana ainda não tem estudo físico detalhado.

EVENTO	DATA	CHUVA METEOROS	PICO	OBJETO ASSOCIADO
Tunguska	30 Jun 1908	β Tauridas	30 Jun	Cometa Encke
Curuçá	13 Ago 1930	Perseidas	12 Ago	Cometa Swift-Tuttle
Guiana Inglesa	11 Dez 1935	Gemínidas	13 Dez	3200 Phaethon (asteroide com características cometárias)

Tabela 1. Os eventos de impacto mais importantes do século 20 segundo Napier and Asher (2009)

O caso de Curuçá aqui analisado não envolve explosão na atmosfera como o de Tunguska, senão uma queda de **bólidos** na superfície do Planeta que, felizmente pelo local do impacto, não ocasionou maiores danos.

Referências

- Bailey, M. E.; Markham, D. J.; Massai, S. and Scriven, J. E. (1995), The 1930 August 13 'Brazilian Tunguska' event, *The Observatory*, 115, 250-253.
- Boehnhardt, H. (2004), Split comets in Michel C. Festou, H. Uwe Keller and Harold A. Weaver (Eds.), *Comets II*, 301-316, Tucson, AZ: The University of Arizona Press.
- Boehnhardt, H.; Birkle, K. and Osterloh, M. (1996), Nucleus and tail studies of Comet P/ Swift-Tuttle, *Earth, Moon and Planets*, 73, 51-70.
- Bottke Jr., W. F.; Nolan, M. C.; Greenberg, R. and Kolvoord, R. A. (1994), Collisional lifetimes and impact statistics of Near Earth asteroids in T. Gehrels (Ed.), *Hazards due to comets and asteroids*, Tucson, Az: The University of Arizona Press.
- Chambers, J. E. (1995), The long-term dynamical evolution of Comet Swift-Tuttle, *Icarus*, 114, 372—386.
- Chyba, C. F.; Thomas, P. J. and Zhanle, K. J. (1993), The 1908 Tunguska explosion: Atmospheric disruption of a stony asteroid, *Nature*, 361, 40-44.

- Collins, G. S.; Melosh, H. J. and Marcus, R. A. (2005), Earth impact effects program: A web-based computer program for calculating the regional environmental consequences of a meteoroid impact on Earth, *Meteoritics & Planetary Science*, 40, 817-840.
- D'Alviano, F. (1943), "Notas etnográficas sobre os Tikunas do Alto Solimões", *Revista do Instituto Histórico Brasileiro*, Rio de Janeiro, 180-181.
- D'Alviano, F. (1945), *Gramática, dicionário, verbos, frases e vocabulário prático da língua dos índios Ticuna*, Rio de Janeiro: Editora IHGB.
- de la Reza, R. e Faulhaber, P. (2012), "A mensagem cósmica de Frei Fidelis de Alviano" in P. Faulhaber, H. M. Bertol Domingues e L. C. Borges (Orgs.), *Ciências e Fronteiras*, 163-174, Rio de Janeiro: MAST.
- de la Reza, R.; Lins de Barros, H. and Martini, P. R. (2013), trabalho submetido para *Meteoritics & Planetary Science*.
- de la Reza, R.; Martini, P. R.; Brichta, A.; Lins de Barros, H. e Serra, P. R. M. (2004), The event near the Curuçá river, *Meteoritics & Planetary Science*, 39, Supplement, Abstract Nº 5150.
- d'Oliveira, M. V. N.; Alvarado, E. C.; Santos, J. C. and Carvalho Jr., J. A. (2011), Forest natural regeneration and biomass production after slash and burn in a seasonally dry forest in the Southern Brazilian Amazon, *Forest Ecology and Management*, 261, 9, May, 1490-1498.
- Gault, D. E. and Wedekind, J. A. (1978), Experimental studies of oblique impacts, *Proc. Lunar Planet. Sci. Conf.*, 9, 3843-3875.
- Glasstone, S. and Dolan, P. J. (1977), *The effects of nuclear weapons*, 3rd ed., Washington D.C.: U.S. Department of Defense and Department of Energy.
- Gomes, R.; Levison, H. F.; Tsiganis, K. e Morbidelli, A. (2005), Origin of the cataclysmic late heavy bombardment period of terrestrial planets, *Nature*, 435, 466-469.
- Gorelli, R. (1995), The rio Curuçá event, *Meteorite!*, August, 26.
- Gråe-Jorgensen, U.; Appel, P. W. U.; Hatsukawa, Y.; Frei, R.; Oshima, M.; Toh, Y. and Kimura, A. (2009), The Earth-Moon system during the late heavy bombardment period. Geochemical support for impacts dominated by comets, *Icarus*, 204, 368-380.
- Harris, N. W.; Yau, K. K. C. and Hughes, D. W. W. (1995), The true extent of the nodal distribution of the Perseid meteoroid stream, *Mon. Not. R. Astron. Soc.*, 273, 999-1015.
- Hodge, P. (1994), *Meteorite craters and Impact structures of the Earth*, Cambridge University Press.
- Huygue, P. (1996), Incident at Curuçá, *The Sciences*, 14-17, New York Academy of Sciences, March-April.

Jewitt, D. C. (1996), Debris from Comet P/Swift-Tuttle, *The Astronomical Journal*, 111, 1713-1717.

Keay, C. S. L. (1980), Anomalous sounds from the entry of meteors fireballs, *Science*, 210, 11-15.

Keay, C. S. L. (1995), Continuous progress in electrophonic fireball investigations, *Earth, Moon and Planets*, 68, 361-368.

Korff, S. A. (1939), Tornado or meteor crash?, *The Sky*, September, 8 — 10 and 24.

Minaya, E.; Ayala, R.; Alcócer, L. and Cabré, R. S. J. (1989), Ondas Lg de sismos sudamericanos, *Revista Geofísica*, 31, 115-146.

Napier, B. and Asher, D. (2009), The Tunguska impact and beyond, *Astronomy & Geophysics*, 50, 1, 1.18-1.26.

Osinsky, G. R. and Pierazzo, E. (2012), *Impact Cratering: Processes and Products*, Wiley and Blackwell.

Rahe, J.; Vanysek, V. and Weissman, P. R. (1994), Properties of cometary nuclei in T. Gehrels (Ed.), *Hazards due to Comets and Asteroids*, Tucson, AZ: The University of Arizona Press.

Schultz, P. H. and Anderson, R. R. (1996), Asymmetry of the Manson impact structure: evidence for impact angle and direction, *Geolog. Soc. Am. Spec. Pap.*, 302, 397-417.

Shoemaker, E. M. (1962), Interpretation of lunar craters in Z. Kopal (Ed.), *Physics astronomy of the Moon*, New York Academy Press.

Steel, D. (1995), Two “Tunguskas” in South America in the 1930s?, *WGN, The Journal of IMO*, 23, 6, 207 — 209.

Vega, A. (1996), Possible evidencia sísmica del evento ‘Tunguska’ del 13 de Agosto de 1930, ocurrido en Brasil, *Revista Geofísica*, Instituto Pan-Americano de Geografia e História, 44, 201-211.

Yau, K.; Yeomans, D. and Weissman, P. (1994), The past and future motion of Comet P/Swift-Tuttle, *Mon. Not. R. Astron. Soc.*, 266, 305 — 316.

Parte 3

Crateras de impacto meteorítico no Brasil

Alvaro Penteado Crósta (IG/Unicamp)

Todos os corpos planetários sólidos do sistema solar, tais como a Lua, Marte, Vênus, asteroides e núcleos cometários exibem crateras em suas superfícies. Com a evolução das ciências planetárias no século passado, o processo de formação dessas crateras por colisão com corpos vindos do espaço foi sendo elucidado. Ao contrário dos demais corpos planetários sólidos, a Terra não tem muitas crateras na sua superfície por ser um Planeta geologicamente muito ativo, o que faz com que elas sejam obliteradas. Aqui será apresentada história das concepções sobre a formação das crateras na Terra, dos estudos do processo de formação de crateras meteoríticas, das suas feições geológicas características, da sua distribuição geográfica e temporal, da variedade morfológica e de tamanho, da relação com ocorrências de extinção da vida no nosso Planeta e do desenvolvimento dessas pesquisas no Brasil.

Considerações iniciais

As crateras da Lua ficaram conhecidas desde as primeiras observações astronômicas de Galileu Galilei usando uma luneta. Ele publicou seus primeiros esboços dessas crateras em seu livro *Sidereus Nuncius* (“O Mensageiro das Estrelas”) em 1610, mas não chegou a debater a sua origem. Nos séculos seguintes muitos astrônomos expressaram a opinião de que essas crateras eram decorrentes de fenômenos vulcânicos, possivelmente com base no que se conhecia sobre os processos geológicos que ocorriam na Terra.

O primeiro cientista a levantar a hipótese da origem meteorítica¹ das depressões lunares foi o físico britânico Robert Hooke (1635-1703), que chegou a produzir em laboratório feições semelhantes às crateras deixando cair objetos sobre lama. Todavia a concepção reinante na época (e errônea) era de que o espaço interplanetário era completamente vazio, o que fez com que Hooke abandonasse essa hipótese.

No início do século 19 ocorreu um fato que mudou por completo essa concepção. Na tarde de 26 de abril de 1803, milhares de fragmentos de **meteoritos** caíram sobre a cidade de *L'Aigle*, no norte da França. O fenômeno despertou o interesse da Academia Francesa de Ciências, que enviou o jovem astrônomo Jean-Baptiste Biot (1744-1862) para investigá-lo. O relatório de Biot mostrou claramente que se tratava de material extraterrestre e foi o marco inicial da ciência da meteorítica.

Não obstante, a maioria dos astrônomos e geólogos da época permaneceu presa à teoria da origem vulcânica das crateras, fosse na Lua ou na Terra, embora houvesse alguns que propusessem a origem por impacto meteorítico, como Franz Gruithuisen (1774-1852) e Grove Karl Gilbert (1843-1918). Certamente contribuiu para isso a prevalência da escola “uniformitarista” do pensamento geológico fundada pelos “pais da geologia” James Hutton (1726-1797) e Charles Lyell (1787-1875). Segundo essa escola, processos endógenos lentos causavam de forma gradual todas as mudanças no registro geológico. O lema dos uniformitaristas era: “o presente é a chave para entender o passado”. Fenômenos raros que não pudesse ser diretamente observados na escala cronológica dos seres humanos, não eram considerados. Ora, os impactos meteoríticos de grandes dimensões são eventos extremamente raros e espaçados no tempo geológico, contrariando assim os princípios do uniformitarismo. Isso explicaria o motivo pelo qual os adeptos dessa escola, que constituíam a maioria dos cientistas daquela época, opunham-se à origem meteorítica das crateras.

¹ Crateras de origem meteorítica são causadas pela queda de corpos vindos do espaço. Ver **meteorito**.

Origem meteorítica

Uma mudança começou a ocorrer a partir da descoberta de uma cratera no Arizona, EUA, que logo chamou a atenção de Grove Gilbert, geólogo chefe do U. S. Geological Survey, pelo fato de que grande quantidade de fragmentos meteoríticos metálicos ocorria na região ao redor da cratera. Assim mesmo, muitos pesquisadores acreditavam que essa associação espacial da cratera com os fragmentos meteoríticos fosse aleatória já que, dentro da cratera, eles não foram encontrados. Para eles, tratava-se então de mais uma feição de origem vulcânica, possivelmente formada pela ejeção explosiva de gases, uma vez que não havia rochas vulcânicas na cratera.

Foi então que o engenheiro de minas Daniel M. Barringer (1860-1929), acreditando que se tratava realmente de cratera meteorítica, e que a parte principal do **meteorito** estivesse enterrada debaixo do fundo da cratera, adquiriu toda a área. Ele iniciou projeto de perfuração e exploração em seu interior, com o objetivo de localizar e extrair os metais raros que são encontrados nos **meteoritos** metálicos, tais como níquel, cobalto e elementos do grupo da platina. No período de 1903 a 1929, ano em que morreu, Barringer procurou em vão pelo grande **meteorito** que acreditava estar enterrado no local. Contudo, ele achou algo interessante abaixo do fundo da cratera: **brechas** compostas por fragmentos das rochas que existiam no local, porém extremamente deformadas, assim como partículas muito pequenas ricas em ferro e níquel. Embora tivesse sido um fracasso do ponto de vista econômico, os trabalhos de Barringer forneceram o primeiro estudo detalhado de uma cratera meteorítica terrestre, que foi por ele batizada de *Meteor Crater*.

Na mesma época outros cientistas trabalhando isoladamente vinham realizando pesquisas sobre os efeitos de choque em rochas a velocidades muito altas (chamadas de “hipervelocidades”), tipicamente acima de 3 km/s. **Meteoroides** viajam pelo espaço a essas velocidades e, quando colidem contra outros corpos sólidos, causam explosões e liberação de grandes quantidades de energia. Os resultados dessas pesquisas mostraram que, para um impacto que tivesse formado a *Meteor Crater*, o **meteorito** teria tamanho 10 a 20 vezes menor que a cratera e seria completamente destruído pela explosão resultante do choque com a Terra. Com isso mostrou-se que não havia incompatibilidade entre a origem meteorítica da *Meteor Crater* e a ausência de grande quantidade de material meteorítico e de um **meteorito** enterrado abaixo do fundo da cratera.

Barringer teve grande dificuldade para aceitar esses resultados, pois mostravam que todo seu esforço de mais de uma década e meia e a fortuna

dispendida na busca dos metais raros na *Meteor Crater* não tinha respaldo científico. Logo após aceitar os argumentos científicos, morreu de ataque cardíaco. A parte feliz dessa história é que os seus descendentes, tendo herdado a propriedade com a cratera, abriram-na à visitação pública e construíram um lucrativo museu, atualmente visitado por centenas de milhares de pessoas a cada ano. Parte da renda desse empreendimento é destinada pela família Barringer a financiar pesquisas científicas sobre crateras meteoríticas e a premiar cientistas que se destacam nessa área.

Com a evolução mais intensa das ciências planetárias a partir de meados do século passado, o processo de formação de crateras pelo impacto de corpos meteoríticos foi sendo progressivamente elucidado. Além disso, a partir de meados da década de 1960 as primeiras missões espaciais de exploração do sistema solar e também as pesquisas geológicas em crateras terrestres revelaram que as crateras meteoríticas constituem fenômeno universal no sistema solar. Crateras dos mais variados tamanhos dominam as paisagens de todos os planetas do sistema solar com superfície sólida, bem como de suas luas. Descobriu-se também que elas recobrem as superfícies de corpos menores, como **asteroides** e cometas. Podemos afirmar que as crateras de impacto meteorítico constituem a feição morfológica mais frequente em todos os corpos planetários sólidos. Todas as crateras da Lua, bem como muitas das crateras de Marte, Vênus e Mercúrio têm origem meteorítica. Contudo, como veremos, no nosso Planeta, as crateras não são comuns. Talvez por isso a importância dos impactos meteoríticos na Terra ainda é uma ideia que está sendo gradualmente aceita. Para isso têm ajudado as observações diretas de impacto, como a colisão do cometa Shoemaker-Levy 9 contra Júpiter em julho de 1994, a queda de um **meteorito** de 3 t perto de Carancas, Peru, em setembro de 2007, formando cratera com 14 m de diâmetro e a explosão atmosférica de um **meteoroide** de 9 mil t em Chelyabinsk, Rússia, em fevereiro de 2013, todas amplamente documentadas pela imprensa.

Crateras meteoríticas na Terra

Com a aceitação da origem meteorítica das crateras ficou estabelecido que a Terra teria certamente passado por processos de impacto, com a mesma frequência e intensidade dos demais corpos planetários sólidos do sistema solar. Como explicar então a escassez de crateras meteoríticas na superfície da Terra?

A partir da segunda metade do século 20, com a evolução da **teoria da deriva continental** e a descoberta do processo conhecido por **tectônica de**

placas, passou-se a ter uma visão mais realista do papel dos processos geológicos e atmosféricos da Terra no decorrer do tempo geológico, em alterar e até mesmo apagar por completo as crateras por erosão, sedimentação e movimentação das placas tectônicas. Além disso, a maior parte da superfície da Terra é coberta por oceanos, o que também contribui para que o número de crateras terrestres visíveis seja menor. Contrastando com isso, a Lua manteve o registro praticamente intacto perfeito de suas crateras por não ter passado, nos últimos três bilhões de anos, por nenhum processo endógeno que pudesse alterar sua superfície.

Embora a maioria das grandes crateras formadas nos primórdios do tempo geológico, e também as crateras mais antigas já tenham sido eliminadas total ou parcialmente da paisagem terrestre, são conhecidas atualmente cerca de 180 crateras meteoríticas em nosso Planeta, a maioria em diferentes estágios erosivos², outras soterradas em bacias sedimentares ou até mesmo debaixo de oceanos. O registro atualizado dessas crateras pode ser consultado no *Earth Impact Database* (<http://www.passc.net/EarthImpactDatabase/index.html>).

A distribuição espacial das crateras de impacto meteorítico na superfície da Terra é bastante irregular, havendo incidência maior na América do Norte, Europa e Austrália (Figura 1). No Brasil são conhecidas poucas estruturas desse tipo, principalmente quando se leva em conta sua extensa dimensão territorial e a relativa estabilidade geológica de seus terrenos. O motivo dessa escassez, que também ajuda a explicar o número relativamente baixo de crateras em algumas regiões do mundo como o Brasil, é que os critérios geológicos utilizados para reconhecê-las e diferenciá-las de outras estruturas são relativamente desconhecidos. A essa dificuldade vêm se juntar o grau relativamente baixo de conhecimento geológico de muitas regiões da Terra e a ausência de levantamentos geológicos específicos para identificação de estruturas de impacto.

² O termo “cratera de impacto” é utilizado para designar crateras relativamente mais jovens e que não foram ainda modificadas significativamente por processos geológicos, ao passo que “estrutura de impacto” é usado para designar o resultado atual do que se observa após uma cratera ter sido modificada, decorrido muito tempo após sua formação. Existe ainda o termo “astroblema” (do grego, *astron blema*, que significa “cicatriz causada por estrela”), cunhado por Dietz (1961) e usado para designar crateras em estágios erosivos mais avançados, mas ainda visíveis.

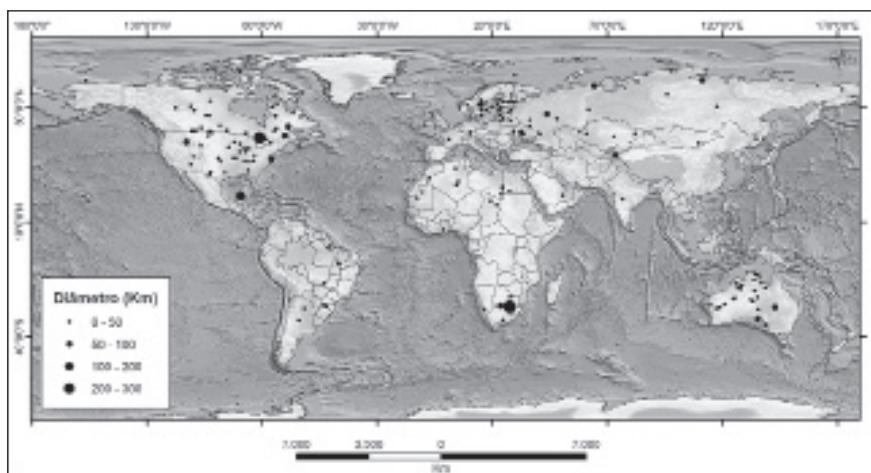


Figura 1. Distribuição das crateras de impacto na Terra

Com relação às dimensões, as crateras terrestres podem ter desde alguns metros até algumas centenas de quilômetros de diâmetro. Muitas vezes é difícil estabelecer o verdadeiro diâmetro devido à remoção dos registros morfológicos pela erosão. Crateras com diâmetros abaixo de 20 km tendem a ser obliteradas mais rapidamente por processos erosivos ou sedimentares, o que causa viés no registro terrestre quando comparado com o registro de outros corpos planetários.

A distribuição temporal das crateras terrestres é significativamente afetada pelo fato de o registro ser bastante incompleto, aliado à relativa escassez de datações isotópicas. Para que uma cratera possa ter sua idade de formação definida com precisão, é necessário analisar, utilizando métodos geocronológicos isotópicos, fragmentos de rochas fundidos pelo impacto. Mas apenas 10% das rochas afetadas por impacto em uma cratera são submetidas a pressões de choque suficientes para permitir a fusão, sendo que a maior parte fica nas formações geológicas superiores ou na parte externa das crateras, as primeiras a serem removidas por processos erosivos. Por causa da dificuldade em encontrar material apropriado para datações isotópicas, a maioria das crateras têm idade máxima estimada com base na idade das rochas mais jovens afetadas pelo impacto. Portanto, o registro cronológico das crateras terrestres é bastante impreciso.

A distribuição das crateras terrestres por idade durante os últimos 600 Ma (Ma = milhão de anos) é mostrada na Figura 2. Mais de 60% das crateras são mais jovens do que 200 Ma, o que evidencia um viés do registro favorável às crateras mais jovens.

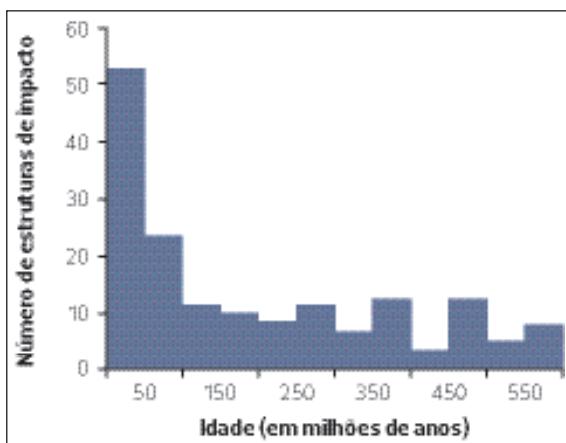


Figura 2. Frequência de estruturas de impacto terrestres nos últimos 600 Ma, agrupadas por idade em intervalos de 50 Ma. Observa-se que a maioria delas é relativamente jovem (< 200 Ma). Adaptada de Grieve, 2006

A estimativa da taxa de formação de crateras terrestres com diâmetro ≥ 20 km nos últimos 120 Ma feita por Grieve e Shoemaker (1994) é de que, a cada Ma aproximadamente, de uma a cinco crateras de impacto com diâmetro ≥ 20 km são formadas na Terra, resultantes da colisão de corpos celestes com dimensões entre 1 e 2 km. Essa estimativa é baseada tanto no número de crateras conhecidas com essas características de dimensões e idades, como também em observações astronômicas dos NEOs (*Near Earth Objects*). Contudo, as incertezas associadas a essa estimativa são bastante elevadas (cerca de 50%), devido ao registro incompleto das estruturas de impacto terrestres e insuficiência de dados para modelagens estatísticas mais precisas.

Morfologia e tipos de crateras

As crateras terrestres de impacto são classificadas, de acordo com a morfologia original, em dois tipos principais. O primeiro reúne as crateras do tipo simples, que são depressões em forma de bacia com diâmetro variando entre 2 a 4 km (Figura 3). Logo após a formação de uma cratera do tipo simples ocorre o colapso das paredes marginais para dentro da cavidade, seguido da deposição, em seu interior, de fragmentos de rocha ejetados para o alto pela força do impacto. O material depositado no interior da cratera é composto por mistura de fragmentos de rocha, que podem ou não apresentar deformações.

ção por impacto, com fragmentos de rocha fundida. As crateras simples preservadas possuem profundidade aparente de aproximadamente 1/3 de seu diâmetro (French, 1998).

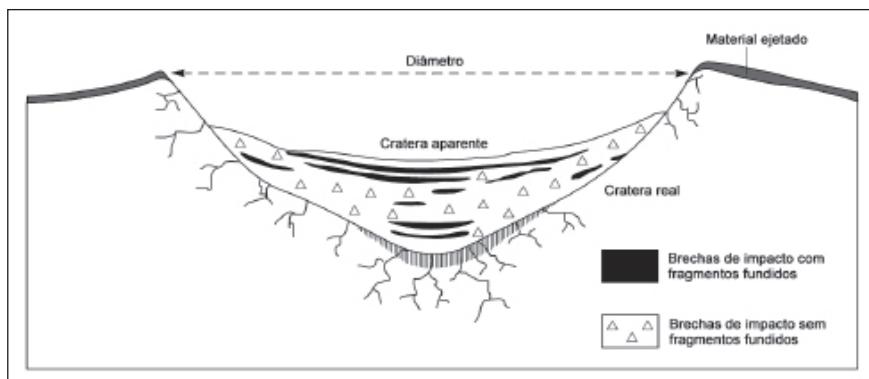


Figura 3. Cratera do tipo simples em estágio pré-erosional. Adaptada de French, 1998

As crateras terrestres do tipo complexo possuem diâmetros geralmente acima de 2 km quando formadas em rochas sedimentares e de 4 km em rochas ígneas e metamórficas. A morfologia é caracterizada pela presença de uma região central elevada, denominada núcleo soerguido, no qual geralmente estão expostas rochas oriundas de camadas mais profundas; uma depressão anelar circundando essa região soerguida e uma zona marginal de colapso de blocos e, finalmente, uma borda circular soerguida (Figura 4. Grieve, 1991). As crateras complexas possuem profundidade aparente de 1/5 a 1/6 de seu diâmetro e aquelas em estado bastante avançado de erosão podem ter apenas o núcleo soerguido ainda identificável.

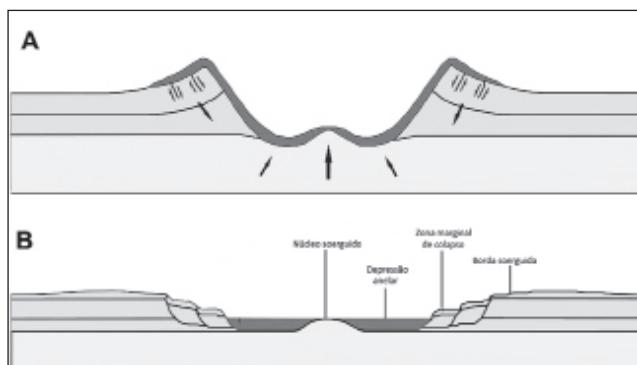


Figura 4. Cratera do tipo complexa: (A) estágio pré-erosional; (B) estágio erosional intermediário

Processos geológicos na formação das crateras

As crateras de impacto são produtos da colisão de corpos celestes que penetram na atmosfera terrestre com pequena ou nenhuma desaceleração, chegando ao solo praticamente com a mesma velocidade com que viajam pelo espaço. Essa velocidade é de aproximadamente 11 km/s que, combinada com a grande massa desses corpos, resulta numa energia cinética extremamente elevada. De fato, a quantidade de energia envolvida é tão elevada que torna impossível reproduzir esse tipo de fenômeno em laboratório. O conhecimento sobre esses fenômenos advém na maior parte de estudos indiretos (Grieve, 2006).

Apenas para dar ideia da ordem de grandeza da energia liberada, um **asteroide** com 1,7 km de diâmetro, ao se chocar contra a Terra formaria cratera com 40 km de diâmetro e liberaria, instantaneamente e em um único local, a mesma quantidade de energia liberada anualmente por toda a Terra pelo conjunto de atividades sísmicas, vulcânicas e de fluxo de calor. Essa foi a energia liberada na formação da maior estrutura de impacto da América do Sul, o Domo de Araguainha (ver adiante).

No impacto, toda energia cinética é transformada em ondas de choque de altíssima pressão, que se espalham pelas rochas-alvo em velocidades de vários quilômetros por segundo. Um grande volume de rochas-alvo é fragmentado, deformado, comprimido, derretido e até mesmo vaporizado em questão de segundos.

A formação de cratera simples passa por três estágios: contato/compressão, escavação e modificação (Gault *et al.*, 1968). Numa cratera complexa, Melosh (1989) caracterizou seis estágios ilustrados na Figura 5.

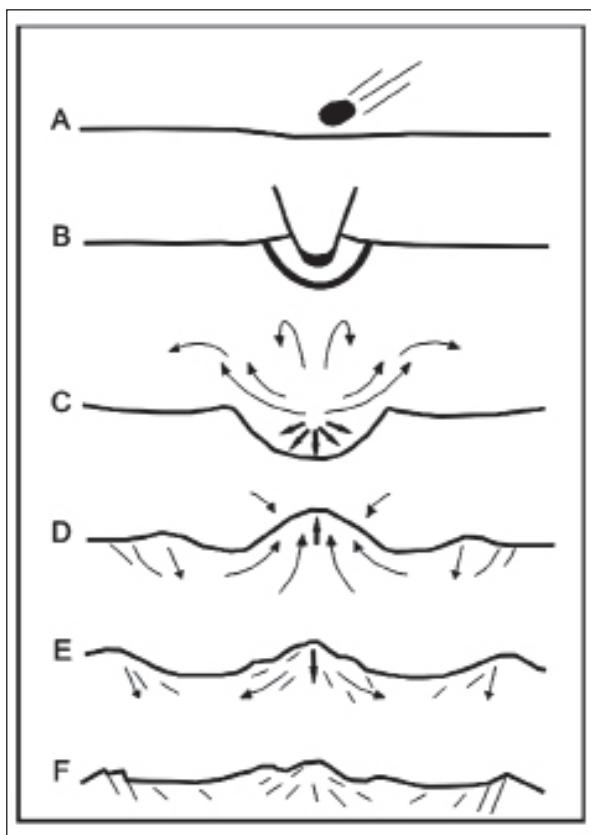


Figura 5. Estágios de formação de uma cratera complexa: (A) aproximação do corpo extraterrestre; (B) impacto, evaporação do projétil e formação da cratera transitória; (C) compressão e escavação; (D) formação do núcleo soerguido; (E) colapso gravitacional do núcleo central e da borda; (F) forma final (Melosh, 1989; Dressler and Reimold, 2001)

O estágio inicial de formação da cratera dura apenas poucos segundos. Mas o estágio final de modificação, por meio do qual a cratera evolui morfológicamente para sua configuração final, dura tipicamente minutos, mas dura mais para crateras maiores (Melosh, 1989; Dressler and Reimold, 2001). Estima-se que a duração para a formação de cratera com 100 km de diâmetro não ultrapasse uma hora (French, 1998).

Feições geológicas indicativas

A feição mais sugestiva da existência de cratera meteorítica são as estruturas circulares observáveis na superfície que, por sua vez, constituem formas anômalas na superfície terrestre. Contudo, nem sempre a existência de estrutura circular na superfície pode ser indicativa de cratera meteorítica. Há diversos tipos de

fenômenos geológicos que também podem resultar na formação de estruturas circulares. Além disso, crateras meteoríticas em estágios mais avançados de erosão tendem a perder essa característica morfológica circular na superfície. Portanto, podem existir estruturas de impacto meteorítico muito erodidas que não estão mais associadas a feições circulares, mas que assim mesmo podem ser reconhecidas por meio de feições de deformação permanente registradas nas rochas que se encontravam abaixo da superfície, e que podem ter sido expostas pela erosão. Por fim, há também crateras meteoríticas que se encontram soterradas por baixo de camadas sedimentares depositadas após a formação das mesmas e que, portanto, não podem ser observadas por métodos diretos.

French e Koeberl (2010) recomendam os seguintes passos para a identificação de possíveis novas crateras meteoríticas:

- detecção da estrutura: pode ser feita por estudos geológicos de campo, interpretação de fotografias aéreas e/ou imagens orbitais de sensoriamento remoto, levantamentos geofísicos e sondagens;
- identificação de feições diretamente associadas ao evento de impacto, tais como anomalias geoquímicas de elementos químicos presentes em **meteoritos**, porém mais raros na crosta terrestre (níquel, irídio, ósmio etc.), presença de **microtectitos** decorrentes da fusão das rochas pelo impacto, presença de **brechas de impacto** (rochas constituídas por fragmentos das rochas pré-existentes), **cones de estilhaçamento** (*shatter cones*), **feições planares** microscópicas de deformação em cristais de quartzo e de outros minerais e minerais formados em ambientes de alta pressão, tais como a coesita e a estishovita.

Geralmente as crateras meteoríticas terrestres são identificadas a partir da combinação de vários métodos científicos, que vão desde a análise de imagens de sensoriamento remoto e de dados geofísicos, até a análise de rochas em microscópios e a análise da composição química. Somente após a identificação segura dessas feições geológicas é possível registrar a descoberta de nova cratera meteorítica.

Relação com extinção da vida na Terra

A associação entre impactos meteoríticos e eventos de extinções biológicas foi, por algum tempo, cercada de controvérsia. A hipótese proposta por Alvarez *et al.* (1980), de que o grande evento de extinção ocorrido no limite entre o Cretáceo e o Paleogeno (limite K-Pg), há cerca de 65 Ma, teria sido causado por impacto de grandes dimensões, rapidamente motivou intenso debate sobre

o tema. A conclusão desses autores baseou-se na descoberta de uma delgada camada sedimentar enriquecida em irídio próxima à cidade de Gubbio, na Itália. A camada, encontrada posteriormente em dezenas de diferentes locais do Planeta na mesma posição cronoestratigráfica, situa-se exatamente no limite K-Pg e a ela também estavam associadas feições de deformação por choque, tais como a presença de **feições planares de deformação (PDFs)** em quartzo, **microtectitos** e estishovita. Isso os levou a associar o irídio anômalo (que seria proveniente do **meteorito**) e as feições de choque à existência de grande estrutura de impacto e à provável causa da extinção da vida. Somente 11 anos após a publicação do artigo de Alvarez e colaboradores foi encontrada cratera de impacto com as características de idade e a dimensão capaz de resultar em evento de extinção em massa de escala global. Graças a levantamentos sísmicos para exploração de petróleo na região do Golfo do México, foi descoberta a cratera de Chicxulub, com 170 km de diâmetro (Hildebrand *et al.*, 1991). Trata-se de estrutura submersa formada sobre rochas carbonáticas e posteriormente preenchida por carbonatos plataformais com mais de 1 km de espessura. Datações de material fundido extraído de testemunhos de sondagem forneceram idade em torno de 64,9 Ma para o evento.

No primeiro momento, a controvérsia sobre a relação da estrutura com o evento de extinção, que eliminou os grandes répteis e outras formas de vida da Terra, girou em torno do fato de que essa não teria sido uma extinção rápida, mas sim gradual e com duração da ordem de várias centenas a poucos milhões de anos. Na hipótese de ter ocorrido extinção gradual, um evento catastrófico de consequências de curto prazo, como aqueles associados a grandes impactos, não poderia ter sido a causa. Em seguida, o debate girou em torno das consequências de um impacto dessa magnitude para o meio ambiente e, portanto, para a vida terrestre. Em ambos, todas as objeções ao impacto como causador do evento de extinção acabaram por ser eliminadas por meio de estudos comparativos e em escala dos efeitos e consequências dos impactos de grande magnitude. Atualmente, a rejeição à chamada “Teoria Alvarez” foi praticamente superada (Schulte *et al.*, 2010).

Sabe-se hoje que extinções biológicas associadas a eventos de impacto possuem duas causas, uma direta e outra indireta. A causa direta é relacionada aos efeitos diretos e imediatos decorrentes do impacto, tais como ondas de choque, de calor e de vento, atividade sísmica, queda de fragmentos e até mesmo soterramento pelos materiais ejetados da cratera. Esses efeitos certamente afetarão todas as formas de vida que habitam áreas relativamente próximas do local do impacto, mas não seriam por si só suficientes para causar eventos globais de extinção. A causa indireta está relacionada a vários tipos de alterações ambientais causadas

pelo impacto, que ocorrerão por período de tempo após o mesmo, causando mudanças rápidas e letais nos habitats da fauna e da flora, com duração mais longa do que aquela em que os organismos podem ficar dormentes (Kring, 2003).

Evidências de alguns outros eventos de extinção em massa e sua possível relação com impactos meteoríticos continuam a despertar o interesse de pesquisadores em todo o mundo. Um desses eventos é o que ocorreu no limite entre o Eoceno e o Oligoceno, há cerca de 35 Ma, para o qual têm sido encontradas evidências de feições de choque (tais como **microtectitos**) em camadas cronocorrelatas. Nesse caso, as duas estruturas de impacto potencialmente causadoras são as de Popigai, Rússia, e a Baía de Chesapeake, EUA³, ambas com 90 km de diâmetro. Outro evento de extinção cuja relação com impacto tem sido investigada é o do limite Permo-Triássico (limite P-T), há cerca de 250 Ma. Trata-se do maior evento de extinção de vida ocorrido na Terra, no qual se estima que mais de 90 % das espécies vegetais tenham sido eliminadas. Contudo, não foi ainda identificada nenhuma estrutura de impacto de grandes dimensões na Terra e que tenha exatamente essa idade.

Crateras meteoríticas no Brasil

Não há, no Brasil, programa sistemático de pesquisas voltadas para o estudo de crateras meteoríticas, como já ocorreu em outros países, como o Canadá e a Rússia. O que há são iniciativas individuais de pesquisadores ou de pequenos grupos que se interessam por essas estruturas, ou então daqueles que, por acaso, em atividades de mapeamento, depararam-se com feições circulares com características associáveis às crateras meteoríticas.

O autor deste texto vem estudando as crateras brasileiras desde o fim da década de 1970, quando desenvolveu estudos pioneiros no Domo de Araguainha, como parte de sua dissertação de mestrado realizada no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Posteriormente, já vinculado ao Instituto de Geociências (IG) da Unicamp, vem desenvolvendo pesquisas de forma mais sistemática nesse tema, em conjunto com alunos de graduação e de pós-graduação e em colaboração com outros grupos de pesquisa no Brasil e no exterior. Os resultados dessas pesquisas levaram à descoberta e/ou caracterização do conjunto de crateras meteoríticas conhecidas atualmente no Brasil. Pesquisadores de outras instituições brasileiras, como a Universidade de São Paulo (USP), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Universidade Federal

³ Na costa atlântica entre MD e VA.

do Ceará (UFC) e Universidade de Brasília (UnB), têm ocasionalmente desenvolvido estudos nesse tema.

O território brasileiro possui, até o presente, sete crateras com origem meteorítica comprovada (Crósta, 2012; Crósta and Vasconcelos, 2013), apresentadas na Tabela 1 e Figura 6. Todas elas estão em bacias sedimentares e encontram-se expostas em superfície, em diferentes estágios de erosão. Existem várias outras estruturas cuja possível origem é meteorítica, mas que ainda não dispõem de evidências comprobatórias. Entre estas, destaca-se a estrutura circular de Colônia, no município de São Paulo.

Nome	UF	Latitude	Longitude	Diâmetro (km)
Domo de Araguainha	MT/GO	16° 49' S	52° 59' W	40,0
Domo de Vargeão	SC	26° 49' S	52° 10' W	12,4
Riachão	MA	07° 43' S	46° 39' W	4,50
Serra da Cangalha	TO	08° 05' S	46° 52' W	12,0
Vista Alegre	PR	25° 57' S	52° 42' W	9,5
Cerro Jarau	RS	30° 12' S	56° 32' W	13,0
Santa Marta	PI	10° 10' S	45° 14' W	10,0
Colônia	SP	23° 52' S	46° 42' W	3,6

Tabela 1. Estruturas de impacto no Brasil (as latitudes e longitudes se referem ao ponto central das estruturas). A estrutura de Colônia não tem ainda sua origem por impacto meteorítico comprovada.



Figura 6. Localização das crateras meteoríticas brasileiras

Domo de Araguainha

O Domo de Araguainha, com 40 km de diâmetro, constitui a maior estrutura de impacto da América do Sul, além de ser também a mais conhecida e antiga entre as que ocorrem em território brasileiro. Ele se formou sobre rochas sedimentares de idade paleozoica da Bacia do Paraná e sobre rochas cristalinas de seu embasamento. É cortado ao meio pelo rio Araguaia, que faz a divisa entre os estados de GO e MT. Foi observado pela primeira vez no início da década de 1970 a partir da descoberta de enorme estrutura circular nas primeiras imagens orbitais de sensoriamento remoto obtidas pelo satélite Landsat (Dietz and French, 1973). A comprovação da origem por impacto meteorítico se deve a Crósta *et al.* (1981) e, desde então, essa cratera tem sido estudada por diversos pesquisadores.

Trata-se de cratera do tipo complexa, com núcleo central soerguido com 7 km de diâmetro, onde se encontram expostas rochas graníticas do embasamento cristalino. Estima-se que essas rochas graníticas expostas no centro da estrutura tenham sido soerguidas de uma profundidade superior a 2,5 km.

O evento de impacto que formou essa cratera foi datado por métodos isotópicos em 247 Ma por Tohver *et al.* (2012) e a longa exposição desde então ocasionou erosão relativamente profunda da estrutura. Nela são encontrados diversos exemplos das feições de deformação por choque características de crateras meteoríticas, como **brechas de impacto**, **cones de estilhaçamento**, **feições planares** microscópicas e **microtectitos**.

Serra da Cangalha

A cratera de Serra da Cangalha tem 13 km de diâmetro e foi formada em rochas sedimentares da Bacia do Parnaíba, no Estado do TO, perto da cidade de Campos Lindos. Trata-se de cratera do tipo complexa, com núcleo central soerguido com 3 km de diâmetro, o qual forma a notável feição geomorfológica que dá o nome à cratera (Figura 7). Esse nome foi inspirado pelas camadas sedimentares que, em decorrência da deformação causada pelo impacto, formam feições que lembram as antigas cangalhas utilizadas no transporte de cargas em mulas.



Figura 7. Vista aérea do núcleo central da estrutura de impacto de Serra da Cangalha
(Foto: Andréa Bartorelli)

A primeira referência a essa cratera foi feita no mesmo artigo de Dietz e French (1973), que a observaram juntamente com o Domo de Araguainha em imagens do satélite Landsat. Estudos recentes realizados pelo grupo da Unicamp que estuda crateras meteoríticas, coordenado pelo autor, vêm revelando informações geológicas importantes sobre essa estrutura, inclusive com a descoberta de feições características de deformação por choque, tais como **brechas de impacto, cones de estilhaçamento e feições planares** microscópicas (Kenkmann *et al.*, 2011; Vasconcelos *et al.*, 2012b). Da mesma forma, estudos geofísicos têm revelado importantes aspectos da Serra da Cangalha em superfície e também em subsuperfície (Vasconcelos *et al.*, 2010; Vasconcelos *et al.*, 2012a). Contudo, ainda não foi possível determinar a idade dessa cratera.

Riachão

A cratera de Riachão tem diâmetro relativamente pequeno de 4,2 km e está localizada no Estado do MA, perto da cidade homônima e a apenas 40 km da Serra da Cangalha. É uma cratera complexa com núcleo central soerguido com forma ligeiramente elíptica.

A primeira referência a essa estrutura foi feita por astronautas da missão tripulada Apollo-Soyuz na década de 1970, que a avistaram e fotografaram en-

quanto estavam registrando imagens da Serra da Cangalha. McHone (1986) apresentou os resultados de estudos de campo realizados no local, sem ter conseguido identificar evidências seguras de sua natureza meteorítica.

As evidências que levaram à comprovação da origem de Riachão surgiram recentemente, a partir de estudos realizados pelo grupo da Unicamp, e incluem a identificação de **feições planares** microscópicas de **deformação** por choque (Maziviero, 2012; Maziviero *et al.*, 2012). A cratera aparenta estar profundamente erodida, o que dificulta a identificação de feições macroscópicas de choque, tais como os **cones de estilhaçamento**.

Vargeão

A cratera do Domo de Vargeão tem diâmetro de 12,4 km e está localizada no oeste de Santa Catarina. Em seu interior encontra-se a cidade que dá o nome à cratera, que foi formada em rochas vulcânicas da formação Serra Geral e em arenitos de camadas situadas abaixo desta, que foram soerguidas pelo impacto em cerca de 1 km, pertencentes à formação Botucatu (conhecida por conter o Aquífero Guarani nas regiões sudeste e sul do Brasil), na Bacia do Paraná. A estrutura é do tipo complexa e o seu núcleo central soerguido, embora não muito evidenciado pela topografia, tem 3 km de diâmetro.

A estrutura circular marcante foi inicialmente reconhecida por Paiva Filho *et al.* (1978) que a atribuíram a um evento de natureza ígnea. Sua origem por impacto meteorítico foi apontada por Crósta (1987) a partir da identificação de **brechas de impacto**. Essas **brechas** ocorrem de maneira extensiva em todo o interior da cratera. Mais recentemente foram reconhecidos vários tipos de feições de deformação por impacto nessas rochas, incluindo **cones de estilhaçamento** em basaltos e em arenitos, e **feições** microscópicas de **deformação** por choque (Crósta *et al.*, 2012a). Kazzuo-Vieira *et al.* (2009) realizaram estudos geofísicos que permitiram caracterizar esta cratera em subsuperfície por meio do uso do método sísmico. Esse método utiliza ondas sísmicas produzidas artificialmente, que se propagam pelas rochas e geram informações utilizadas para estudar as camadas e estruturas geológicas situadas abaixo da superfície.

Vista Alegre

A cratera de Vista Alegre também se formou em rochas vulcânicas da formação Serra Geral na bacia do Paraná. Ela tem diâmetro de 9,5 km e está situada no município de Coronel Vivida no sudoeste do PR. Supõe-se que seja

cratera do tipo complexa, pois em seu interior há arenitos provavelmente da formação Botucatu, indicando a existência de núcleo soerguido que não é evidenciado pela topografia.

Vista Alegre foi descoberta em 2003 a partir da observação de imagens de satélite e de estudos de campo realizados pelo grupo da Unicamp (Crósta *et al.*, 2004), que identificaram **brechas de impacto**. Análises posteriores dessas **brechas** levaram à identificação de vários tipos de deformação por impacto meteorítico, descritas por Crósta *et al.* (2010a). Resultados preliminares de análises isotópicas indicaram idade aproximada de 115 Ma para a formação dessa cratera (Crósta *et al.*, 2012b).

Cerro Jarau

A estrutura de Cerro Jarau está localizada no município de Quaraí, RS, próxima à divisa com o Uruguai. Ela é composta por conjunto de elevações topográficas em forma de semicírculo, bastante destacada na topografia suave que caracteriza os pampas gaúchos. As elevações são constituídas por arenitos, circundados por rochas vulcânicas de composição basáltica da bacia do Paraná. Portanto, sua configuração geológica é bastante semelhante às das crateras de Vista Alegre (PR) e Vargeão (SC), provavelmente envolvendo as mesmas unidades geológicas (arenitos da Formação Botucatu e basaltos da Formação Serra Geral).

O diâmetro da estrutura não pode ser estabelecido com segurança, pois suas bordas não se encontram preservadas como no caso de Vista Alegre e Vargeão. Estima-se que tenha entre 10 e 13 km. As elevações formadas por arenito que dão o nome à estrutura representam o núcleo soerguido central, de formato alongado na direção norte-sul, com eixo maior de cerca de 6 km.

Resultados preliminares do estudo dessa estrutura realizado por Crósta *et al.* (2010b) indicam a ocorrência de **brechas de impacto** nos basaltos e de **feições de deformação** por choque. A análise detalhada das características geológicas e deformacionais de Cerro Jarau encontra-se em desenvolvimento.

Santa Marta

Essa cratera constitui a mais recente descoberta realizada pelo grupo da Unicamp no Brasil (Uchôa *et al.*, 2013; Oliveira *et al.*, 2014). Ela está situada na bacia do Parnaíba, da mesma forma que as crateras de Serra da Cangalha e Riachão, no município de Corrente, PI. Seu diâmetro é de cerca de 10 km e possui núcleo central soerguido com cerca de 2,5 km de diâmetro (Figura 8).

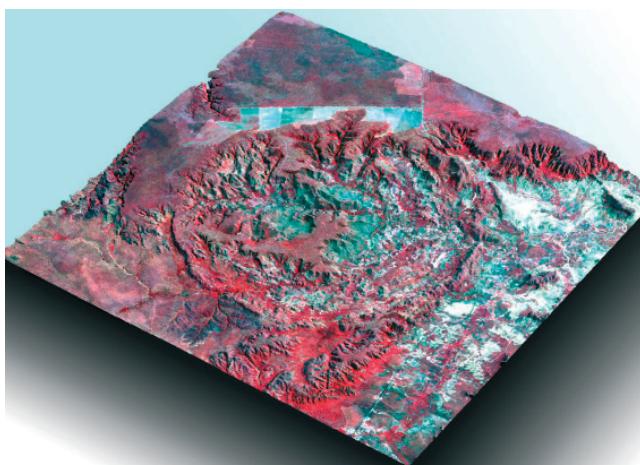


Figura 8. Vista em perspectiva da cratera de Santa Marta, PI, a partir da combinação de imagens orbital do sensor Aster com modelo digital de elevação SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*). A imagem acima foi gerada a partir de **bandas** espectrais situadas na região do visível e do infravermelho e mostra a vegetação na cor vermelha

Sua recente confirmação como cratera meteorítica se deu por meio do reconhecimento de **brechas de impacto** e de **feições de deformação** por choque que incluem **cones de estilhaçamento** e **feições planares de deformação**, relatados por Uchôa *et al.* (2013) e Oliveira *et al.* 2014).

Colônia

A estrutura de Colônia encontra-se no município de São Paulo, SP, mais precisamente no distrito de Parelheiros, próximo à Serra do Mar. Trata-se de depressão circular com 3,6 km de diâmetro formada em rochas metamórficas, com borda externa que se eleva mais de 100 m acima do seu interior (Figura 9).

Ela é conhecida desde a década de 1960 e até hoje sua origem por impacto meteorítico não pode ser cientificamente comprovada, ainda que não tenham sido encontradas evidências de outros tipos de fenômenos geológicos que pudesse formar essa depressão. O motivo é que ela é preenchida por sedimentos inconsolidados, o que impede o acesso a possíveis **brechas de impacto** contendo feições de choque, que estariam no fundo da depressão, abaixo dos sedimentos.

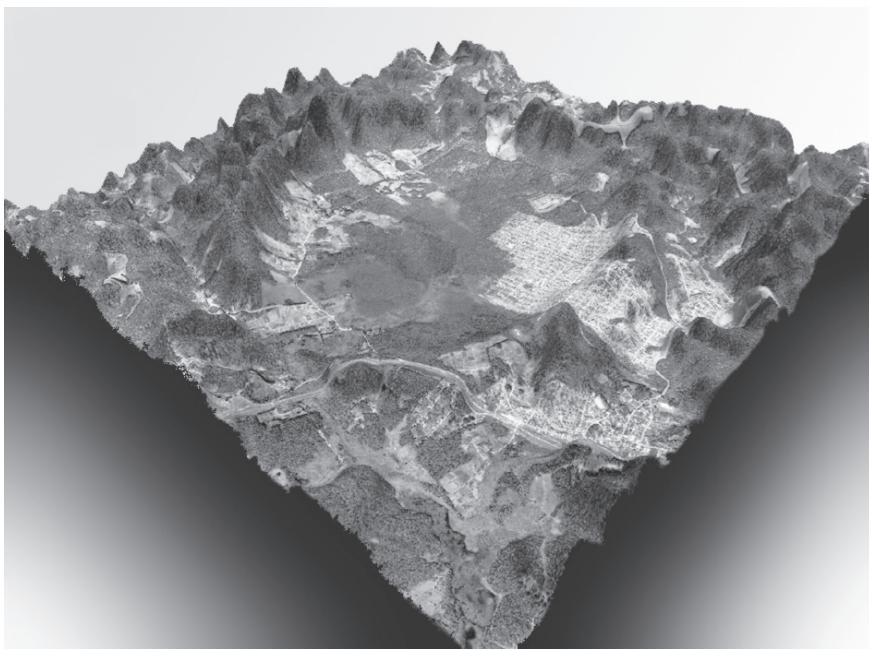


Figura 9. Vista em perspectiva da estrutura de Colônia (SP) a partir de imagem do satélite Ikonos combinada com modelo digital de elevação SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*)

Apesar de não existirem evidências diretas da origem meteorítica, há dados indiretos, obtidos por métodos geofísicos, que dão sustentação a essa hipótese, conforme relatado por Riccomini *et al.* (2011). Contudo, a confirmação dessa origem está ainda na pendência de trabalhos de perfuração que atravessem as camadas sedimentares e atinjam o fundo da depressão, provendo assim amostras de rocha nas quais será possível analisar a eventual presença de feições de deformação por choque meteorítico.

Considerações finais

As crateras meteoríticas são importantes presentes da natureza para estudos científicos relacionados à evolução do nosso Planeta e das formas de vida que nele habitam ou habitaram no passado. Possuem também enorme potencial de difusão e promoção das ciências em geral.

O conhecimento das estruturas de impacto brasileiras encontra-se em estágio menos desenvolvido em relação às suas congêneres do hemisfério nor-

te, Austrália e África do Sul. Até mesmo o número atual de crateras brasileiras, sete no total, é bastante aquém do que se poderia esperar de território de dimensões continentais e das características e idades dos terrenos geológicos do nosso país. Ainda restam por esclarecer diversos aspectos relativos à gênese, características, estruturas e idades de várias das estruturas de impacto brasileiras descritas acima. Com o natural avanço desses estudos, espera-se que nos próximos anos seja possível aumentar o número de crateras meteoríticas em nosso país.

Espera-se também que possam ser utilizadas como verdadeiros “museus a céu aberto” para o ensino de ciências, incluindo a geologia e a astronomia. Em outros países como Estados Unidos e Alemanha, existem museus e programas de difusão da ciência relacionados, respectivamente, às crateras *Meteor Crater* (Arizona) e *Ries* (Bavária).

No Brasil já existem iniciativas recentes de difusão do conhecimento e de aproveitamento geoturístico relacionadas às estruturas de impacto do Domo de Araguainha, MT e GO, Vargeão, SC, e Vista Alegre, PR. O Ibama (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) está estudando a criação de unidades de conservação para a preservação do Domo de Araguainha.

Referências

- Alvarez, L. W.; Alvarez, W.; Asaro, F. and Michel, H. V. (1980), Extraterrestrial cause for the Cretaceous-Tertiary extinction, *Science*, 208, 1095 — 1108.
- Crósta, A. P. (1987), Impact structures in Brazil, in J. Pohl (Ed.) *Research in Terrestrial Impact Structures*, 30-38, Wiesbaden: Vieweg.
- Crósta, A. P. (2012), “Estruturas de impacto e astroblemas brasileiros” in Y. Hasui, C. D. R. Carneiro, F. F. M. de Almeida e A. Bartorelli (Eds.) *Geologia do Brasil*, 673-708, São Paulo: Beca.
- Crósta, A. P.; Gaspar, J. C. e Candia, M. A. F. (1981), “Feições de metamorfismo de impacto no Domo de Araguainha”, *Revista Brasileira de Geociências*, 11, 139-146.
- Crósta, A. P.; Jourdan, F. and Koeberl, K. (2012b), 40Ar/39Ar dating of the Vista Alegre impact crater, Brazil, CD-ROM 34th International Geological Congress, Brisbane, Austrália.
- Crósta, A. P.; Kazzuo-Vieira, C.; Pitarello, L.; Koeberl, C. and Kenkmann, T. (2012a), Geology and impact features of Vargeão Dome, southern Brazil, *Meteoritics & Planetary Science*, 47, 51-71.

Crósta, A. P.; Kazzuo-Vieira, C. and Schrank, A. (2004), Vista Alegre: a newly discovered impact crater in Southern Brazil, *Meteoritics & Planetary Science*, 39 (Supplement), A-28.

Crósta, A. P.; Koeberl, C.; Furuie, R. A. and Kazzuo-Vieira, C., (2010a), Vista Alegre, southern Brazil: a new impact structure in the Paraná flood basalts, *Meteoritics & Planetary Science*, 45, 181-194.

Crósta, A. P.; Lourenço, F. S. and Priebe, G. H. (2010b), Cerro Jarau, Rio Grande do Sul: a possible new impact structure in southern Brazil in R. L. Gibson and W. U. Reimold (Eds.), *Large Meteorite Impacts and Planetary Evolution IV*, 173-190, Boulder: The Geological Society of America Special Paper SPE-465.

Crósta, A. P. and Vasconcelos, M. A. R. (2013), Update on the current knowledge of the Brazilian impact craters, CD-ROM *44th Lunar and Planetary Science Conference*, Abstract #1318, The Woodlands, Texas.

Dietz, R. S. (1961), Astroblemes, *Scientific American*, 205, 50-58.

Dietz, R. S. and French, B. (1973), Two probable astroblemes in Brazil, *Nature*, 244, 561-562.

Dressler, B. D. and Reimold, W. U. (2001), Terrestrial impact melt rocks and glasses, *Earth Science Reviews*, 56, 205-284.

French, B. M. (1998), *Traces of Catastrophe: a Handbook of Shock-metamorphic Effects in Terrestrial Meteorite Impact Structures*, Houston: Lunar and Planetary Institute.

French, B. M. and Koeberl, C. (2010), The convincing identification of terrestrial meteorite impact structures: What works, what doesn't, and why, *Earth-Science Reviews*, 98, 123 — 170.

Gault D. E., Quaide W. L. and Oberbeck, V. R. (1968), Impact cratering mechanics and structures in B. M. French, N. M. Short (Eds.), *Shock Metamorphism of Natural Materials*, Baltimore: Mono Book, 87 — 99.

Grieve, R. A. F. (1991), Terrestrial impact: the record in the rocks, *Meteoritics*, 26, 175 — 194.

Grieve, R. A. F. (2006), *Impact structures in Canada*. St. John's: Geological Association of Canada.

Grieve, R. A. F. and Shoemaker, E. (1994), The record of past impacts on Earth in T. Gehrels (ed.), *Hazards Due to Comets and Asteroids*, Tucson: Univ. of Arizona.

Hildebrand, A. R.; Penfield, G. T.; Kring, D. A.; Pilkington, M.; Camargo-Zanoguera, A.; Jacobsen, S. B. and Boynton, W. V. (1991), Chicxulub crater: A possible Cretaceous/Tertiary boundary impact crater on the Yucatán Peninsula, Mexico, *Geology*, 19, 867 — 871.

- Kazzuo-Vieira, C.; Crósta, A. P.; Gamboa, F. e Tygel, M. (2009), “Caracterização geofísica da estrutura de impacto do Domo de Vargeão, Brasil”, *Revista Brasileira de Geofísica*, 27, 375-388.
- Kenkmann, T.; Vasconcelos, M. A. R.; Crósta, A. P. and Reimold, W. U. (2011), The complex impact structure Serra da Cangalha, Tocantins State, Brazil, *Meteoritics & Planetary Science*, 46, 875-889.
- Kring, D. A. (2003), Environmental consequences of impact cratering events as a function of ambient conditions on Earth, *Astrobiology*, 3, 133-152.
- McHone, J. F.Jr. (1986), Terrestrial impact structures: their detection and verification with two new examples from Brasil, *Ph.D. thesis*, Urbana-Champaign: University of Illinois.
- Maziviero, M. V. (2012), “Caracterização geológica da estrutura de impacto de Riachão (MA)”, *Dissertação de mestrado*, Campinas: Instituto de Geociências, Unicamp.
- Maziviero, M. V.; Vasconcelos, M. A. R.; Góes, A. M.; Crósta, A. P. and Reimold, U. W. (2012), The Riachão Ring Impact Structure, Northeastern Brazil: Re-Evaluation of its Stratigraphy and Evidence for Impact, CD-ROM, *43rd Lunar and Planetary Science Conference*, Abstract #1511, The Woodlands, Texas.
- Melosh, H. J. (1989), *Impact Cratering: A Geologic Process*, New York: Oxford University Press.
- Oliveira, G. J. G.; Vasconcelos, M. A. R.; Crósta, A. P.; Reimold, W. U.; Góes, A. M.; Kowitz, A. (2014), Shatter cones and planar deformation features confirm Santa Marta in Piauí State, Brazil, as an impact structure, *Meteoritics & Planetary Science*, 49, 1915-1928.
- Paiva Filho, A.; Andrade, C. A. V. de e Scheibe, L. F. (1978), “Uma janela estratigráfica no oeste de Santa Catarina: o Domo de Vargeão”, *Anais do 30º Congresso Brasileiro de Geologia*, Sociedade Brasileira de Geologia, 408-412.
- Riccomini, C.; Crósta, A. P.; Prado, R. L.; Ledru, M. P.; Turq, B. J.; Sant’Anna, L. G.; Ferrari, J. A. and Reimold, W. U. (2011), The Colônia structure, São Paulo, Brazil, *Meteoritics & Planetary Science*, 46, 1630-1639.
- Schulte, P.; Alegret, L.; Arenillas, I.; ... Vajda, V.; Whalen, M. T. and Willumsen, Pi S. (2010), The Chicxulub asteroid impact and mass extinction at the Cretaceous-Paleogene boundary, *Science*, 327, 1214-1218.
- Tohver, E.; Lana, C.; Cawood, P. A.; Fletcher, I. R.; Jourdan, F.; Sherlock, S.; Rasmussen, B.; Trindade, R. I. F.; Yokoyama, E.; Souza Filho, C. R.; Marangoni, Y. (2012), Geochronological constraints on the age of a Permo-Triassic impact event: U-Pb and Ar-40/Ar-39 results for the 40 km Araguainha structure of central Brazil, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 86, 214-227.

Uchôa, E. B.; Vasconcelos, M. A. R. and Crôsta, A. P. (2013), Santa Marta crater: macroscopic and petrographic evidences of a new confirmed impact structure in NE Brazil, CD-ROM *44th Lunar and Planetary Science Conference*, Abstract #1316, The Woodlands, Texas.

Vasconcelos, M. A. R.; Crôsta, A. P. and Molina, E. C. (2010), Geophysical characteristics of four possible impact structures in the Parnaiba Basin, Brazil: Comparisons and implications in R. L. Gibson and W. U. Reimold (Eds.), *Large Meteorite Impacts and Planetary Evolution IV*, 201-218, Boulder: The Geological Society of America Special Paper SPE465.

Vasconcelos, M. A. R.; Leite, E. P. and Crôsta, A. P. (2012a), Contributions of gamma-ray spectrometry to terrestrial impact crater studies: the example of Serra da Cangalha, northeastern Brazil, *Geophysical Research Letters*, 39, L04306, 1-7.

Vasconcelos, M. A. R.; Wünnemann, K.; Crôsta, A. P.; Molina, E. C.; Reimold, W. U. and Yokoyama, E. (2012b), Insights into the morphology of the Serra da Cangalha impact structure from geophysical modeling, *Meteoritics & Planetary Science* 47, 1659-1670.

Capítulo 12

ASTROFÍSICA

Fig. 14.

Parte 1

O desenvolvimento da astrofísica no Brasil

Teresinha Alvarenga Rodrigues (ON/MCTI)

Neste Capítulo são realizadas algumas considerações sobre a institucionalização da pesquisa em astrofísica no Brasil, a partir da análise das características de surgimento e consolidação desta disciplina nos principais observatórios no mundo e das condições para sua recepção no Brasil. São considerados alguns fatores que circunstanciaram o estabelecimento tardio da astrofísica observacional no Brasil, como a estruturação da carreira científica e dos mecanismos de apoio à instalação de infraestrutura física e à formação de pesquisadores.

Introdução

I am permitted to announce that Mr. John D. Hooker, of Los Angeles, has presented to the Carnegie Institution of Washington the sum of forty-five thousand dollars, to be used to purchase of the Solar Observatory a glass disk 100 inches (2.54 m) in diameter and 13 inches (33 cm) thick, and to meet others expenses incident to the construction of a 100-inch mirror for a reflecting telescope of 50 feet (15.24 m) focal length. These expenses will include the erection of a building in which the mirror can be ground, figured, and tested; the construction of a large grinding-machine, with crane for lifting the mirror; the provision of a 54-inch (1.37 m) glass disk, to be made into a plane mirror for testing purpose; the purchase of glass disk for the various plane and convex mirrors required in the telescope, etc. (Hale, 1906: 214).

Com essas palavras, George E. Hale (1868-1930), um dos grandes patronos da astronomia nos Estados Unidos, anunciou o início da construção do espelho de 2,54 m, que seria inaugurado em 1917 no que foi chamado telescópio Hooker, em Mount Wilson, Califórnia. Publicado no *Astrophysical Journal*, em 1906, o texto detalha as etapas envolvidas na construção do grande espelho e na busca de financiamento para a sua montagem, ilustrando bem o esforço que seria comum a todos os observatórios que almejassem ampliar sua agenda de trabalho para pesquisas em **astrofísica** nas décadas entre o fim do século 19 e início do século 20. No entanto, a construção de um grande telescópio seria apenas um item, talvez dos mais simples, para atuação expressiva no campo da astrofísica observational. Outros fatores, tais como formação e fixação de grupos de pesquisa e equipes de calculadores, continuidade do fluxo de financiamentos e inserção em grandes projetos e publicações científicas da época se mostrariam mais complexos.

A astrofísica tem suas particularidades. É a disciplina da astronomia desenvolvida a partir de descobertas no campo da **espectroscopia óptica**, que viriam a fundamentar o trabalho pioneiro de Joseph Fraunhofer (1787-1826) de mapeamento das linhas escuras do **spectro** solar. A análise espectral não somente permitiu a investigação da composição das estrelas, como também de seus movimentos. Assim, o uso da espectroscopia na astronomia abriu um campo de investigações sem precedentes, que evoluiu rapidamente para a determinação da velocidade **radial** das estrelas e da dinâmica das **galáxias**. No campo tecnológico, o emprego da fotografia ampliou a possibilidade de informações sobre os astros, impulsionando toda uma indústria para fabricação de grandes espelhos e instrumentos acessórios.

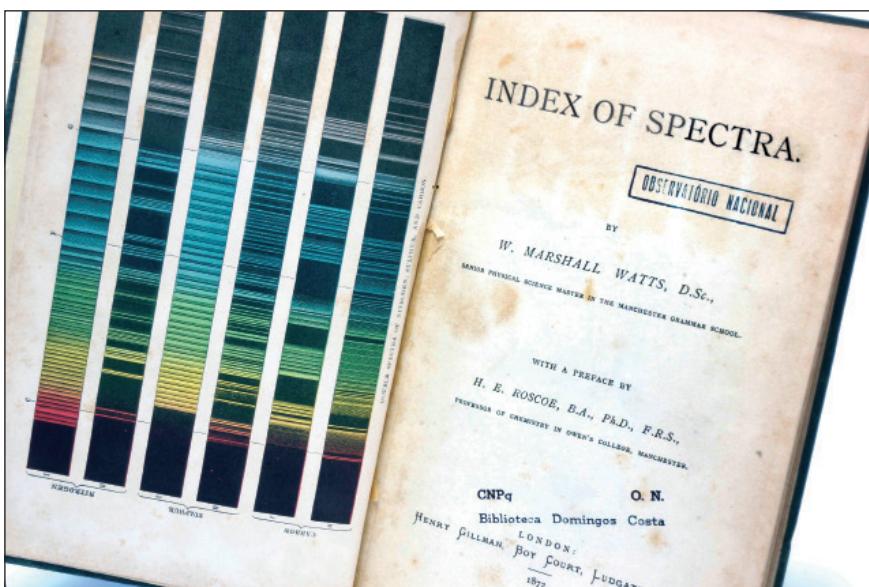


Figura 1. No fim do século 19, a possibilidade de análise espectral da luz das estrelas ampliou os limites da astronomia e do conhecimento do universo
(Acervo Biblioteca do ON. Foto Joelson Moreira)

Como inovação científico-tecnológica, desabrochada no período áureo do empreendedorismo capitalista, a astrofísica não deixou de valer-se dos mecanismos, próprios dessa época, para firmar-se como ramo diferenciado e desvinculado da “velha astronomia”. Foram criadas uma nova classe de astrônomos, outra hierarquia de instituições e a forma “moderna” de fazer ciência. Os observatórios buscavam produtividade e a rápida divulgação dos resultados que as inovações tecnológicas possibilitavam. Verdadeiras linhas de produção para redução de dados foram montadas nos principais observatórios, em especial no *Harvard College Observatory* sob a direção de Edward C. Pickering, entre os anos 1877 e 1919.

No Brasil, nessa época, a astronomia era principalmente referenciada pela atividade do Observatório Nacional, ON. Até a década de 1950, quando os cursos de pós-graduação em ciências e os mecanismos de apoio institucional à pesquisa não estavam consolidados no país, era o ON que concentrava as iniciativas de participação em projetos de cooperação internacional, instalação de instrumentos, representação brasileira na União Astronômica Internacional (IAU) e formação de astrônomos profissionais.

Por sua vez, os observatórios nacionais formam uma tipologia especial de instituições que, embora conformadas aos diferentes graus de desenvolvimento científico-tecnológico em cada país, foram criadas com objetivos semelhantes e, igual-

mente, sempre lidaram com dificuldades comuns. Uma delas é o conflito, muitas vezes de ordem ideológica, na divisão de orçamento entre a pesquisa científica e as demandas de ordem prática. Quando, no fim do século 19, o desenvolvimento da nova ciência acenou com imensas possibilidades de pesquisa, esses observatórios planejaram montar a infraestrutura necessária para o trabalho em astrofísica, começando por um moderno telescópio refletor. Mas, conforme prenunciado por George E. Hale, os requisitos não se limitariam à instalação de instrumental moderno.

Neste Capítulo são realizadas algumas considerações sobre a institucionalização da pesquisa em astrofísica no Brasil, a partir da análise das características de surgimento e estabelecimento desta disciplina nos principais observatórios e das condições para sua recepção no Brasil.

Da Europa para os Estados Unidos: a consolidação da nova disciplina

O nascimento da astrofísica ocorreu em momento especial da história, nos meados do século 19, quando um conjunto de importantes descobertas científicas pôde ser conjugado com desenvolvimentos tecnológicos e nova forma de produção de bens. Nessa época, novas fontes de energia — eletricidade e petróleo — aceleraram a indústria moderna que, ao tempo em que levou as inovações ao cotidiano do cidadão, também concentrou o poder de determinar mercados e modos de consumo. Um fenômeno que influenciou fortemente o desenvolvimento tecnológico e a própria atividade científica no contexto dos diferentes países.

A astronomia, como ciência institucionalizada em observatórios nacionais e em universidades, foi bastante impactada pelas novidades do fim do século 19. Não só no que diz respeito aos efeitos das descobertas científicas ligadas à natureza da luz, eletromagnetismo e espectroscopia, ou às inovações como a fotografia, ou ainda à produção de materiais que permitia a construção de grandes telescópios; igualmente, a astronomia foi afetada por mudanças na forma de produção e divulgação do conhecimento.

Até então, os principais centros astronômicos guardavam profunda referência com a tradição astrométrica (**astrometria**). A ideia de investigação da composição química dos astros era uma possibilidade pouco concreta e, em certos contextos, filosoficamente dissoante do pensamento positivista¹. De

¹ Fundada pelo francês Auguste Comte (1798-1857), esta filosofia (**positivismo**) teve alguma repercussão nos meios intelectuais de países da Europa e América Latina, o que talvez pudesse representar um obstáculo para a propagação da nascente astrofísica, que rompia com a ordem de conhecimento da natureza. Porém, a julgar pelo interesse demonstrado

modo que a aceitação de que as propriedades físicas e químicas dos corpos celestes pudessesem ser determinadas com confiabilidade através das novas técnicas exigiu significativo trabalho de convencimento.

Historicamente, o desenvolvimento da astronomia, com seu instrumental caracteristicamente de alto custo, vem sendo pautado pela construção de estratégias de justificação para tão vultosas opções de investimento. Desde o uso do primeiro telescópio, uma série de recursos foi utilizada para legitimar os instrumentos e a metodologia utilizada e convencer o público da verdade das descobertas (Van Helden, 1994). O próprio Galileu empreendeu vigorosa campanha para a ratificação de suas observações e aceitação do telescópio como nova ferramenta para a astronomia, recorrendo a outros cientistas da época para repetirem e certificarem as observações com o mesmo instrumento. Com o aperfeiçoamento do telescópio e a rápida ampliação dos conhecimentos de astronomia associados a ele, alguns fabricantes ganharam fama e se tornaram referência como legitimadores de descobertas científicas. No mesmo processo, os trabalhos realizados com esses instrumentos firmaram-se como fidedignos e seus autores merecedores prioritários de apoio financeiro.

Mesmo no auge do reconhecimento público, os principais centros astronômicos não deixavam de aproveitar descobertas para reafirmarem suas posições e atraírem financiamentos. Quando, por exemplo, em 1892, Edward E. Barnard, astrônomo do *Lick Observatory*, descobriu 15 luas em Júpiter, o diretor de Harvard, E. Pickering, não se furtou em destacar, em carta ao diretor de Lick:

I hope it (the discovery) will result in procuring for your Observatory valuable sympathy and energetic support in California, where public attention must certainly be strongly aroused by so remarkable an event (Lankford, 1997: 189).

Foi a partir das transformações do sistema produtivo que se seguiram à revolução industrial, iniciada no Reino Unido em meados do século 18, que o mercado de conhecimento científico e tecnológico tornou-se mais claramente delineado, não deixando de utilizar a manipulação de componentes intangíveis, tais como distinção, excelência e prestígio para, como em qualquer mercado, conferir lucros a quem comercializa produtos com base nesses atributos. Além do controle dos produtos e processos, a mercantilização do conhecimento ainda engendrou nova forma de organização do trabalho nas institui-

por astrônomos e observatórios no crescente número de publicações sobre o tema na época, a astrofísica rapidamente superou objeções e firmou-se como objeto de entusiasmo geral. Ver o Capítulo “Positivismo e utilidade da astronomia” neste Volume.

ções e a necessidade de construção de mecanismos de validação social dos conhecimentos produzidos. As publicações científicas passaram a exercer grande influência nesse campo.

A capacidade para operar esse mercado foi um dos aspectos que determinou o florescimento da astrofísica nos Estados Unidos, e não na Europa, onde havia sido criada. Lankford (1997: 382) defende que o crescimento da astrofísica nos EUA não foi uma simples consequência de instrumentação superior. Comparando os telescópios existentes na Europa e nos EUA no período 1859-1940, conclui que, nesses oitenta anos, menos de 40% dos grandes telescópios foram instalados nos EUA. No que diz respeito aos refletores, a Europa possuía 18, contra 12 dos EUA, ainda que o telescópio Hooker de *Mount Wilson* fosse o maior do mundo. Tampouco as condições climáticas dos sítios norte-americanos eram superiores às europeias. Assim como nos observatórios de *Mount Wilson* e *Mount Hamilton* (*Lick Observatory*), existiam excelentes *seeings* em *Pic du Midi* ou *Meudon*, na França, no *Max Wolf's Astronomical Institute*, em Heidelberg, ou no *Observatório Schiaparelli* em Milão. O autor conclui que os generosos financiamentos e a rigorosa organização do trabalho do observatório em linhas de produção foram tão importantes quanto o tamanho ou a localização dos telescópios.

Além disso, os EUA já vinham, por pelo menos quatro décadas, provendo a infraestrutura básica para o florescimento científico, através do fortalecimento do ensino básico e das universidades. Em 1840 havia sete observatórios nos Estados Unidos e vinte anos depois esse número havia chegado a trinta, sendo que pelo menos seis deles conduziam importantes pesquisas em astronomia (Rothenberg, 1983).

A rápida institucionalização da astrofísica nos EUA foi amparada por mecanismos que permitiram e incentivaram a produção de conhecimentos científicos em seu próprio território e lhe atribuíram valor de mercado. Astrônomos europeus foram atraídos por ofertas de emprego e maior prestígio em observatórios dos Estados Unidos, em processo que se apoiou em um bem estruturado sistema de publicações científicas.

A criação do *The Astrophysical Journal*, ainda hoje uma das mais prestigiadas publicações astronômicas, em janeiro de 1895 por George E. Hale, delimitou as referências do que foi considerado o modo moderno de fazer astronomia. Em suas páginas foi construído o discurso das teorias e metodologias de excelência e dos melhores instrumentos, que tornaram inquestionável o lugar ocupado pelos grupos que mais produziam na arbitragem de valor aos demais trabalhos. Um bom exemplo foi a disputa em torno da aceitação do sistema Harvard de classificação de espectros estelares como padrão internacional, em 1910, a despeito de existirem outros sistemas em uso, como o de Hermann C.

Vogel (1841-1907), do Observatório Astrofísico de Potsdam, Alemanha. A influência de E. Pickering, então diretor do comitê editorial do periódico e presidente da *American Astronomical Society*, foi determinante para fazer prevalecer o seu sistema sobre os demais (Gingerich, 1984; Hutchins, 2008).

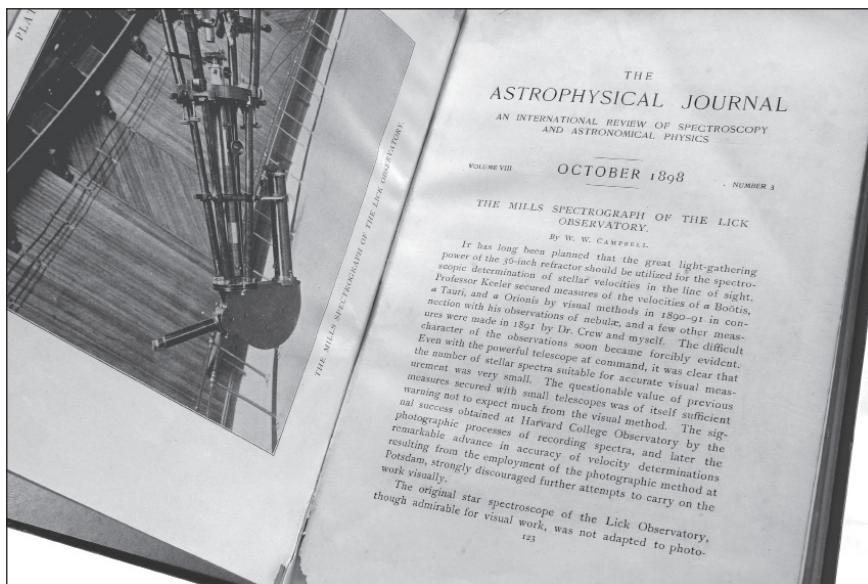


Figura 2. Exemplar do *Astrophysical Journal*, de 1898, da biblioteca do ON. As dificuldades da instituição brasileira não impediam o esforço de atualização científica (Acervo Biblioteca do ON. Foto: Joelson Moreira)

Edward Pickering (1846-1919), particularmente, imprimiu a sua marca na nova astronomia. Como diretor do *Harvard College Observatory* por 42 anos, implantou um programa de fôlego para obtenção de dados astrofísicos, utilizando-se de todos os recursos oferecidos pela espectroscopia, fotografia e fotometria, e por um observatório (*Boyden Station*) instalado em Arequipa, Peru, que, entre os anos 1889 e 1918, ampliou o alcance do trabalho ao hemisfério sul. Para tal, investiu firmemente na captação de recursos financeiros na comunidade capitalista, buscou a cooperação de astrônomos amadores para o monitoramento de estrelas variáveis e implantou eficiente sistema de redução de dados que, por sua organização, ficou conhecido como *factory observatory* (Krisciunas, 1988; Lankford, 1997).

A competição por financiamento privado foi um dos aspectos que mais distinguiram o desenvolvimento da astrofísica nos EUA e um dos itens mais bem cuidados na administração dos observatórios. As lideranças científicas

eram construídas em um processo que igualmente incluía produção científica e habilidade para negociação.

O exemplo do observatório de *Mount Wilson*, que permaneceu como referência em pesquisa astrofísica por três décadas, ilustra bem o esforço permanente para suprir investimentos contínuos em bons instrumentos, equipe de pesquisadores e infraestrutura de apoio. Com essa base assegurada, o observatório pôde iniciar programa de atração de pesquisadores visitantes de várias partes do mundo. Além de ampliar a disseminação do trabalho ali produzido, o intercâmbio científico era usado por G. E. Hale para garantir financiamentos por parte de agências diversas de apoio à pesquisa (Van Helder, 1984).

Neste contexto de alta competitividade, cabe observar que o *United States Naval Observatory* (USNO), criado em 1830 como o observatório nacional dos EUA, ficou fora da rota de investimentos na nova ciência. As dificuldades enfrentadas pelo USNO no período de ascensão da astrofísica foram, em maior ou menor grau, comuns a todos os observatórios nacionais no mundo, que encontraram fortes barreiras para inserirem-se no novo modo de produção de conhecimentos, que exigia agilidade para captação e utilização de recursos e atração de pesquisadores.

Lankford (1997: 220-227) ainda destaca que o USNO contou com certa hostilidade por parte das lideranças da comunidade astronômica, tanto por ser privilegiado com um orçamento público que garantia seu funcionamento básico, quanto por estarem seus astrônomos dedicados a trabalhos astrométricos, então identificados com forma menos nobre de fazer astronomia.

Dessas dificuldades igualmente não escaparam os tradicionais observatórios europeus. Ainda seriam necessários alguns anos para que retornassem ao lugar de destaque no cenário da moderna astronomia. Isso só viria a ocorrer com o estreitamento da cooperação internacional, principalmente a partir do envolvimento dos governos em consórcios para construção de grandes telescópios em locais de clima privilegiado, conforme resumido por Patrick A. Wayman, diretor do *Dunsink Observatory* na Irlanda, em 1987:

The fact of the matter was that at such observatories as Yerkes, Lick and Mount Wilson a new era started around 1900 that small observatories could not hope to emulate. Their re-entry into observational work near the frontiers of astronomical science would have to await the world-wide cooperative projects that did not come until 1960s (Hutchins, 2008: 371).

O caso especial dos observatórios nacionais latino-americanos

Desde a criação dos primeiros observatórios nacionais europeus — Paris (1667), Greenwich (1675), Berlim (1701) e São Petersburgo (1725) — já se apresentava o dilema, próprio dessas instituições, entre o atendimento às necessidades de ordem prática de seus países e, ao mesmo tempo, à motivação, manifestada ao fim da Renascença e fortemente associada à invenção do telescópio, de avançarem no campo da especulação científica (Dick, 1991: 3).

Esse também foi um distintivo dos observatórios nacionais criados durante o século 19 e o início do século 20 nos países colonizados. De forma similar aos observatórios europeus, ao tempo em que estabeleceram a infraestrutura para a geração da hora (ver o Capítulo “Difusão da hora legal” neste Volume), determinação de posições geográficas (ver o Capítulo “Expedições astronômicas” neste Volume) e conhecimento do clima, não deixaram de buscar, com os meios possíveis, a inserção em uma agenda de pesquisa científica associada a um ideal superior de cultura.

Na América Latina, a formação dos observatórios teve em comum as dificuldades para a instalação de infraestrutura material e de recursos humanos capaz de manter a regularidade de funcionamento. Também comuns foram seus esforços para se justificarem socialmente. Em países com imensos problemas estruturais para atender itens básicos como educação, saúde e moradia da crescente população, a atividade científica não assumia papel prioritário nos orçamentos públicos e, tampouco, justificação além do necessário para manter um mínimo de atividade em trabalhos de ordem prática. Esses observatórios nacionais, então, desde sua origem, na busca de estabilidade institucional e justificativa social, tornaram-se depositários de tensões entre a atividade científica, ainda vista como diletante, e a função de repartições públicas.

Dessa forma, quando ainda ao fim do século 19, a pesquisa em astrofísica despertou o interesse dos observatórios nacionais da América Latina, mais do que modernos instrumentos, seria preciso contar com infraestrutura mais complexa em suas instituições, que permitisse a continuada atividade científica. Também seriam necessários recursos eficientes de persuasão junto aos governos e eventuais patronos para investimentos em uma ciência cujo uso imediato não era conhecido (ver o Capítulo “Primeiras pesquisas em astronomia” neste Volume).

Como consequência, esses países experimentaram largo intervalo de tempo entre o interesse manifestado por seus cientistas e as condições concretas para efetivação de programa de pesquisas em astrofísica, até que fossem formalizados cursos de pós-graduação, organizada uma comunidade científica e criado o ambiente favorável para a formulação de políticas públicas para o financiamento da infraestrutura de projetos de pesquisa.

A lentidão para tomada de decisões, as muitas instâncias burocráticas e a insegurança orçamentária, até mesmo para a própria atividade básica das instituições, foram fatores que desestimularam as parcerias científicas possíveis na época e impuseram condições e custos muito mais altos aos projetos.

Assim, ainda que as motivações científicas e os requisitos financeiros fossem basicamente os mesmos, a incerteza² envolvida na implantação e gerenciamento de projeto científico de grande porte afigurava-se maior nos países periféricos, originando custos de transação que superavam em muito a simples compra dos insumos necessários. A ausência, na época, de estrutura institucional nesses países, que permitisse reduzir essa incerteza, inviabilizou ou retardou o desenvolvimento de muitos projetos e parcerias científicas na fronteira do conhecimento.

No Brasil, o interesse pela astrofísica acompanhou o movimento que, então, era verificado no mundo. No entanto, apesar de o ON ter adquirido uma coleção de **espectroscópios** ainda no fim do século 19, não houve resultados dignos de nota. As investidas no campo da astrofísica ficaram restritas a especulações sobre as possibilidades dessa nova ciência, divulgadas em artigos de jornais³ e discursos acadêmicos, e a idealização de um planejamento institucional.

Ainda em 1882, em artigo publicado na “Revista do Observatório”, periódico dedicado à divulgação de temas científicos, o diretor Luiz Cruls manifestou

² O conceito de incerteza definido por Douglass North (North, 1990) envolve tanto o grau de conhecimento que se tem do objeto da transação em si, quanto os diversos fatores envolvidos em seu curso, como garantia de preços e prazos, que pode variar em razão das diferenças nas estruturas sociais dos participantes. Embora as proposições teóricas de North tenham sido originalmente concebidas para explicar diferenças de performance entre empresas e países, os conceitos de “incerteza”, “custo de transação” e “instituições” podem, a nosso ver, ajudar a explicar as diferenças de resultado de um mesmo projeto científico em diferentes países e, mais particularmente, por que projetos potencialmente exequíveis não conseguem dentro de determinados contextos atingir os resultados esperados.

³ Merece destaque o artigo “O Estado da Astro-Physica no começo do XX Seculo” de Henrique Morize, publicado em 1905, em “Os Annaes — Semanario de Litteratura, Arte, Scienza e Industria”, onde é feita uma exposição detalhada dos aspectos científicos, principais resultados e perspectivas da nova ciência (Morize, 1905).

o interesse da instituição em acompanhar os correntes desenvolvimentos em astrofísica. Projetando a futura transferência do Observatório, então precariamente instalado no Morro do Castelo, para local mais apropriado, idealizou o espaço para instalação das lunetas **equatoriais**:

(...) uma para observações de cometas, nebulosas, estrelas duplas e variáveis, eclipses de satélites de Júpiter, ocultações, etc., e outra, de dimensões menores, reservada exclusivamente para as pesquisas sobre a astrofísica, como a espectroscopia, a **fotometria** e a fotografia (Cruls, 1882: 161).

Porém, só ao fim de 1920 pôde o ON deixar o Morro do Castelo e ocupar as instalações de fato de um observatório astronômico, em São Cristóvão. Nessa ocasião, a instalação do refrator Cooke&Sons de 46 cm, que permaneceu como o maior do Brasil, mereceu de Henrique Morize a ressalva:

Esse instrumento, sem ser comparável aos de Yerkes e de Lick, e de outros americanos, cuja dimensão é vizinha a um metro, possui um poder ótico correspondente ao máximo compatível com o clima de nossa Capital, e não poderia ser ultrapassado por outro mais poderoso, a não ser que se removesse para um céu mais límpido e calmo, isto é distante da Capital (Morize, 1987:147).

Ainda persistindo no ideal de um telescópio de montanha, o ON buscou, na década de 1930, viabilizar a construção de um observatório astrofísico na Serra da Bocaina (Muniz Barreto, 1987). O astrônomo Domingos Costa (1882-1956) empenthou-se particularmente no projeto que, também nessa época, não saiu do papel por total falta de estrutura institucional para um empreendimento dessa monta. No entanto, estava lançado o germe que, ao primeiro momento de possibilidade, permitiria ao ON efetivar a compra do telescópio refletor de 1,60 m, que seria a base do Observatório Astrofísico Brasileiro (OAB). Ver o Capítulo “O observatório de montanha” no Volume II.



Figura 3. Visita de Albert Einstein (no centro, sentado) ao ON em 9 de maio de 1925. Henrique Morize (à direita de Einstein) era diretor do ON e presidente da Academia Brasileira de Ciências. Domingos Costa (primeiro sentado, da esquerda para direita) foi o grande entusiasta por um observatório de montanha para o ON (Acervo ON)

A lenta institucionalização da astrofísica no Brasil

Há diferença entre os estudos astrofísicos empreendidos pela maioria dos observatórios, inclusive o ON, a partir do fim do século 19, com observações espectroscópicas (**espectroscopia**) e fotométricas (**fotometria**) ocasionais de astros, e a implantação de linhas de pesquisa em astrofísica. Esta exigia mais que resultados esporádicos; era preciso um programa continuado de pesquisa segundo a metodologia da nova ciência.

Durante a primeira metade do século 20, embora mantivesse alguma colaboração internacional na área de astronomia, como os projetos de observação de estrelas duplas, conduzido por Domingos Costa com o Observatório de Johanesburgo, e de variação de latitude, de responsabilidade de Lélio Gama, o ON não conseguiu ultrapassar os limites da atividade científica permitida por sua precariedade institucional.



Figura 4. O acervo da Biblioteca do ON mostra uma instituição, desde sua criação, preocupada em manter-se atualizada com os avanços de suas áreas de atuação. Particularmente, apesar das dificuldades orçamentárias, as publicações voltadas para espectroscopia e as possibilidades da astrofísica mereceram um grande número de aquisições entre as últimas décadas do século 19 e as primeiras do século 20 (Acervo Biblioteca do ON. Foto Joelson Moreira)

Havia também as restrições ambientais do Rio de Janeiro, sobre as quais Lélio Gama, em seu relatório como diretor da instituição no período 1951-1957, apoiou as justificativas para a “exclusão provisória da astrofísica” das atividades do Observatório:

O Observatório Nacional, como qualquer outro situado numa grande cidade, não pode empreender, em sua sede, com resultados satisfatórios, trabalhos de astrofísica, observações que exijam pureza e transparência da atmosfera, como o estudo do aspecto físico dos astros dotados de diâmetro aparente sensível. Tais estudos demandam localização apropriada, fora das cidades, em altitudes de clima selecionado, com a atmosfera livre desse *screen* permanente de fumaça, poeira e luz difusa, que se forma geralmente sobre as grandes cidades. É o *city-struck sky* de que também se lamentam vários observatórios estrangeiros (Gama, 1958: 4).

Porém, o atendimento das condições para a pesquisa em astrofísica nessa época, incluindo o almejado observatório de montanha para o ON, extrapolava a superação de fatores de ordem técnica. Ainda existiam lacunas consideráveis que obstaculizavam a atividade científica no Brasil: ausência de um sistema educacional formal capaz de lastrear a pesquisa científica; falta de poder aquisitivo da população e de educação mínima para incluir a ciência na sua pauta de interesses; inexistência de legislação e definição de carreiras profissionais para a ciência, e, não menos crítico, instabilidade crônica dos orçamentos institucionais.

Até a metade do século 20, o Brasil ainda não havia constituído setores sociais significativos que justificassem investimentos continuados no desenvolvimento científico e tecnológico. As mudanças que se faziam necessárias, impulsionadas pela atividade das instituições científicas nacionais — que já existiam em número considerável — e pela nova forma de produção de conhecimento que acontecia no mundo exterior, esbarravam na estrutura burocrática estatal e na fragilidade de uma comunidade científica ainda sem personalidade (ver o Capítulo “Organização da comunidade astronômica” no Volume II). Nesse ambiente, a institucionalização de projetos nascidos de oportunidades de parceria com a comunidade internacional exigia muito mais que a obtenção de financiamento para a compra de instrumentos e insumos. Era necessária a legitimação dessa atividade em duas frentes: nas instâncias governamentais e na própria comunidade científica ainda surgente.

Lankford (1997: 382), em sua análise sobre o desenvolvimento da **astrofísica** nos EUA quando comparado com os países europeus, considera que existem aspectos culturais que não devem ser desprezados, tais como demografia, graus de organização e institucionalização da astronomia, tradição de mecenato e tamanho e composição da comunidade astronômica.

No que diz respeito à constituição de uma comunidade científica, é certo que a formação de pesquisadores não é problema exclusivo de países não desenvolvidos; porém, não é menos verdadeiro que nesses países esse processo ocorre em condições mais adversas se comparadas com países onde a ciência responde com fortes laços de inserção econômica e cultural na sociedade (Fortes and Lomnitz, 1994). A tradição educacional brasileira atribui pequena importância à tarefa de encorajar as qualidades necessárias para o pensamento científico. E, nesse caso, não se trata só do suprimento de boa formação acadêmica. Aspectos ideológicos, que dão espírito de corpo a uma comunidade, assumem posição preponderante nesse processo.

No período anterior a 1930, o esforço para internalização de um conjunto de valores e crenças relacionados com a ciência é bem representado pela criação da Sociedade Brasileira de Ciências, em 1916 no Rio de Janeiro. Henrique

Morize, então diretor do ON, fundador e primeiro presidente da Sociedade, que viria a chamar-se Academia Brasileira de Ciências (ABC) a partir de 1921, destacou em seu discurso de posse:

Numa capital rica e próspera como a Cidade do Rio de Janeiro, era indispensável que se fundasse um grêmio, onde aqueles que estudam as questões de Ciência Pura pudessem encontrar fraternal agasalho e no qual se promovesse a formação de um ambiente intelectual capaz de transformar a indiferença, ou mesmo em alguns casos a hostilidade, com que a maioria habitualmente acolhe a publicação de tudo quanto não tem o cunho de utilidade material, embora devam saber todos que receberam a educação liberal corrente, que muitas artes e indústrias têm como base pesquisas científicas e princípios abstratos (Morize, 1917).

Apesar da persistência da ABC e de pesquisadores de alguns campos científicos que foram fortalecidos nessa época, as condições de possibilidade para a criação da identidade de uma comunidade científica brasileira somente viriam a ser atendidas bem mais tarde, a partir dos anos 1950, com a implantação de estruturas de apoio e inserção da ciência e da tecnologia nas políticas públicas. A consolidação das universidades e a implantação dos primeiros cursos formais de graduação e pós-graduação em ciências criaram as bases para a formação dos primeiros doutores em astronomia e financiamento dos primeiros projetos (ver o Capítulo “Pós-graduação em astronomia” no Volume II).

Porém, para atender a um padrão de infraestrutura material e de recursos humanos comparável ao de países desenvolvidos, é necessário mais. São exigidos níveis de organização e de justificação interna que não são alcançados rapidamente em sociedades em que a ciência ainda não definiu com clareza o seu espaço institucional. Consequentemente, logo se estabeleceu um distanciamento entre a condição idealizada pela comunidade científica e aquela possível de ser atingida.

O reconhecimento desse fosso é fundamental para compreendermos as dificuldades enfrentadas para a constituição do campo científico da astrofísica no Brasil. O isolamento dos astrônomos brasileiros tornava cada vez mais difícil a aquisição do *ethos* da atividade científica, ou seja, do conjunto de valores e crenças que dão o sentido de identidade e conjugação dos mesmos signos de uma comunidade. Talvez tenha sido esse o aspecto mais difícil de ser construído quando, nas décadas seguintes, pôde ser montada uma infraestrutura de pesquisa em astrofísica no país.

Se nos anos 1950, a partir da atuação do CNPq e da CAPES (criados nessa época como Conselho Nacional de Pesquisas e Campanha Nacional de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), começou a ser construída a

espinha dorsal da moderna estrutura da pesquisa no Brasil, por sua vez, nos principais centros astronômicos, esta década foi marcada por novas mudanças de paradigma na pesquisa astrofísica. Fontes de rádio foram descobertas e identificadas, a escala de distância do universo foi revisada e, não menos importante, as novas tecnologias — computadores, radiotelescópios e as primeiras sondas espaciais — começaram a mudar a face da astronomia. Os anos 1950 foram o prelúdio de um crescimento explosivo da compreensão do cosmos, processo que se apoiou na revolução da eletrônica e em novas técnicas de aquisição de dados. Não menos importante, a geopolítica pós-Guerra delimitou nova hegemonia científico-tecnológica, que teve grande influência sobre o mercado de conhecimento (Gingerich, 1984).

Assim, apesar dos nossos esforços para montar uma infraestrutura de instrumentação e de recursos humanos para pesquisa, o fosso entre a astrofísica iniciada no Brasil a partir da década de 1960 e a praticada e controlada pelos principais centros científicos parecia se aprofundar. A superação desses novos limites, já a partir dos anos 1980, só foi possível através do investimento continuado em pesquisa básica e no ensino de pós-graduação nas universidades e institutos de pesquisa, incluindo a perseverante atuação do ON na formação de pesquisadores.

Os primeiros passos

Quando foram formados os primeiros astrofísicos brasileiros, na década de 1970, o cenário institucional da astronomia no Brasil já havia extrapolado o âmbito do ON e alcançado as principais universidades brasileiras.

E foi justamente a cooperação entre as instituições dedicadas à astronomia e o apoio, além do CNPq, do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) que viabilizaram a escolha de sítio e a aquisição de instrumentos para a instalação do OAB. Durante a década de 1960, Luiz Muniz Barreto, então diretor do ON, e Abrahão de Moraes, diretor do Instituto Astronômico e Geofísico da USP (IAG/USP), fundaram o grupo de trabalho que, com a colaboração da comissão de astrônomos franceses, vinda ao Brasil com o auxílio do CNPq, delinearam as ações para a instalação do futuro observatório e de programa de formação de astrofísicos. Em seu relatório sobre a escolha de sítio, Ferraz-Mello (1982) registra o esforço da comunidade astronômica brasileira em superar as dificuldades de toda ordem envolvidas nessa tarefa, entre os anos 1965 e 1972, que redundou na escolha do Pico dos Dias, de 1.864 m de altitude, no município de Brazópolis (MG).

Em 5 de setembro de 1972, a celebração do convênio entre o ON e a Financiadora de Estudos e Projetos — FINEP, garantiu os recursos para a compra do telescópio Perkin-Elmer (P&E), um refletor com espelho principal de 1,60 m de diâmetro. A **primeira luz** do OAB viria acontecer em 22 de abril de 1980. Em 1989, já como Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA), essa unidade de pesquisa tornou-se administrativamente independente do ON, com a missão de também gerenciar os futuros investimentos brasileiros em astrofísica observational.

A Sociedade Astronômica Brasileira (SAB) foi fundada em 1974, na década em que foram estruturados os primeiros cursos de pós-graduação em astronomia, tanto nas universidades quanto no ON. Também nessa época, que antecedeu à inauguração do OAB, foram instalados telescópios de pequeno porte nas universidades e entrou em operação o radiotelescópio de Itapetinga, também financiado com recursos da FINEP. A astronomia observational começava a se firmar e a fundamentar pesquisas sistemáticas em astrofísica.

Já na década de 1990, o crescimento da comunidade astronômica e o fortalecimento dos mecanismos de amparo à pesquisa viabilizaram a adesão do Brasil aos consórcios internacionais Gemini, em 1993, e SOAR (*Southern Astrophysical Research*), em 1996. O primeiro conta com dois telescópios de 8,1 m de abertura localizados, cada um, no Havaí e no Chile. O telescópio SOAR, com 4,2 m de abertura, iniciou a coleta de dados científicos em 2004 (ver “Participação do Brasil em consórcios internacionais” no Capítulo “Empreendimentos internacionais”, no Volume II). Gerenciadas pelo LNA, essas parcerias ampliaram o acesso da comunidade astronômica brasileira à instrumentação de última geração em sítios privilegiados.

Impondo-se como nova disciplina, com seus próprios signos e mecanismos de validação, a astrofísica afrouxou suas barreiras nacionais e institucionais iniciais e, através dos consórcios para construção de grandes telescópios e projetos de cooperação científica, ampliou o acesso das instituições de países não participantes de sua fundação (ver o Capítulo “Desenvolvimento de instrumentação” no Volume II). No Brasil, a julgar pelo continuado aumento do número de doutores e de publicações especializadas, a astrofísica, ainda que chegada tardivamente, é hoje uma área de pesquisa consolidada, respondendo pela maior parte da produção da astronomia brasileira.

Algumas dificuldades institucionais ainda perduram, principalmente as relativas à estabilidade de financiamentos e à fixação de recursos humanos. A distância entre a nossa produção e a dos centros científicos, se não foi eliminada, pelo menos hoje é relativizada pela globalização da informação e pelo intercâmbio científico entre pesquisadores e instituições (ver “Desvendando o universo com grandes mapeamentos” no Capítulo “Empreendimentos in-

ternacionais”, no Volume II). Temos motivos para sermos otimistas, mas não perdendo de vista as condições históricas do nosso desenvolvimento científico e tecnológico. Ainda nas palavras de George E. Hale:

Nothing is more encouraging to the scientific investigator than the rapid multiplication in recent years of the possibilities of instrumental development. In astronomy the opportunities for advance have been vastly enlarged by the remarkable progress of physics and chemistry, and the many new instruments and methods thus rendered available. To appreciate our advantages, we have only to glance rapidly over the history of science and contrast present possibilities with those of the past (Hale, 1932: 2).

Referências

- Cruls, Luiz F. (1882), “A transferência do Observatório”, *Revista do Observatório*, 1, 11, 161-163.
- Dick, Steven J. (1991), National Observatories: an overview, *Journal for the History of Astronomy*, 22, 67, 1-4.
- Ferraz-Mello, Sylvio (1982), *Escolha de Sítio para o Observatório Astrofísico Brasileiro*, São Paulo: CNPq/IAGUSP.
- Fortes, Jaqueline and Lomnitz, Larissa A. (1994), *Becoming a scientist in Mexico: the challenge of creating a scientific community in an underdeveloped country*, Pennsylvania: The Pennsylvania State University Press.
- Gama, Lelio I. (1958), *O Observatório Nacional: 1951 — 1957*, Rio de Janeiro: MEC/ON.
- Gingerich, Owen (Ed.) (1984), *Astrophysics and twentieth-century astronomy to 1950: Part A* (The General History of Astronomy: v. 4), Great Britain: Cambridge University Press.
- Hale, George E. (1906), A 100-inch Mirror for the Solar Observatory, *Astrophysical Journal*, 24, 214-218.
- Hale, George E. (1932), *Signals from the stars*, New York: Charles Scribner's Sons.
- Hutchins, Roger (2008), *British University Observatories, 1820-1939*, England: Ashgate Publishing Limited.
- Krisciunas, Kevin (1988), *Astronomical Centers of World*, Great Britain: Cambridge University Press.

Lankford, John (1997), *American Astronomy: community, careers, and power, 1859 — 1940*, Chicago & London: The University of Chicago Press.

Morize, Henrique C. (1905), “O estado da astro-physica no começo do XX século”, *Os Annaes — Semanario de Litteratura, Arte, Sciencia e Industria*, 30, 274-280.

Morize, Henrique C. (1917), “Discurso proferido na Sessão Plena de 15 de junho de 1917”. *Revista da Sociedade Brasileira de Ciências*, 1, 3-10.

Morize, Henrique C. (1987), *Observatório Astronômico: um século de história (1827-1927)*, Rio de Janeiro: MAST/Salamandra.

Muniz Barreto, Luiz (1987), *Observatório Nacional — 160 anos de história*, Rio de Janeiro: Observatório Nacional/CNPq.

North, Douglass C. (1990), *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*, Cambridge: Cambridge University Press.

Rothenberg, Marc (1983), Observers and Theoreticians: Astronomy at the Naval Observatory, 1845-1861, in Steven J. Dick and LeRoy E. Doggett (Eds.), *Sky with Ocean Joined — Proceedings of the Sesquicentennial Symposia of the US Naval Observatory, December 5 and 8, 1980*, Washington: US Naval Observatory, 29-43.

Van Helder, Albert (1984), Building large telescopes, 1900-1950 in Owen Gingerich (Ed.), *Astrophysics and twentieth-century astronomy to 1950: Part A (The General History of Astronomy, Vol. 4)*, Great Britain: Cambridge University Press, 134-152.

Van Helden, Albert (1994), Telescopes and Authority from Galileo to Cassini, *Osiris*, 9, 145-163.

Bibliografia consultada

Moraes, Abrahão de (1984), *A Astronomia no Brasil*, São Paulo: IAG/USP.

Rodrigues, Teresinha de J. A. (2007), “Um Estudo sobre a Institucionalização da Astronomia no Brasil”, *Tese de doutoramento em engenharia de produção*, Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ.

Schwartzman, Simon (2001), *Um Espaço para a Ciência: a formação da comunidade científica no Brasil*, Brasília: MCT/CNPq/Centro de Estudos Estratégicos.

Steiner, João; Sodré, Laerte; Damineli, Augusto e Oliveira, Cláudia M. de (2011), “A pesquisa em astronomia no Brasil”, *Revista USP (online)*, 89, 98-113.

Parte 2

Mário Schenberg, pioneiro da astrofísica teórica brasileira

Antonio Carlos S. Miranda (UFRPE)

Mário Schenberg nasceu em 2 de julho de 1914 no Recife, onde fez os cursos primário e secundário. Em 1931 iniciou aí mesmo seus estudos de engenharia, seguindo em 1933 para São Paulo. Ele é pioneiro do grupo de recifenses que se destacaram como cientistas nas áreas de Física, Matemática e Química, como José Leite Lopes e Leopoldo Nachbin, no Brasil e no exterior. Eram estudantes de engenharia que, em sua trajetória científica, carregaram a orientação e o estímulo do professor recifense, Luiz de Barros Freire. As contribuições mais importantes de Schenberg na **astrofísica** foram sobre o Processo Urca em colaboração com Gamow e sobre a queima do hidrogênio pelo Sol, com Chandrasekhar, e constituem o início da nossa **astrofísica**. Esse pioneirismo solitário ilustra que algumas décadas ainda seriam necessárias para a **astrofísica** brasileira se estabelecer no Brasil.

Introdução

Esse texto tem como objetivos apresentar a primeira formação de Mário Schenberg na terra natal, aprofundar o período de 1940 a 1944 em que ele trabalhou nos EUA com George Gamow (1904-1968) e Subrahmanyan Chandrasekhar (1910-1995), com os quais publicou trabalhos que se tornaram clássicos na **astrofísica** estelar, e analisar algumas das circunstâncias que propiciaram essas atividades pioneiras dele na **astrofísica** teórica brasileira, assim como as razões pelas quais suas pesquisas em **raios cósmicos** prosperaram, enquanto que a **astrofísica**, nem teórica, nem observational aqui prosperou sob sua influência imediata.

Uma investigação da origem dos Schenberg e sobre a vida pessoal de Mário foi realizada por meio de entrevistas, contatos e busca em arquivos no Recife e em São Paulo. Sobre a produção e atividades de Schenberg nas áreas ligadas à astronomia, de **astrofísica**, **mecânica celeste**, **raios cósmicos** e preservação da memória, foi feita uma pesquisa bibliográfica e tomados depoimentos.

Veremos que a menção pessoal de Schenberg (Figura 1) na história da astronomia no Brasil se justifica porque a sua contribuição ocorre num contexto, na década de 40, em que a astronomia brasileira não tinha comunidade organizada, nem a **astrofísica** fazia parte da agenda das poucas instituições astronômicas da época. Assim, a única referência em **astrofísica** era ele mesmo. Nesse sentido ele é, sem dúvida, o pioneiro da **astrofísica** teórica brasileira, a ser valorizado pelas condições incipientes para essa modalidade de atividade científica no Brasil.

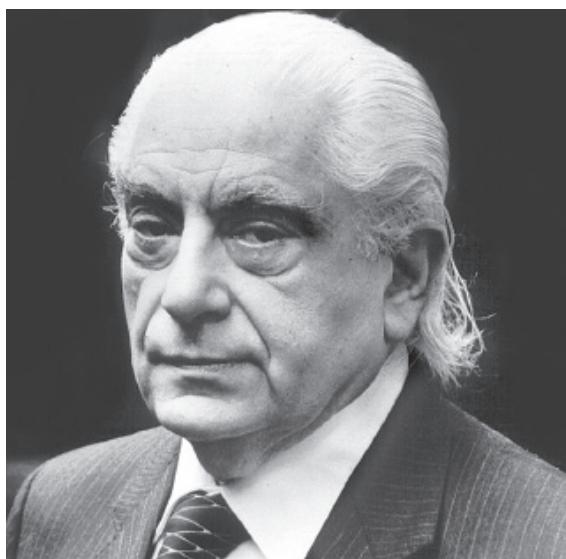


Figura 1. Mário Schenberg
(1914-1990)
(http://www.ced.ufsc.br/men5185/trabalhos/58_Raios_Cosmicos/fsc-br-mario.html)

É importante sublinhar que, tendo deixado o Recife, e tendo antes passado brevemente pelo Rio de Janeiro, Schenberg se mudou para São Paulo, onde se estabeleceu. Ali se matriculou, primeiro na Escola Politécnica (EP) de São Paulo, e logo depois na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras (FFCL), fundada em 1934 com a Universidade de São Paulo (USP). Na FFCL teve como professores os seus notáveis fundadores que tinham elos com os melhores físicos da Europa, tendo ele se beneficiado de toda essa rede internacional (ver o Capítulo “Pesquisas em raios cósmicos” no Volume II).

Busca pelas origens

Segundo a física e historiadora da Física, Amélia Império Hamburger (1932-2011),

os interesses diversificados de Schenberg se manifestaram desde a infância. Como jovem ginásiano já se envolvia na compreensão das condições humanas da vida social e política (Hamburger, 2009).

Para uma busca das origens de Schenberg, foi empreendida uma visita ao Ginásio Pernambucano no Recife, escola pública de 1825 com renomado arquivo. As informações indicavam que Schenberg tinha sido aluno lá. Mas, constatou-se depois que não. Novas informações indicaram que sua formação básica se deu no também centenário Colégio Americano Batista do Recife. Mas, os arquivos estão destruídos e desaparecidos.

Uma outra busca foi realizada no Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e no prédio da antiga Escola de Engenharia do Recife, fundada em 1896, já que recentemente foi criado o Memorial da Engenharia de Pernambuco. No entanto, nem a biblioteca do Departamento, nem o Memorial, nem os professores ouvidos tinham dados, documentos ou registro do estudante Mário Schenberg na UFPE. Nem mesmo um registro da informação amplamente sabida de que na Escola de Engenharia do Recife, Schenberg fora colega de Pelópidas Silveira (1915-2008), ex-prefeito do Recife.

No Departamento de Física da UFPE o pesquisador e professor Sérgio Rezende, ex-ministro da Ciência e Tecnologia, disse:

Infelizmente tive pouquíssimo contato com o Schenberg. Apenas assisti a um seminário dele na PUC/RJ e tive algum contato quando era presidente da SBF. Tenho um livro com os artigos científicos dele organizado por Amélia Hamburger. Mau-

ricia Coutinho e Ivon Fittipaldi foram para a USP atraídos pelo conterrâneo, mas, quando lá chegaram ele tinha sido cassado.

Uma outra tentativa foi feita junto ao Arquivo Público de Pernambuco. Lá se encontram documentos antigos de todos os fatos e acontecimentos que foram registrados em Pernambuco. Apesar da boa vontade e paciência da arquivista-chefe e da estagiária e de muita procura em fichários, arquivos e livros, nada foi encontrado sobre os Schenberg.

Como Mário Schenberg foi militante de esquerda, foi sugerida uma busca na Polícia, em órgãos como o Departamento de Ordem Política e Social (DOPS). No Recife, o Instituto de Identificação Tavares Buril (IITB), ligado à Secretaria de Defesa Social do Estado é o local especializado. Lá, após algumas buscas feitas de forma integrada com outros órgãos nacionais, foram achados apenas uns poucos dados pessoais em arquivos no Rio Grande do Sul: nome do pai e da mãe, número do CPF...

Em seguida o foco foi a Sinagoga Kahal Zur Israel (Congregação Rochedo de Israel) do Recife, a primeira sinagoga das Américas que funcionou durante a dominação holandesa (1630-1657). Lá funciona hoje o Arquivo Judaico de Pernambuco e os pesquisadores e estagiários ficaram interessados em ajudar na busca de informações sobre os Schenberg em Pernambuco. Novamente não houve sucesso e apenas foi encontrada nos referidos arquivos uma entrevista, da década de 1970, onde uma das entrevistadas referia-se ao nome de Salomão Schenberg, de passagem, como um aparentado. Mas, como toda pista é útil, a jornalista responsável por tal entrevista, Diva Masur, prontamente passou a ajudar na busca de contatos. A partir dela, a filha de Mário Schenberg, Ana Clara Guerrini Schenberg, geneticista e professora aposentada do Instituto de Ciências Biomédicas da USP, passou a fornecer importantes informações em depoimentos por telefone e um dado pessoalmente quando veio ao Recife para a sessão especial sobre o “Centenário de Mário Schenberg” durante a Reunião Anual da SBPC em Recife no dia 25 de julho de 2013. Nada melhor para um resumo biográfico de Mário Schenberg do que este gentilmente passado por ela por *e-mail* de 18/04/13:

“Não sei muito sobre a infância de meu pai em Recife. As informações que tenho, recebi de conversas com a minha avó Fanny. Meu pai me contou que éramos parentes do músico austríaco Arnold Schoenberg e de Groucho Marx, cuja mãe também era Schoenberg. O meu pai é filho de Salomão Schenberg (ou Schoenberg) e de Fanny Musij (ou Mushier). Salomão nasceu em Kiev, Ucrânia, e veio para o Brasil no começo de 1900. Fanny nasceu em Djora, nos arredores de Kishenev, Bessará-

bia, e veio para o Brasil pouco antes de estourar a I Guerra Mundial, para conhecer Salomão, que era sócio do irmão dela em Recife. Salomão tinha se apaixonado por uma foto de Fanny que lhe mostrara seu irmão! Casaram-se em Recife e tiveram 3 filhos: Mário, Saul e José. José morreu prematuramente, com 10 anos, após cair do alto de uma escada. Saul formou-se em Medicina e Mário formou-se pela Escola Politécnica de São Paulo e, logo em seguida, em Matemática, pela recém-criada Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP, na primeira turma, em 1936 (em anexo, estou enviando uma biografia resumida do Mário). Eu sou a única filha do Mário e da Julieta Guerrini de Andrade, viúva de Oswald de Andrade, com quem meu pai viveu maritalmente durante 30 anos.... A Profa. Dina Lida Kinoshita, do Instituto de Física da USP, também está preparando um livro sobre o meu pai e tem conseguido reunir várias informações adicionais. Por outro lado, o meu primo, Paulo Schenberg¹ (filho do Saul), organizou recentemente um site, com muitas fotos da família. Aconselho que entrem em contato com ele, para conseguir maiores informações sobre a infância de meu pai em Recife”.

ANEXO (dados biográficos de Mário Schenberg organizados por Ana Clara Guerrini Schenberg)

- 1914 (2/7): Mário Schenberg nasce em Recife, PE
- 1924: lê livros franceses técnicos que o levam a se interessar por ciência
- 1927: toma conhecimento das ideias marxistas através da revista “Cultura”
- 1931: ingressa na Escola de Engenharia de Pernambuco
- 1933: transfere-se para a Escola Politécnica de São Paulo
- 1934: faz por conta própria o seu 1º trabalho de Física e publica parte de “Princípios da Mecânica”
- 1935: gradua-se Engenheiro Eletricista pela Escola Politécnica de São Paulo
- 1936: torna-se Bacharel em Ciências Matemáticas, publica trabalho sobre Eletrodinâmica Quântica no *Nuovo Cimento* e atua como assistente do Prof. Gleb Wataghin
- 1937: realiza trabalhos sobre **raios cósmicos** com o Prof. Giuseppe Occhialini
- 1938: vai à Europa e trabalha em Roma com Fermi e em Zurique com Pauli. Publica alguns trabalhos em revistas especializadas
- 1939: em Paris, conhece Di Cavalcanti e Noêmia Mourão
- 1940: viaja para os EUA para aperfeiçoar-se em **Astrofísica** e conhece Segall
- 1940-1969: torna-se Professor do Departamento de Física da USP

¹ O primo de Ana Clara, Paulo Schenberg, declarou: “sei alguma coisa sobre a família e no que puder posso auxiliar. De antemão sugiro conhecer as fotos de meus avós que estão na internet em <http://www.atelieclaraschenberg.com.br/4images/index.php>. Na família de Salomão Schenberg tem fotos e textos e na do Mário tem também uma boa biografia de sua história”.

- 1940 a 1942: trabalha na Fundação Guggenheim. Entra em contato com Einstein. Desenvolve a Teoria do Efeito Urca nas **supernovas** e descobre com Chandrasekhar o limite Chandrasekhar-Schenberg
- 1941: encontra-se com Pauli em Princeton, onde se torna membro do *Institute for Advanced Studies*. Einstein inclui seu nome numa lista com os 10 mais notáveis físicos da sua época
- 1942: regressa ao Brasil
- 1944: torna-se Professor Catedrático da USP
- 1945: é eleito Deputado Federal pelo Partido Comunista (PCB)
- 1946: é eleito Deputado Estadual pelo PCB para a Constituinte de 1946
- 1946-1947: autor da lei de criação da FAPESP. Inicia em São Paulo a campanha “O Petróleo é Nossa”
- 1947: cassado e preso por seu envolvimento com o PCB
- 1948: vai à Europa para o 1º Congresso Mundial de Intelectuais para a Paz
- 1948-1953: leciona na Universidade Livre de Bruxelas, Bélgica e torna-se membro do Centro de Física Nuclear de Bruxelas, onde trabalha com Prigogine. Publica trabalhos na *Nuovo Cimento*
- 1953-1961: de volta ao Brasil, é nomeado Diretor do Departamento de Física da USP
- 1956: atua na campanha em defesa dos minerais atômicos, o que levou à proibição da exportação dos mesmos
- 1958: aprofunda contatos com o meio artístico, principalmente com os concretistas e neo-concretistas
- 1961: deixa o Departamento de Física da USP. Organiza exposição retrospectiva de Alfredo Volpi na Bienal de São Paulo
- 1962: eleito Deputado Estadual pelo Partido Trabalhista Brasileiro (PTB), não chegou a ser diplomado por impedimento do Tribunal Eleitoral
- 1964-1965: é preso. Envolvido em processos como o das “Cadernetas de Prestes” e o da “Faculdade de Filosofia”
- 1965: eleito pelos artistas atua como membro do júri da Bienal de São Paulo
- 1966: participa do júri da 1ª Bienal Nacional da Bahia
- 1967: novamente eleito pelos artistas, participa do júri da Bienal de São Paulo
- 1969: aposenta-se compulsoriamente por força do Ato Institucional N°5 (AI-5)
- 1973: publica o estudo “Arte e Tecnologia” pela editora Paz e Terra, incluído na obra Arte Brasileira Hoje, de Ferreira Gullar
- 1978: participa do 1º Encontro de Política Cultural e Produção de Artes Plásticas em São Paulo
- 1982: é incluído na anistia promovida pelo presidente Figueiredo e volta a lecionar no Instituto de Física da USP
- 1983: recebe o Prêmio de Ciência e Tecnologia do Conselho Nacional de Pesquisas

1984: recebe o título de Professor Emérito da USP no Instituto de Física. Lança o livro de sua autoria “Pensando a Física”

1986: participa do manifesto de apoio a Miguel Arraes para a eleição desse ano

1990 (10/11): falece em São Paulo, devido a insuficiência respiratória por bronco-pneumonia.

Foi membro: da Academia Brasileira de Ciências; da Academia de Ciências do Estado de São Paulo; da Sociedade Brasileira de Física (presidente); da Associação Internacional dos Críticos de Arte e da Associação Brasileira de Críticos de Arte.

Perfil multifacetado

Um aspecto muito peculiar de Mário Schenberg que o distingue da maioria de outros cientistas é o seu perfil multifacetado, isto é, seu espectro realmente amplo de interesses. Há um bom material biográfico sobre Schenberg produzido por dois de seus maiores biógrafos, a já citada Amélia Hamburger e José Luiz Goldfarb (PUC/SP): “Obra Científica de Mário Schoenberg” (Hamburger, 2009), “Voar também é com os homens: o pensamento de Mário Schenberg” (Goldfarb, 1994), “Mário Schenberg: Entre-Vistas” (Guinsburg e Goldfarb, 1984) e “Pensando a Física”, do próprio Schenberg (Schenberg, 2001) que formam uma excelente base de informações sobre a grandeza intelectual, espiritual, política e humanística desse grande cidadão do mundo.

José Luiz Goldfarb foi aluno, amigo e companheiro de Mário Schenberg e escreveu, a pedido do autor deste texto, um depoimento pessoal em 19/5/13, que enfatiza o perfil multifacetado de Schenberg:

Mário Schenberg, um cidadão do século XXI.

Um brasileiro do Recife que investigando a **astrofísica** das estrelas, projetou seu nome pelo país afora, consagrou-se na comunidade científica internacional (citemos apenas um exemplo, o importante Efeito Urca, desenvolvido com George Gamow). Mas Mário Schenberg não foi “apenas” um dos maiores físicos teóricos da ciência brasileira; um cidadão atuante militou em todos os grandes movimentos políticos do século XX no Brasil. Do “petróleo é nosso” que resultou na criação da Petrobrás, a tantas e tantas batalhas pela democratização do país – pois apesar de poucos lembrarem, o Brasil viveu o século XX alternando seguidas ditaduras; e Schenberg esteve sempre na linha de frente contra o totalitarismo. Militou no Partido Comunista, foi eleito e cassado por duas vezes no Estado de São Paulo. Amante com igual fervor das artes foi sem dúvida um destacado crítico de arte, escrevendo

mais de cem textos para catálogos de artistas, análises de movimentos artísticos, participando como júri das inesquecíveis bienais de arte dos anos sessenta. Um intelectual referencial que marcou a vida de tantos brasileiros, Mário Schenberg estava sem dúvida à frente de sua época. Hoje quando tanto se fala em cidadão multifacetado e em redes sociais, devemos lembrar aquele que sempre atuou em frentes tão diversas de sua sociedade, e que sempre teve em sua própria casa um polo aglutinador de pessoas de tendências variadas, das artes, das ciências, da política, professores, estudantes, amigos... para cada um e para todos Mário Schenberg sabia o que falar; um prosador, repentista da cultura popular e erudita, orgulho do nordeste brasileiro (sempre pronunciava seu nome como “Schééénberg” com aquela música típica e cativante...). Tenho certeza, e por isso sinto tanta falta, de que Schenberg estaria atento e participativo neste novo mundo/revolução que se desenha no horizonte do século XXI. Sem dúvida ele diria: “neste mundo em que todos se descobrem conectados, e que se transforma literalmente num piscar de olhos, neste mundo estou em casa...”

Outra biógrafa contatada foi a professora Dina Lida Kinoshita (IF/USP), que assim se pronunciou:

Estou escrevendo um livro sobre o Prof. Mário Schenberg como político. E sei muito pouco sobre sua infância e juventude no Recife. Para mim foi uma surpresa que tenha estudado no Colégio Americano Batista, não sabia disto. Ele pouco falava de sua vida na infância e mesmo em uma longa entrevista concedida ao CPDOC-FGV² só menciona ter concluído o primário, ginásio e o colegial em Recife. Contei um pouco a história da família Schenberg para explicar como Mário teve acesso ao marxismo uma vez que não consta nenhum contato dele com os comunistas de Recife. Nem sequer com o Leônio Basbaum, filho de imigrantes da mesma região da Bessarábia, nascido em Recife. A militância efetiva dele no PCB começa em São Paulo, nos anos 30.

Contribuições para a astronomia

É importante salientar que Schenberg chegou a São Paulo num momento de importante transformação das atividades científicas no Brasil. Era a transição de uma ciência de inspiração positivista, utilitária, profissionalizante, ensinada pelas politécnicas do fim do Império e início da República, para o ensino

² Ver Schenberg, 2010.

da ciência pura, desinteressada, que seria ensinada pelas faculdades de filosofia, dotadas agora de laboratórios para pesquisa (ver o Capítulo “Positivismo e utilidade da astronomia” neste Volume). Essa transição ocorria no bojo da Revolução Constitucionalista de 32, quando o Estado de São Paulo se rebelava contra o intervencionismo federal e via na fundação da USP o caminho para a formação de uma elite capaz de promover o desenvolvimento do país por meio do conhecimento.

Reflexões feitas com Oscar T. Matsuura (MAST e HCTE/UFRJ) culminaram com a indagação de que talvez o mútuo isolamento entre Schenberg e o Observatório de São Paulo (atual Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas ou IAG), embora ambos fizessem parte da mesma Universidade, fosse que o Observatório de São Paulo tivesse maior afinidade institucional com a EP/USP do que com a FFCL onde Schenberg trabalhou. Essa afinidade estaria na aplicação da astronomia ensinada na EP e os serviços prestados pelo Observatório de São Paulo. E, de fato, antes da criação da USP, entre 1930 e 1931, o Observatório de São Paulo ficou subordinado à EP de São Paulo. Com a criação da USP em 1934, a EP foi incorporada à Universidade e o Observatório de São Paulo passou a ser sua unidade complementar. Nessa condição, o Instituto Astronômico e Geográfico, já com a sigla IAG, se subordinava administrativamente à Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio, enquanto cabia ao Conselho Universitário da USP dar a orientação científica ao IAG para prestar os serviços dele esperados.

Em 1946 o IAG, mantendo o mesmo nome e finalidade, foi definitivamente incorporado à USP como instituto anexo, agora com função de instituto de pesquisa, mas sem obrigações de ensino universitário (Marques dos Santos, 2005: 97-111). O diretor do Observatório de São Paulo durante todo esse período foi Alypío Leme de Oliveira, engenheiro geógrafo egresso da EP/USP. O IAG organizou uma expedição para observar o eclipse total do Sol de 20/5/47 em Bebedouro, SP, da qual participaram também membros do Departamento de Física da FFCL/USP. Mas no dia do eclipse choveu torrencialmente em Bebedouro, de modo que só a equipe da FFCL liderada por Marcelo Damy de Souza Santos conseguiu estudar a influência do eclipse na incidência de **raios cósmicos** (Marques dos Santos, 2005: 111-115). Em suma, esse eclipse não serviu para aproximar o IAG e a FFCL para a realização de pesquisas em astronomia e **astrofísica**.

Abrahão de Moraes (1916-1970), também da FFCL/USP e colega de Schenberg, só seria diretor do Observatório de São Paulo em 1955, treze anos após a publicação dos trabalhos de Schenberg em **astrofísica**. Portanto, há muito tempo Schenberg estava afastado da **astrofísica**, como também estava então

envolvido em questões políticas e artísticas, além de dirigir o Departamento de Física da FFCL. Só em 1972 o IAG será transformado em unidade de ensino da USP com os Departamentos de Astronomia, Geofísica e Meteorologia (ver “O Instituto Astronômico e Geofísico da USP” no Capítulo “Chegada da astronomia oficial a São Paulo” neste Volume).

O Observatório Nacional (ON) do Rio de Janeiro também estava distante da **astrofísica** de Schenberg, estando essa instituição mais envolvida em programas astrométricos (ver **Astrometria**) no que diz respeito à astronomia, desamparada pelo governo federal e com seus esforços diluídos em múltiplas atividades como meteorologia, geomagnetismo, serviço da hora etc. (ver “O desenvolvimento da astrofísica no Brasil” neste Capítulo e os Capítulos “Difusão da hora legal” e “Primeiras pesquisas em astronomia” neste Volume).

Não havendo um terreno propício para realizar pesquisas em **astrofísica** em seu próprio país, seria natural que Schenberg se voltasse para algum país no exterior. Assim, conforme relata sua filha Ana Clara no resumo biográfico, Schenberg “viaja para os EUA para aperfeiçoar-se em **Astrofísica**”, o que sugere que a opção pela **astrofísica** deve ter sido tomada antes da viagem. É importante observar que os EUA na época eram a meca da **astrofísica** no mundo, rompendo-se assim o tradicional vínculo das instituições astronômicas brasileiras com a Europa, especialmente com a França. Outro fator que pode ter influenciado nessa escolha foi o início da II Guerra Mundial precisamente nos anos em que ele esteve na Europa (1938-1939), podendo-se conjecturar também que a escolha pela **astrofísica** tenha sido instilada nele nesse período na Europa. Em depoimento reproduzido por Schwartzman (2001), o físico Gleb Wataghin (1899-1986), que fôra um dos principais mentores de Schenberg nos primórdios da FFCL/USP, recordou que, em 1936, Schenberg foi trabalhar com Enrico Fermi, em Roma, e que após dois anos

... voltou uma pessoa diferente, e tinha aprendido muito mais do que eu lhe poderia ter ensinado. A partir desse momento nós colaboramos um com o outro; ele desenvolveu um belo trabalho sobre os **raios cósmicos** e começou depois a trabalhar em eletrodinâmica, sob a direção de Dirac. Tinha aprendido muito em Roma, e decidi que não tinha muito mais a aprender de mim, e devia voltar a viajar (Schwartzman, 2001).

Numa época em que ainda não havia a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), nem o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), nem a Coordenação de Aperfeiçoamento

mento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ele obteve bolsa da Fundação Rockefeller. Provavelmente há aqui um equívoco e a bolsa seria da Fundação Guggenheim como consta na autoria dos artigos científicos da época. O site dessa Fundação (http://en.wikipedia.org/wiki/Guggenheim_Fellowship, acesso em 10/3/14) confirma que Mário Schenberg foi beneficiário de uma bolsa em 1940 e 1941 como “astrofísico e crítico de arte”. De fato, a bolsa é concedida para quem demonstra excepcional capacidade para estudos acadêmicos produtivos ou excepcional habilidade criativa nas artes, sendo que Schenberg teria obtido a bolsa pela dupla qualificação, o que confirma o seu perfil multifacetado.

Os trabalhos astrofísicos produzidos nos EUA entre 1940 e 1942 foram dois com Gamow e um com Chandrasekhar. O russo Gamow (Figura 2) naturalizou-se norte-americano, foi físico teórico, cosmólogo e influente divulgador científico³. Foi um forte defensor da teoria do *Big Bang*, em 1946 postulou a sua ocorrência e fez uma estimativa da intensidade da radiação de fundo residual ou **Radiação Cósmica de Fundo**.



Figura 2. George Gamow (1904-1968) (http://pt.wikipedia.org/wiki/George_Gamow)

³ Eis alguns livros de divulgação de George Gamow traduzidos para o português: *O Incrível Mundo da Física Moderna*, *As Aventuras do Sr. Tompkins*, *Nascimento e Morte do Sol*, *Um, Dois, Três ... Infinito*, *Biografia da Física*, *O Novo Mundo do Sr. Tompkins*.

Chandrasekhar (Figura 3) era indiano e naturalizou-se norte-americano. Foi astrofísico e com o americano William A. Fowler recebeu o Prêmio Nobel de Física de 1983 pelos estudos teóricos de processos físicos referentes à estrutura e evolução das estrelas.

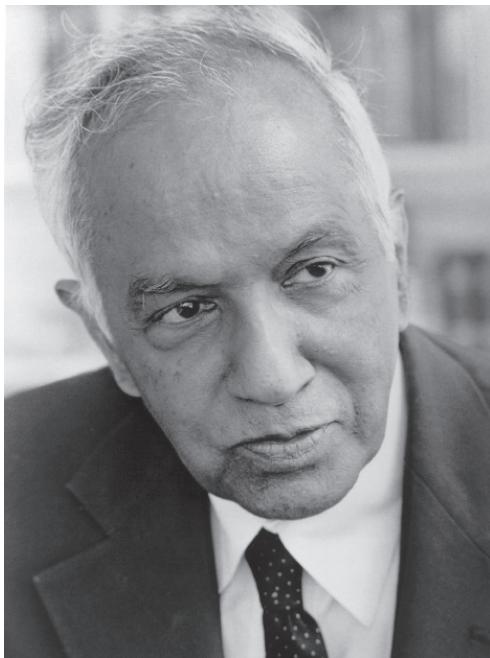


Figura 3. Subrahmanyan Chandrasekhar (1910–1995)
(<http://summer-astronomy-pc.wikispaces.com/Subrahmanyan+Chandrasekhar>)

O primeiro trabalho com Gamow foi *The possible role of neutrinos in stellar evolution* (Gamow and Schoenberg, 1940), que estuda a produção de energia no interior das estrelas por vários tipos de reações termonucleares e a emissão de **neutrinos** após o decaimento beta. O segundo foi *Neutrino theory of stellar collapse* (Gamow and Schoenberg, 1941), que descreve o processo de emissão de **neutrinos** nos estágios finais da evolução estelar, sugerindo que o colapso estelar⁴ é responsável pelos fenômenos de novas e **supernovas**.

O trabalho com Chandrasekhar foi *On the evolution of the Main-Sequence stars* (Schoenberg and Chandrasekhar, 1942), onde é examinada a evolução das estrelas na **Sequência Principal** e o limite da exaustão do hidrogênio na região central por reações termonucleares.

⁴ Ver **Objetos colapsados**.

Nesses trabalhos, a *George Washington University* em Washington, D. C., é citada como a instituição de Gamow e o *Yerkes Laboratory* da Universidade de Chicago, como instituição de Chandrasekhar. A USP aparece como instituição de Schenberg no primeiro trabalho com Gamow. O próprio Schenberg considerou o artigo com Chandrasekhar seu trabalho mais importante em física nuclear:

... o trabalho que fiz com o Chandrasekhar foi logo muito bem recebido e ficou clássico na teoria da evolução do Sol. Fazia um diagrama da **luminosidade** em função da massa. Então, tem certos tipos de estrelas que ficam ali. É a **sequência principal** das estrelas, a *main sequence* como eles chamam, da qual o Sol faz parte. Essa teoria não valia só para o Sol, mas para todas as estrelas da *main sequence*. Esse trabalho, realmente, foi logo bem aceito e considerado um trabalho clássico de **Astrofísica** sobre a evolução do Sol e dessas estrelas (Schenberg, 2010).

Nada melhor do que esta abalizada avaliação sobre a verdadeira relevância e impacto deste trabalho:

Meanwhile, a new factor had entered into the situation, because of the possible exhaustion of hydrogen. Because of the increase in energy-generation with temperature, this exhaustion takes place first near the centre. Because it leaves the gas heavier, it prevents mixing with unexhausted gas. Thus Schönberg and Chandrasekhar were led in 1942 to discuss models in which a radiative envelope surrounded either a convective core of higher molecular weight, still generating all the star's energy, or an exhausted isothermal core of higher molecular weight, the energy now being generated in a thin shell at the interface between envelope and core. They found it impossible to construct models in which more than about 10 per cent of the mass was included in the exhausted core. ...

The exhaustion implied that the assumption of uniform composition, regularly made so far, had now to be abandoned. This altered the predicted course of evolution of a star in the Hertzsprung-Russell diagram from that for fully mixed stars, and removed a discrepancy with observation. ...

A fruitful application of inhomogeneities of composition was to the problem of red giants. According to Eddington, there was no problem; the giants obeyed his mass-luminosity law just as well as main-sequence stars. But when it was recognized that there ought to be a radius-luminosity law also, the existence of a problem could not be doubted. Opik in 1939, and Hoyle and Lyttleton soon after, suggested that the solution might be found in an inhomogeneity of composition. The matter was investigated by a large number of other workers, notably the Bondis, and Schwarzs-

child and his co-workers. They were able to show that stars of large radius, consisting of a dense core surrounded by a tenuous envelope, could exist if the molecular weight in the core markedly exceeded that in the envelope ...

The most remarkable result came, however, when Schwarzschild and Sandage in 1952 set to work to find what happened to a star which had burnt so much of its hydrogen that, according to Schönberg and Chandrasekhar, no static model existed. The reason for its non-existence is that the core, having no sources of energy, tends to contract and (according to Lane's law) becomes hotter; this makes the envelope immediately round the core generate too much energy, and the envelope expands. (Cowling, 1966: 134-135)

Conversando com Gamow nos Estados Unidos, Schenberg teve a ideia, como uma epifania, de que a perda dos **neutrinos** por uma estrela poderia causar o fenômeno das **supernovas**. Portanto, foi nos EUA que Schenberg teve a ideia dos **neutrinos** no Processo Urca. Mas, foi no Rio que os dois tiveram a ideia do nome “Processo Urca”:

Eu cheguei aos Estados Unidos no fim de 1940. Fui imediatamente para Washington trabalhar com o professor Gamow. Eu não tinha praticamente nenhum conhecimento astronômico, nem astrofísico. O Gamow estava muito interessado em estudar a estrela **supernova**. Exatamente, naqueles anos, tinham começado a fazer as aplicações de Física Nuclear para explicar a evolução das estrelas, a produção de energia, o aumento de **luminosidade**. O Gamow e o Teller⁵ já tinham feito trabalhos sobre as estrelas gigantes. O Gamow me deu para ler um trabalho de um alemão de 1935. Ele adiantava que, se uma massa estelar fosse se contraindo, os prótons capturariam os elétrons. Então, eu li aquele trabalho e fui logo falar com o Gamow: “Olha, esse trabalho não pode servir de base, porque ele não leva em conta que a captura do elétron pelo núcleo estava acompanhada de emissão de **neutrino**”. Quando eu falei isso, o Gamow pôs a mão na cabeça e disse: “Opa, acho que você tocou no ponto crítico da coisa. É exatamente o **neutrino**. Essa emissão que há de **neutrinos** é que deve produzir um processo de colapso”. Quando o centro da estrela atinge uma densidade muito grande e começa a haver a captura dos elétrons, a fuga do **neutrino** vai esfriar o centro da estrela. A energia que escapa, porque o **neutrino** atravessa a massa da estrela e vai embora, pode produzir o colapso da estrela. Aí, nós escrevemos logo uma nota que saiu no *Physical Review*. Foi mandada em 1940. De

⁵ Edward Teller (1908-2003), físico nuclear nascido na Hungria, foi apelidado “pai da bomba de hidrogênio”.

pois no *Physical Review* nós publicamos, em 1941, o cálculo mais completo sobre isso. Nós chamamos esse trabalho de efeito Urca. Houve muita especulação sobre por que o nome. Isso é um fato curioso, porque eles dão umas explicações como se o termo Urca fosse *Ultra Rapid Catastrophe*, mas não é nada disso. Era mesmo o nome do Cassino da Urca. O Gamow era uma pessoa muito brincalhona, gostava muito de brincadeira. Nós tínhamos, realmente, ido jogar lá no Cassino da Urca. Então, o Gamow disse: “Em homenagem ao Brasil, vamos chamar de Efeito Urca, porque a energia some tão rapidamente lá no centro da estrela como o dinheiro some no Cassino da Urca.” Aí deu o nome de processo Urca. Mas a história da ciência é uma coisa engraçada. Esse trabalho foi recebido com um certo interesse, mas não excessivo, naquela ocasião. Porém, só teve repercussão e começou a se tornar muito importante uns 20 anos depois. Bom, só depois da guerra é que desenvolveram muito os radiotelescópios, e com esses aparelhos descobriram realmente coisas que confirmariam a ideia de que as estrelas podiam explodir. Então, foi aí que o trabalho começou a adquirir um interesse grande. Bom, o interessante é que, depois de 1960, eu fiquei desinteressado de **Astrofísica**; não mexi mais, inclusive. Uma ocasião telefonaram-me dizendo que estava aqui em São Paulo, de passagem, o Professor Morrison⁶, que gostaria muito de conversar comigo. O Morrison, então, me perguntou se eu sabia que aquele trabalho que eu tinha feito lá com o Gamow tinha ficado muito importante. Eu disse: “Não, não sabia.” Ele disse: “Realmente, agora se comprehendeu que essas explosões nas estrelas tem um papel assim fundamental. Portanto, o **neutrino** se tornou um elemento fundamental na evolução do universo, das **galáxias**, das estrelas, etc.” O Gamow teve uma atitude assim muito decente. Ele contou lá para várias pessoas que a ideia do **neutrino** tinha sido minha. Então, o Morrison queria saber como é que, naquela ocasião, eu tinha tido a ideia de pôr o **neutrino** ali. Eu acho que isso é uma coisa estranha, e mais estranho é perguntar por que os outros não tinham pensado em pôr o **neutrino**. É uma dessas coisas inexplicáveis. Estava-se pensando muito, tanto que o próprio Gamow tinha me dado um trabalho para estudar a captura de elétrons. Agora, como é que não perceberam? Naquele tempo já havia – até o Fermi⁷ já tinha feito a teoria – a ideia de que, na emissão de raios beta⁸, houvesse a emissão de uma partícula. Realmente, a teoria dos raios beta estava oferecendo uma dificuldade, porque havia uma certa transição no núcleo e era

⁶ Philip Morrison (1915-2005), professor de Física do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) e participante do Projeto Manhattan na II Guerra Mundial.

⁷ Enrico Fermi (1901-1954), físico italiano, “pai da bomba atômica”, Nobel de Física de 1938, postulou a existência do **neutrino** no decaimento beta.

⁸ Os raios β (beta) designavam um tipo de radiação ionizante emitida por núcleos radioativos que consistiam em elétrons de **alta energia** ou pósitrons (anti-partículas dos elétrons).

emitido um elétron. A energia do elétron não era sempre a mesma. Uma hora saía com energia maior, outra hora saía com energia menor. Até Born tinha emitido a ideia que não haveria conservação de energia nesse processo, na emissão de raios beta. Então, numa reunião onde estavam discutindo esse assunto, o Pauling⁹ disse: “Não, isso se poderia explicar”, dizendo que “não seria emitido só o elétron, mas que, junto com o elétron, seria emitida uma outra partícula neutra de pequena massa. Então, parte da energia seria levada pelo elétron e parte da energia seria levada pela outra partícula”. Daí é que se explicaria o elétron não sair com energia fixa. A energia total seria dividida entre as duas partículas, ambas poderiam levar energia. Surgiu, então, essa palavra **neutrino**, quer dizer, era neutra, mas era pequena. Para ser um neutrino, seria grande; a pequena seria o **neutrino**. Depois o Fermi fez, em 1934, uma teoria da emissão. Então, foi só eu abrir o trabalho de 1935 e pensar: “Mas cadê o **neutrino**? Por que não puseram o **neutrino** aí?” E eu disse: “Olha Morrison, eu acho que não é nada extraordinário eu ter pensado no **neutrino**. Mais extraordinário é os outros não terem pensado. Por quê que os outros não pensaram? Não era um efeito desconhecido, pelo contrário. Não havia uma prova ainda direta, está certo, mas era bastante provável que o mecanismo fosse aquele (Schenberg, 2010).

Durante nova viagem à Europa entre 1948 e 1953 Schenberg publicou um trabalho em 1949 intitulado *Double Stars with Relativistic Particles from Cosmic Rays* na revista *Nature* com vários colaboradores (Cosyns *et al.*, 1949). A importância desse trabalho reside no fato de que nele era especulada a possibilidade de alguns sistemas estelares binários serem fontes de **raios cósmicos**, estabelecendo assim uma ponte entre a **astrofísica** e a pesquisa em **raios cósmicos** que era próspera no Brasil.

Ainda com relação à astronomia, depois de retornar dos EUA em 1942, Schenberg deu aulas na USP de Mecânica Clássica e **Mecânica Celeste** e defendeu a tese “Princípios da Mecânica” em concurso público para se tornar professor catedrático de Mecânica Racional e Celeste. Mas parece que a demora para a realização desse concurso acabou afastando-o definitivamente das pesquisas em **astrofísica**. Com efeito, numa palestra que deu no salão nobre do ON no dia 16 de maio de 1982, ele disse:

É sempre um prazer encontrar-me com pessoas que trabalham em **Astrofísica**. Sempre que posso, compareço ao Congresso Internacional de **Astrofísica** Relativista, nos Estados Unidos. Participei, por duas vezes, desse tipo de Congresso.

⁹ Linus Pauling (1901-1994), químico norte-americano, ganhador do Nobel de Química em 1954 e do Nobel da Paz em 1962.

Desde a década de 40 não me tenho ocupado diretamente com questões de Astronomia e de **Astrofísica**. Naquela época, estive nos Estados Unidos e fui convidado a trabalhar na Universidade de Chicago. Tempos depois, pensei em regressar àquele país, mas, como ingressara num concurso de mecânica, que demorou vários anos para ser realizado, não pude mais voltar¹⁰. Durante esse tempo, interessei-me por outros problemas, não me ocupando diretamente da Astronomia e da **Astrofísica**. Voltei meu interesse para alguns ramos da Física, como, por exemplo, a Teoria da Relatividade Geral, que, na verdade, se liga àquelas ciências (Schenberg, 1991).

E prosseguiu:

No momento, estou particularmente interessado nesta iniciativa do Grupo de Memória Astronómica, uma vez que é muito importante desenvolver, no Brasil, estudos sobre a História da Ciência, a Filosofia da Ciência e as relações entre Ciência e Tecnologia. Todos esses problemas precisam ser muito discutidos e bem compreendidos, pois sua importância não se limita a uma área exclusivamente científica: são de importância fundamental para a vida nacional (Schenberg, 1991).

De fato, segundo Freire Jr. (2009), Schenberg tem muita importância também pelas iniciativas que teve em relação à memória e história da ciência profundo, por exemplo, a criação da cadeira de História das Ciências na FFCL/USP, o que se concretizou em 1988 com a criação do Centro Interunidade de História da Ciência. Ministrando em 1969, na USP, o curso “Pensando a Física”, acabou gerando o livro de mesmo nome (Schenberg, 2001). Fundou a Sociedade Brasileira de História da Ciência (SBHC) juntamente com Simão Matias e, em 1980, participou da fundação do Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST), Rio de Janeiro (ver “MAST, um projeto precursor” no Capítulo “Museu e unidade de pesquisa” no Volume II).

¹⁰ No depoimento dado ao CPDOC-FGV em 1979 Schenberg tinha dito: “O Wataghin me disse que ia ser aberto concurso para a cadeira de Mecânica Racional, e que eu voltasse para o Brasil para concorrer. Eu já tinha começado, nos Estados Unidos, a preparar a tese, alguns apontamentos e tal, sobre os princípios da mecânica. O concurso não se realizou em 1942, saiu só em 1943. Foi um ano e meio depois de eu ter voltado. Mas eu fiquei dando curso na Faculdade de Filosofia. Primeiro, dei curso de Física Superior e, um ano depois, fiquei, como professor catedrático de Mecânica Racional Celeste Superior, que foi a cadeira que eu dei até ser aposentado” (Schenberg, 2010).

Trabalhos precoces

Os estudos astrofísicos de Schenberg eram precoces em relação à astronomia da época no ON (Rio de Janeiro) e no IAG (São Paulo). Essas instituições astronômicas ainda estavam presas à prestação de serviços como o da hora, meteorológicos e levantamentos geodésicos e magnéticos. Afora uma astronomia clássica para subsidiar esses serviços, não havia **astrofísica** observacional, nem teórica. A pesquisa pura estava apenas começando na USP e sua FFCL, onde estava Schenberg, era um nicho excepcional.

No entanto, na mesma época e contando com a participação de Schenberg, a pesquisa em **raios cósmicos** prosperou (ver o Capítulo “Pesquisas em raios cósmicos” no Volume II). Provavelmente isso foi possível porque, naquela época, um aparato experimental competitivo para essa pesquisa podia ser viabilizado sem investimentos muito custosos ou proibitivos. Isso não acontecia com a **astrofísica**. Um “observatório de montanha” já era cogitado no ON, mas sua aquisição era bastante onerosa (ver o Capítulo “O observatório de montanha” no Volume II), além de exigir outras condições de ordem humana, cultural e institucional (ver “O desenvolvimento da astrofísica no Brasil” neste Capítulo). Tendo uma instrumentação em **raios cósmicos**, era possível aglutinar uma equipe ao seu redor, com físicos teóricos e experimentais. Porém, na **astrofísica**, a despeito da existência das instituições astronômicas já citadas no país, Schenberg estava efetivamente sozinho, sem nenhum companheiro, podendo trabalhar nessa área só fora do Brasil, onde podia se aproximar de especialistas dessa área. Nessa solidão enquanto astrofísico, não teve Schenberg a menor condição de formar um grupo de pesquisa em **astrofísica** teórica e nem ele mesmo continuou trabalhando nessa área. Apesar do impacto internacional de seus trabalhos astrofísicos, no próprio Brasil ainda não havia ambiente para reverberar esse impacto.

Considerações finais

Embora os trabalhos de Schenberg em **astrofísica** teórica não tenham tido continuidade, é importante salientar que eles se somam a seus outros estudos em matemática e geometria, em física clássica, relatividade, teoria quântica do elétron e **raios cósmicos** que, juntos, contribuíram para o desenvolvimento da física moderna no Brasil, inclusive no seu aspecto institucional tendo ele sido, por vários mandatos, chefe do Departamento de Física da FFCL da USP onde implantou a física do estado sólido, a física nuclear, laboratórios, o primeiro computador etc.

Confirmado seu perfil multifacetado, os interesses de Schenberg não se confinavam à **astrofísica**, nem mesmo somente à física, mas extrapolavam a própria ciência se espalhando à militância política e às artes. Com um espectro tão amplo de interesses e preocupações, Schenberg se entregou de corpo e alma e com rara proficiência a uma multiplicidade de temas, não premeditando um feito específico para a sua vida, mas lançando uma diversidade de sementes engendradas por sua extraordinária criatividade, e cujo desenvolvimento dependeria do terreno em que caíssem. Isso transparece no resumo biográfico em que a pesquisa científica, a militância política e o envolvimento com o mundo artístico aparecem, não de forma contínua, mas em ondas moduladas pelos acontecimentos. Ao retornar ao Brasil em 1942 após os estudos astrofísicos aqui abordados, basicamente ele retoma a pesquisa só quando retornou à Europa entre 1948 e 1953.

Mas, uma consideração final que não poderia faltar aqui é sublinhar a importância fundamental dos mentores que Schenberg teve. E o primeiro deles foi Luiz de Barros Freire (1896-1963) (Figura 4), engenheiro civil, professor da Escola Politécnica de Pernambuco e personagem de destaque na ciência desse Estado no século 20 (Albuquerque e Hamburger, 1988).



Figura 4. Luiz de Barros Freire (1896-1963) (http://www.ufpe.br/dmat/index.php?option=com_content&view=article&id=321%3Alfreire&catid=1&Itemid=271)

Foi catalisador de talentos em Pernambuco, estimulando e influenciando futuros cientistas, como Mário Schenberg, o físico teórico José Leite Lopes (1918-2006) e o matemático Leopoldo Nachbin (1922-1993). Teve sua importância em suscitar um encantamento arrebatador pela estética da ciência, que foi o grande motor desses grandes cientistas. Mas Luiz Freire não só encantou esses jovens, também ensinou o “caminho das pedras”. Deu as dicas de como “fazer ciência”, ensinou as ferramentas necessárias, particularmente o domínio da matemática. Segundo Schenberg

... em 1931, em Recife, entrei para a Escola de Engenharia de Pernambuco. Lá fiquei conhecendo o professor Luiz Freire, que foi realmente uma pessoa que me entusiasmou muito. Era uma personalidade extraordinária e, dos professores de Recife, foi o que mais me influenciou (Schenberg, 2010).

Chegando em São Paulo, a orientação dos fundadores da FFCL/USP para fazer ciência dialogando com cientistas mais importantes do mundo, também foi fundamental. Schenberg teve, portanto, grandes mentores:

Os professores dessa parte de Ciências Exatas tinham vindo da Itália. Veio o professor Wataghin e o matemático Luigi de Fantappié. Eu sofri bastante influência destes dois professores. ... Logo depois, veio para cá o professor Occhialini que era um físico experimental. Nós ficamos muito amigos. Ele também foi uma pessoa a quem eu fiquei muito ligado posteriormente. Teve uma influência muito grande sobre mim e despertou mais o meu interesse pelas coisas de Física Experimental (Schenberg, 2010).

Na palestra que deu no ON em 1982, tendo vivenciado a extraordinária formação que recebeira dos pioneiros da FFCL/USP, mas conhecendo também o novo sistema de pós-graduação, Schenberg ponderou:

Será que a nossa universidade, depois da reforma universitária, tornou-se eficiente para desenvolver um pensamento brasileiro? Creio que muitos setores pioraram, setores que antes eram até razoáveis. Confundiu-se, infelizmente, a pesquisa científica com a elaboração de teses. E, no entanto, não se exige de uma tese que ela realmente traga uma contribuição para a Ciência. A tese é um instrumento para se conseguir um título, especialmente o doutoramento (Schenberg, 1991).

Agradecimentos

Pela ajuda recebida na preparação deste trabalho, sou grato a: Oscar T. Mat-suura, Teresinha A. Rodrigues, Ana Clara G. Schenberg, José Luiz Goldfarb, Diva Masur, Dina Lida Kinoshita, Paulo Schenberg, Sérgio Oliveira, Sérgio Machado Rezende, Antonio Carlos Pavão, Maurício Pina, Virgílio Martins Sales, Carlos Alberto Souza Filho, Bárbara Moreira, Fábio Cesar de Araujo, Abdias José da Silva Filho, Ana Paula Teixeira Bruno, Luiz Augusto de Carvalho Carmo e Davi Hulak. Também ao Arquivo Judaico da Sinagoga Kahal Zur Israel do Recife, IITB de Pernambuco, Colégio Americano Batista do Recife, Ginásio Pernambucano, Arquivo Público de Pernambuco, Memorial da Engenharia da UFPE e Biblioteca do Curso de Engenharia Elétrica da UFPE.

Referências

- Albuquerque, Ivone Freire M. e Hamburger, Amélia Império (1988), “Retratos de Luiz de Barros Freire como pioneiro da ciência no Brasil”, *Ciência e Cultura*, 40, 9, 857-881.
- Cosyns, Max G. E.; Dilworth, Constance Charlotte; Occhialini, Giuseppe Stanislao and Schoenberg, Mário (1949), Double Stars with Relativistic Particles from Cosmic Rays, *Nature*, 164, 129.
- Cowling, T. G. (1966), The Development of the Theory of Stellar Structure, *Quarterly journal of the Royal Astronomical Society*, 7, 121-137.
- Freire Jr., Olival (2009), “Novas luzes sobre Schönberg”, Resenha sobre a Obra Científica de Mário Schönberg – Volume 1 – 1936 a 1948, coordenada por Amélia Império Hamburger, São Paulo, EDUSP, 2009, *Pesquisa Fapesp*, 172, 94.
- Gamow, G. and Schoenberg, M. (1940), The possible role of neutrinos in stellar evolution, *Physical Review*, 58, 1117.
- Gamow, G. and Schoenberg, M. (1941), Neutrino theory of stellar collapse, *Physical Review*, 59, 539–547.
- Goldfarb, José Luiz (1994), *Voar também é com os homens: o pensamento de Mário Schenberg*, São Paulo: Edusp.
- Guinsburg, Gita K. e Goldfarb, José Luiz (1984), *Mário Schenberg: Entre-Vistas*, São Paulo: Perspectiva e IF/USP.
- Hamburger, Amélia Império, Coord. (2009), *Obra científica de Mário Schönberg, Volume 1 – 1936 a 1948*, São Paulo: Edusp.

Marques dos Santos, Paulo (2005), *Instituto Astronômico e Geofísico da USP. Memória sobre sua Formação e Evolução*, São Paulo: EdUSP.

Schenberg, Mário (1991), “Formação da mentalidade científica”, Transcrição de palestra dada no dia 16 de maio de 1982 no Salão Nobre do ON, *Estudos Avançados*, 5, 12, 123-151.

Schenberg, Mário (2001), *Pensando a Física*, Amélia Império Hamburger e José Luiz Goldfarb (Orgs.), 5^a edição, São Paulo: Landy Editora.

Schenberg, Mário (2010), *Mário Schenberg (depóimento, 1978)*, Entrevista realizada no contexto do projeto “História da ciência no Brasil”, desenvolvido entre 1975 e 1978 e coordenado por Simon Schwartzman, Rio de Janeiro: CPDOC/FGV.

Schoenberg, M. and Chandrasekhar, S. (1942), On the evolution of the Main-Sequence stars, *The Astrophysical Journal*, 96, 161–172.

Schwartzman, S. (2001), *A Formação da Comunidade Científica no Brasil*, Espaço para a Ciência, Brasília: Centro de Estudos Estratégicos, MCT e CNPq.

Capítulo 13

CHEGADA DA
ASTRONOMIA
OFICIAL A SÃO PAULO

O Instituto Astronômico e Geofísico da USP*

Paulo Marques dos Santos
(Estação Meteorológica do IAG/USP)

A Capitania e, depois, a Província de São Paulo foram palco de atividades astronômicas que ficaram registradas (Marques dos Santos, 2005). O ensino oficial, superior e básico de astronomia, teve início nos primeiros anos da República, mas os serviços astronômicos oficiais que, até então, só existiam no Rio de Janeiro, foram implantados em 1928 na Diretoria do Serviço Meteorológico e Astronômico do Estado de São Paulo. Essa instituição passou por várias transformações até dar lugar ao IAG, hoje uma unidade de ensino e pesquisa da USP. Este Capítulo descreve essa longa história até a formação do Departamento de Astronomia, cuja atividade é objeto de outro texto “40 anos de pós-graduação em astronomia no IAG-USP: uma história de sucessos” no Capítulo “Pós-Graduação em Astronomia”.

* Hoje “Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas” mantendo, porém, a sigla tradicional IAG/USP.

O começo na avenida

Historicamente o IAG/USP teve sua origem no fim do século 19 na Seção Botânica e Meteorológica da Comissão Geográfica e Geológica do Estado de São Paulo, criada pela Lei nº 9 de 27 de março de 1886. Uma memória da instituição foi apresentada em detalhe pelo autor em Marques dos Santos (2005). No início do século 20 o Serviço Meteorológico do Estado de São Paulo, dirigido por José Nunes Belfort Mattos, desligou-se da Comissão Geográfica e Geológica adquirindo identidade própria dentro da Secretaria de Agricultura do Estado. Nessa ocasião o Serviço Meteorológico tinha suas atividades dispersas por vários pontos da cidade de São Paulo, de modo que Belfort Mattos solicitou ao secretário da Agricultura recursos para a construção de um edifício único ou um Observatório Meteorológico onde todas essas atividades ficassem concentradas, inclusive a Estação Central do Serviço Meteorológico.

Sua intenção era também organizar esse Observatório de modo que fosse possível complementar o Serviço Meteorológico com uma Seção ou Departamento de Astronomia, com a finalidade de implantar o Serviço da Hora Oficial do Estado de São Paulo, uma das atribuições conseguida por ele com o governo do Estado. Tendo obtido os recursos, foi iniciada em 1910 na Avenida Paulista da capital, a construção do Observatório de São Paulo que ficou pronto em 1912 (Figura 1).



Figura 1. O Observatório de São Paulo na Av. Paulista, 69, vendo-se à esquerda parte do Trianon (Arquivo IAG)

Por decisão de Belfort Mattos, nesse edifício foi construída uma cúpula astronômica giratória onde foram instalados todos os instrumentos astronômicos existentes no “Observatório da Avenida” ou “Observatório do Dr. Belfort” de sua propriedade particular, que se achava instalado em sua residência situada na Avenida Paulista nº 133 (Figura 2). Constavam desses instrumentos uma luneta **equatorial** Bardou com 108 mm de abertura e distância focal de 1.600 mm, uma luneta **equatorial** Salmoiraghi com 100 mm de abertura e distância focal de 1.300 mm e algumas câmaras fotográfica astronômicas que seriam utilizadas para o Serviço da Hora.



Figura 2. Observatório do Dr. Belfort ou Observatório da Av. Paulista, 133 (Arquivo IAG)

Em 1921 a luneta Bardou foi substituída por telescópio refrator **equatorial** Zeiss com 175 mm de abertura e distância focal de 267 cm (Figura 3).

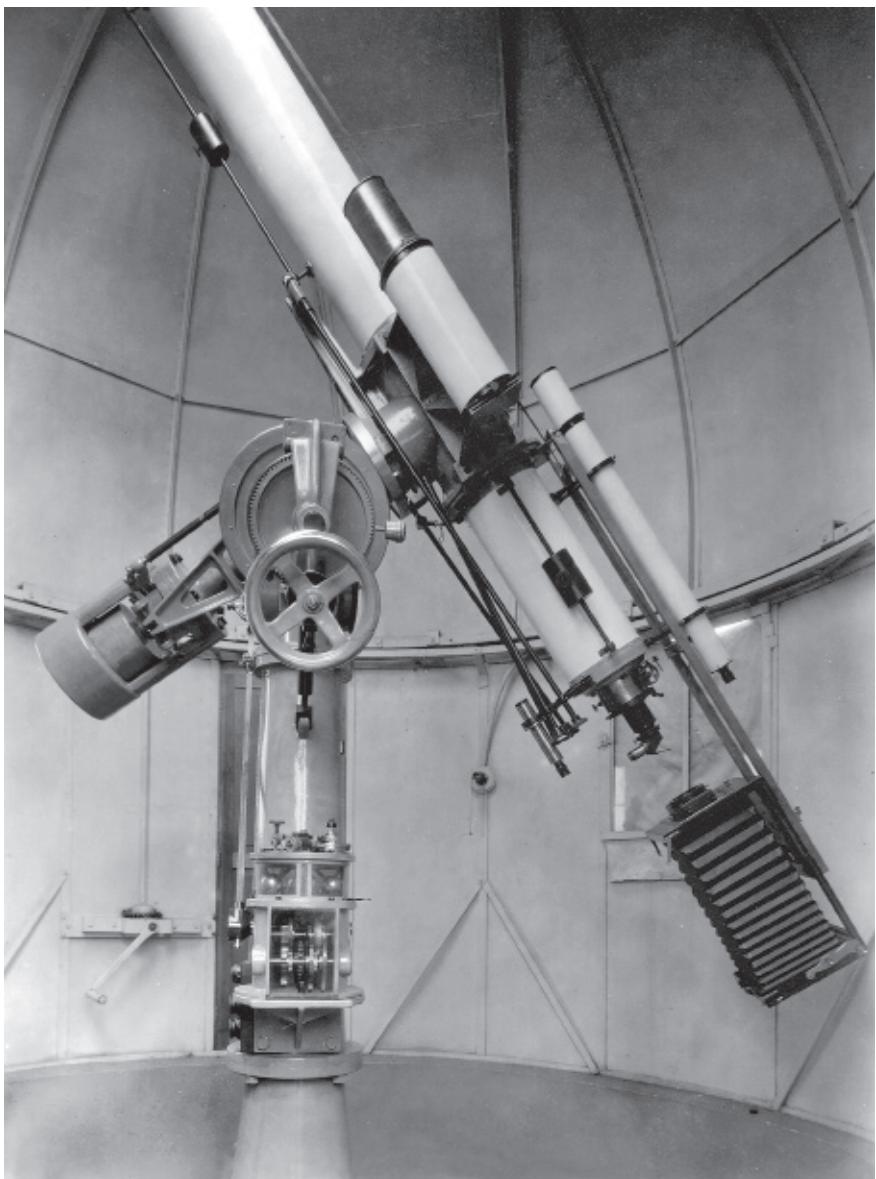


Figura 3. Refrator Zeiss de 175 mm equipado com câmara fotográfica no Observatório de São Paulo (Arquivo IAG)

Mais tarde foram acrescentados ao Serviço da Hora uma **luneta meridiana** Heyde de 68 mm de abertura (Figura 4), um **teodolito** Salmoiraghi de precisão e algumas **pêndulas** de precisão (Figura 5) para serem utilizadas na determinação e conservação do tempo astronômico.

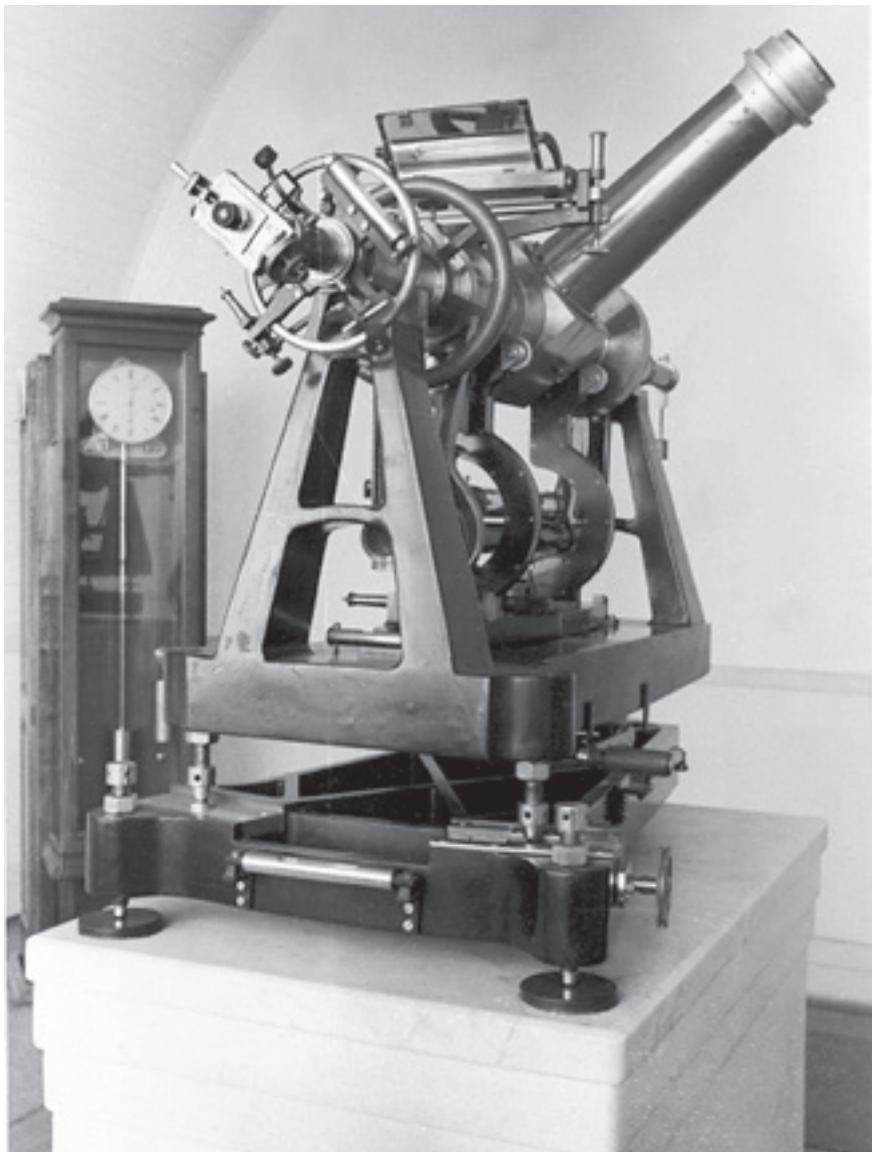


Figura 4. Luneta meridiana Heyde de 68 mm (Arquivo IAG)



Figura 5. Gabinete das pêndulas astronômicas do Observatório de São Paulo (Arquivo IAG)

Nessa configuração o Observatório de São Paulo foi adquirindo cada vez mais, no conceito popular, o *status* de observatório astronômico. A partir dessa época os serviços meteorológicos oficiais ficaram compartilhados com os serviços astronômicos ainda não regulamentados, servindo apenas para complemento dos serviços meteorológicos, como também acontecia com os incipientes serviços de sismologia e geomagnetismo.

Belfort Mattos faleceu em 28 de julho de 1926 em pleno exercício de suas funções e, após breve período de interinidade exercido pelo assistente do diretor, Eliezer dos Santos Saraiva, a direção desse Serviço foi assumida pelo engenheiro geógrafo Alypio Leme de Oliveira (1886-1956) em junho de 1927, a convite do então secretário da Agricultura, Indústria e Comércio do Estado de São Paulo, dr. Gabriel Ribeiro dos Santos.

Oficialização da astronomia no Estado

Ao assumir a direção do Serviço Meteorológico do Estado de São Paulo, Alypio Leme de Oliveira (Figura 6) considerou como ações prioritárias a organização desse serviço e a transferência de sua sede, o Observatório de São Paulo instalado na Avenida Paulista nº 69, onde funcionava a Estação Meteorológica Central desde 1912, para local mais conveniente aos serviços ali desenvolvidos.



Figura 6. Alypio Leme de Oliveira, diretor do Observatório de São Paulo em 1930 (Arquivo IAG)

A reorganização do Serviço Meteorológico visava especialmente a oficialização da parte complementar desse serviço, constituída por alguns serviços de astronomia que já vinham sendo ali desenvolvidos há algum tempo, mas até então sem a devida regulamentação. Nessa reorganização, a pedido do secretário da Agricultura, Indústria e Comércio do Estado de São Paulo, dr. Fernando Costa, foi elaborado pelo diretor desse serviço projeto para criar um órgão único que englobasse os serviços meteorológicos e os serviços astronômicos. Alypio Leme de Oliveira elaborou projeto de lei que foi transformado na Lei Estadual nº 2261 de 31 de dezembro de 1927, que criava a Diretoria do Serviço Meteorológico e Astronômico do Estado de São Paulo, decretada pelo Congresso Legislativo e promulgada pelo dr. Julio Prestes de Albuquerque, presidente do Estado de São Paulo e publicado no Diário Oficial Estadual em 13 de janeiro de 1928, oficializando assim os serviços astronômicos no Estado de São Paulo. A Lei Estadual nº 2261 que reorganizava o Serviço Meteorológico do Estado estabelecia que:

Artigo 1º — Fica criada e subordinada à Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio, a Diretoria do Serviço Meteorológico e Astronômico do Estado de São Paulo, que compreenderá o atual Serviço Meteorológico com as ampliações constantes na presente lei.

Parágrafo único — Esta Diretoria terá sua sede central no Observatório Astronômico e Meteorológico da Capital do Estado.

Artigo 2º — Compete ao Observatório Astronômico e Meteorológico de São Paulo:

- 1º Determinar e distribuir diariamente a hora oficial; mantendo por observações astronômicas meridianas (solares e estelares), os pêndulos fundamentais perfeitamente regulados;
- mantendo regulados todos os relógios públicos assim como das repartições públicas e das estradas de ferro;
- transmitindo, por qualquer sistema em uso nas grandes cidades modernas, o sinal horário.

- 2º Fazer observações heliofísicas: fotografando diariamente o disco solar; organizando a estatística da atividade solar e discutindo os resultados.

- 3º Fazer observações equatoriais dos cometas, eclipses e todos os fenômenos mais notáveis a fim de poder informar o público.

Seguem-se outros artigos referentes à meteorologia e ao serviço burocrático. A parte referente à astronomia constava essencialmente de:

- Serviço Meridiano — observações meridianas, variações de latitude; determinação e conservação da hora;
- Heliofísica — fotografia e espectrografia do Sol, redução dos clichês e organização das estatísticas, radiação solar e seu coeficiente, estatísticas comparadas;
- Observações Equatoriais — observações sistemáticas de occultações de estrelas pela Lua, eclipse dos principais satélites dos planetas, pesquisas fotográficas dos cometas, medidas de sistemas estelares e fotometria astronômica;
- Trabalhos afins — triangulação astronômica do Estado, laboratório de pesos e medidas físicas, cálculos de efemérides astronômicas e calendários, compilação de dados físicos e técnicos interessando o público em geral, e publicações.

Quanto à necessidade de transferir o Observatório de São Paulo para outro local mais conveniente já em 1927 é que, devido ao crescimento acelerado da cidade de São Paulo, a qualidade do céu foi pouco a pouco se deteriorando principalmente pelo aumento da área iluminada no entorno do Observatório. Alypio Leme de Oliveira, que já estudava as possibilidades dessa mudança, apresentou ao secretário da Agricultura, Indústria e Comércio em outubro de 1927 sua exposição de motivos, onde apontava as falhas existentes no edifício do Observatório de São Paulo, enfatizando a falta de espaço para acomodar todo pessoal existente, a localização do observatório ao lado de uma via urbana bastante movimentada (já naquela época), a instalação inadequada do refrator Zeiss de 175 mm de abertura, em especial, da **luneta meridiana** Heyde de 68 mm de abertura e das **pêndulas** astronômicas do Serviço da Hora e, finalmente, a cobertura do prédio que, sendo uma laje de concreto, produzia goteiras por toda a parte.

Nessa mesma exposição informava que essa transferência poderia ser realizada sem ônus para o governo, uma vez que poderia ser custeada com a venda do prédio e terreno do Observatório na Avenida Paulista, que seria suficiente para a construção de prédio moderno e perfeitamente adequado à sua finalidade. Entretanto, aberta a concorrência pública para essa venda em 1928, nenhuma proposta cobria o valor esperado, mas, de qualquer modo como veremos mais adiante, a Prefeitura de São Paulo adquiriu o imóvel para o prolongamento de uma das duas alamedas para acesso à então projetada Avenida Anhangabaú, hoje Avenida 9 de Julho.

Nessa ocasião o diretor Alypio Leme de Oliveira apresentou em seu relatório referente ao ano de 1929 as justificativas, considerando que o lo-

cal que poderia oferecer as melhores condições para essa transferência e construção do novo Observatório de São Paulo seria fora da capital. No entanto ponderou também que não poderia atender essas considerações por razões administrativas, que exigiam que a sede da Diretoria do Serviço Meteorológico e Astronômico deveria permanecer na capital, onde estava centralizada a administração dos demais serviços públicos. Uma vez que o novo observatório deveria ser instalado na própria capital, foram analisados vários pontos que poderiam oferecer condições favoráveis como: Colina de Pinheiros, Alto da Lapa, Alto de Santana, Alto de Vila Maria, Alto da Mooca, Morro do Jaraguá e Parque do Estado no bairro da Água Funda. Dessa análise resultou que o ponto mais adequado seria o Parque do Estado situado na região sudeste do município de São Paulo, onde se encontram as nascentes do histórico riacho do Ipiranga. Esse parque com área de 532 hectares era constituído por vegetação natural remanescente da mata atlântica bem preservada. Nas justificativas apresentadas por Alypio Leme de Oliveira destacam-se as seguintes condições favoráveis: condições naturais adequadas para as observações astronômicas e meteorológicas, horizonte completamente livre, ausência de ruídos e vibrações, completa obscuridade nos setores sul, leste, oeste e norte com iluminação moderada a distância considerável e, finalmente, a garantia de todas essas vantagens por tempo indeterminado, por se tratar de área localizada dentro de um parque de propriedade do governo do Estado, bastando que este conservasse seu patrimônio nas condições para as quais foi destinado.

Com a venda do imóvel da Avenida Paulista para a Prefeitura de São Paulo, conforme já mencionado, Alypio Leme de Oliveira preparou projeto para a construção do novo Observatório Astronômico de São Paulo.

Projeto do novo observatório

O projeto do novo Observatório Astronômico de São Paulo foi elaborado por Alypio Leme de Oliveira e apresentado no Parque da Água Branca (Barra Funda) na capital de São Paulo, em exposição promovida pela Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio, realizada no período de 7 a 14 de setembro de 1930. O projeto foi desenvolvido de forma a adaptar-se harmoniosamente ao terreno escolhido no Parque do Estado, uma colina com altitude máxima de 800 m (Figura 7).

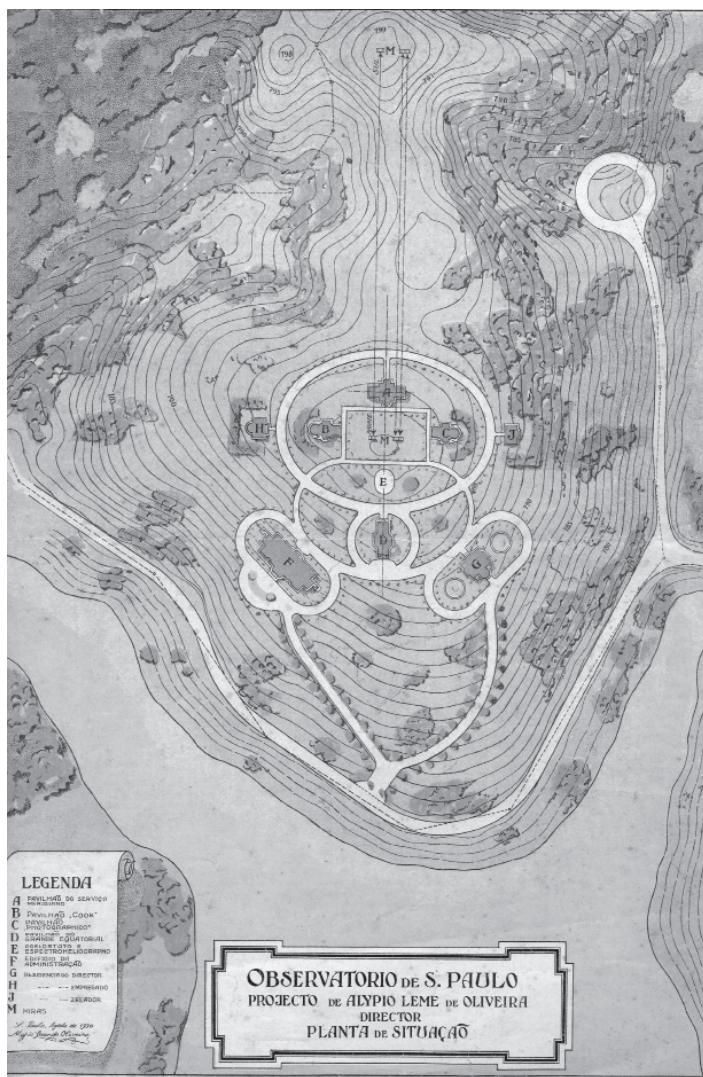


Figura 7. Projeto do novo Observatório de São Paulo no Parque do Estado (Arquivo IAG). Legenda: A-Pavilhão do Serviço Meridiano. B-Pavilhão Cooke. C-Pavilhão Fotográfico. D-Pavilhão da Grande **Equatorial**. E-Pavilhão do Espectro-heliógrafo¹. F-Edifício da Administração. G-Residência do Diretor. H-Residência de funcionário. I-Residência do Zelador. M-Miras Meridianas

¹ Instrumento que produz imagem monocromática do Sol, p. ex., na linha espectral H- α (alfa) do hidrogênio.

No projeto, o conjunto arquitetônico era composto por vários edifícios distribuídos pelo terreno, mas a construção deveria começar pelo prédio principal, o Edifício da Administração que, além das dependências normais para as suas finalidades, teria também um salão para conferências, um laboratório de física, a biblioteca e o salão de leitura. A parte superior do prédio deveria abrigar dois torreões centrais e dois torreões laterais. No torreão central anterior se assentaria uma cúpula giratória que deveria abrigar um **foto-heliógrafo** e no posterior, a torre meteorológica. Nos torreões laterais, NW e SE seriam abrigados o serviço aerológico² e o serviço telegráfico.

Os demais prédios, essencialmente astronômicos, estariam distribuídos no terreno formando uma cruz, com a haste principal alinhada na direção meridiana (N-S). No topo da cruz, ao sul, ficaria o Pavilhão do Serviço Meridiano com duas cúpulas hemicilíndricas (uma de cada lado) para a instalação de instrumentos de **passagem meridiana**. Ao pé da cruz, ao norte, ficaria o Pavilhão da Grande **Equatorial**, um telescópio refrator de 500 mm de abertura com uma cúpula de 10 m de diâmetro. No mesmo alinhamento, abaixo do braço da cruz, ficaria o Pavilhão Heliofísico para abrigar um **celóstato** Zeiss de 300 mm de diâmetro e um espectro-heliógrafo.

Na extremidade leste do braço da cruz ficaria o Pavilhão Cooke com cúpula de 6 m de diâmetro para abrigar o refrator Zeiss de 175 mm. Na extremidade oeste ficaria o Pavilhão Fotográfico, simétrico ao anterior, também com cúpula de 6 m de diâmetro, ambos com cúpula hemicilíndrica lateral.

Além da inclusão da estátua de Urânia na frente do Pavilhão do Serviço Meridiano, as principais modificações do projeto inicial foram no Edifício da Administração com a diminuição do comprimento e a exclusão da cúpula para o **foto-heliógrafo** no torreão central anterior.

Anexação à Politécnica. Instituto complementar da USP

A Diretoria do Serviço Meteorológico e Astronômico permaneceu pouco tempo com essa designação, pois os movimentos ligados à Revolução Constitucionalista de 9 de julho de 1932 iniciados em 24 de outubro de 1930, contribuíram para a perda de poder por parte do Estado de São Paulo que, inclusive, sofreu intervenção federal. Para evitar que a Diretoria do

² A aerologia estuda, por observações de ventos superiores, o movimento de massas de ar influenciado pelo relevo local.

Serviço Meteorológico e Astronômico com sua rede meteorológica viesse a ser encampada pelo governo federal, seu diretor Alypio Leme de Oliveira procurou anexá-la à Escola Politécnica (EP) de São Paulo que sofria menos influências políticas que as secretarias do Estado.

Então, pelo Decreto Estadual nº 4788 de 4 de dezembro de 1930, a Diretoria do Serviço Meteorológico e Astronômico foi anexada à EP, agora com a denominação “Instituto Astronômico e Geofísico” (IAG) pela primeira vez, mas permanecendo com as atribuições anteriores.

Todavia, mesmo no âmbito da EP eram sentidas as consequências da situação política reinante no Estado de São Paulo, de modo que no fim de 1931, o interventor federal em São Paulo, coronel Manuel Rabello, visitando as instalações da Avenida Paulista que se achavam em situação precária, decidiu restaurar imediatamente a autonomia da Diretoria do Serviço Meteorológico e Astronômico, reintegrando-a à Secretaria de Agricultura, Indústria e Comércio do Estado, mantendo contudo a denominação IAG. Por outro lado, a situação política local tinha atingido profundamente a Comissão Geográfica e Geológica do Estado com suas únicas seções restantes: a Geográfica e a Geológica. Em vista disso foi sugerida a anexação dessas duas seções ao IAG, o que foi feito pelo Decreto Estadual nº 5230 de 20 de dezembro de 1931, que criou o Instituto Astronômico e Geográfico que ficou subordinado à Secretaria de Viação e Obras Públicas, mantendo no entanto o diretor, Alypio Leme de Oliveira.

Com o local já escolhido, o projeto do novo observatório já aprovado e os recursos já obtidos com a venda do imóvel da Av. Paulista à Prefeitura de São Paulo, a pedra fundamental do novo Observatório foi assentada em 24 de fevereiro de 1932 no Parque do Estado, pelo interventor federal em São Paulo, Manuel Rabello.

Pelo Decreto Estadual nº 6008 de 4 de agosto de 1933 o Instituto Astronômico e Geográfico foi transferido da Secretaria de Viação e Obras Públicas para a Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio.

A Universidade de São Paulo (USP) foi criada pelo interventor federal em São Paulo, Armando de Salles Oliveira, pelo Decreto Estadual nº 6283 de 25 de janeiro de 1934 e teve seus estatutos regulamentados pelo Decreto Estadual nº 6533 de 4 de julho de 1934. Por essa regulamentação o Instituto Astronômico e Geográfico, embora subordinado à Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio, tornou-se “instituto complementar” da USP. Isto significava que o Instituto Astronômico e Geográfico teria sua parte administrativa subordinada à Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio, mas sua orientação científica e técnica seria dada pelo Conselho Universitário da USP para prestar os serviços esperados desse instituto.

Com a vinculação à USP oficializada, o diretor do Instituto Astronômico e Geográfico, Alypio Leme de Oliveira, propôs, ainda em 1934, a criação de Escola de Geógrafos com duração de seis anos e com as disciplinas especializadas ministradas pelo diretor e assistentes do Observatório Astronômico do referido instituto. As demais disciplinas seriam ministradas nos cursos regulares já existentes da USP. Aos formados seria fornecido o título de Engenheiro Geógrafo. A proposta sugeria também a criação de um IAG (sua denominação anterior) que ficava constituída de: a) a Escola de Geógrafos e b) Observatório Astronômico e Geofísico, mas esse projeto não foi aprovado.

Em virtude das instabilidades políticas que tomavam conta do país, o Instituto Astronômico e Geográfico não pôde atingir os objetivos para os quais foi constituído e, já em 1934, suas condições eram bastante precárias, o que levou seu diretor, Alypio Leme de Oliveira, a apresentar ao secretário da Agricultura, Indústria e Comércio sua “Exposição sobre o Instituto Astronômico e Geográfico de São Paulo — outubro de 1934” relatando as atividades no período de 1931 a 1934 e, ao mesmo tempo, propondo a sua extinção pelo desdobramento em outros institutos mais especializados. De fato, o Instituto Astronômico e Geográfico foi extinto pelo Decreto Estadual nº 7309 de 5 de julho de 1935, tendo sido desdobrado em dois outros. Ao mesmo tempo, pelo Decreto Estadual nº 7328 da mesma data foi criado o Departamento Geográfico e Geológico e, pelo Decreto Estadual nº 7329 também da mesma data, ficou restabelecido o IAG com sua antiga denominação, ambos subordinados à Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio. O Departamento Geográfico e Geológico que, mais tarde em 1938, se transformaria no Instituto Geográfico e Geológico, ficou responsável pela rede meteorológica paulista.

Em 1938 Alypio Leme de Oliveira voltou com proposta para a criação de uma Faculdade Isolada de Astronomia e Física do Globo, cuja finalidade era promover, por meio do ensino superior no campo da Astronomia e Física do Globo, a formação de profissionais especializados fornecendo o mesmo título profissional de Engenheiro Geógrafo, mas este novo projeto também não foi aprovado. Pelo Decreto Estadual nº 11202 de 29 de junho de 1940, o IAG, que estava subordinado à Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio, passou a se subordinar à Secretaria da Educação e Saúde Pública.

Terminada a construção das obras do novo Observatório Astronômico de São Paulo, este foi inaugurado pelo interventor federal em São Paulo, Adhemar Pereira de Barros, em 25 de abril de 1941, ficando ali instaladas todas as dependências do IAG. Com a inauguração do Observatório Astronômico de

São Paulo, este passou a ser a sede do IAG, o que veio a consolidar sua vocação astronômica, fortalecendo também sua afinidade com a USP, da qual já era instituto complementar.

Incorporação à USP

Na Secretaria da Educação e Saúde Pública a situação do IAG não era bem definida, pois não podia ser classificado como estabelecimento de nível superior. Como vimos, as duas tentativas para criar a Escola de Geógrafos em 1934 e a Faculdade de Astronomia e Física do Globo em 1938 não foram bem-sucedidas.

Diante dessa situação o diretor do IAG, procurando concretizar antiga aspiração, encaminhou ao interventor federal em São Paulo, José Carlos de Macedo Soares, proposta para a transferência do IAG da Secretaria da Educação e Saúde Pública para a USP. A proposta foi transformada em projeto de decreto-lei da Interventoria Federal em São Paulo. No parecer de 20 de dezembro de 1946 o relator Lincoln Feliciano, do Conselho Administrativo do Estado de São Paulo, manifestou-se favorável à medida, justificando-a nos seguintes termos:

Tornou-se o Instituto Astronômico e Geofísico, após o desmembramento do Serviço Meteorológico, uma instituição de caráter cultural e de pesquisa científica, constituindo já uma instituição complementar da Universidade de São Paulo. Por outro lado, há entre o referido Instituto e os setores de ciências físicas e matemáticas da Universidade grande afinidade.

Ademais, através do seu corpo científico e de suas instalações, constitui ele, indiscutivelmente, um centro de atividades didáticas e de apoio às pesquisas da Universidade. Tendo em vista o exposto e mais ainda, que um Observatório Astronômico é complemento indispensável às atividades da Universidade de São Paulo, é o projeto de decreto-lei em apreço medida necessária e indispensável.

Com meu voto favorável submeto ao Plenário o seguinte projeto de Resolução nº 2601 de 20 de setembro de 1946.

O Conselho Administrativo do Estado de São Paulo aprovou, nos próprios termos em que estava redigido, o projeto de decreto-lei da Interventoria Federal, termos esses que constam no Decreto-Lei Estadual nº 16622 de 30 de dezembro de 1946 promulgado pelo interventor federal:

Dispõe sobre a incorporação do Instituto Astronômico e Geofísico à Universidade de São Paulo.

O interventor federal no Estado de São Paulo, usando da atribuição que lhe confere o artigo 6º nº V do decreto-lei federal nº 1202 de 08 de abril de 1939.

Decreta:

Artigo 1º — Fica incorporado à Universidade de São Paulo, com a mesma denominação atual, o Instituto Astronômico e Geofísico da Secretaria da Educação e Saúde Pública.

Artigo 2º — Fica transferido para a Universidade de São Paulo o patrimônio do referido Instituto Astronômico e Geofísico, constituindo do Observatório Astronômico e Geofísico, situado no Parque do Estado, com todas as instalações, instrumentos, laboratórios, biblioteca, edifícios, terrenos, veículos e semoventes.

Artigo 3º — Ficam também transferidos para a Universidade de São Paulo todos os saldos das verbas relativas a material e pessoal consignadas no Instituto Astronômico e Geofísico, no exercício financeiro vigente.

Artigo 4º — Dentro de 30 (trinta) dias contados da data da publicação deste decreto-lei, o Reitor da Universidade de São Paulo apresentará ao Governo do Estado, depois de aprovado pelo Conselho Universitário, o plano de reorganização definitiva do Instituto Astronômico e Geofísico.

Artigo 5º — O pessoal que não foi aproveitado na reorganização em virtude do novo espírito que for atribuído ao Instituto Astronômico e Geofísico, será lotado em outras repartições do Estado.

Artigo 6º — Este decreto-lei entrará em vigor na data da publicação, revogadas as disposições em contrário.

Palácio do Governo do Estado de São Paulo aos 30 de dezembro de 1946.

José Carlos de Macedo Soares

Plínio Caiado de Castro

Publicado na Diretoria Geral da Secretaria do Governo aos 30 de dezembro de 1946

Cassiano Ricardo — Diretor Geral.

Eclipse de Bocaiúva

A partir dessa integração à USP, o IAG passou a ser um “instituto anexo”, podendo assim iniciar algumas pesquisas na área da astronomia que, até então, tinham sido inviáveis.

A primeira oportunidade propícia que se apresentou para dar início a essas pesquisas surgiu com a ocorrência do eclipse total do Sol de 20 de maio de 1947, que teria a duração máxima de 5 min e 15 s e cuja faixa de totalidade atravessaria vários estados do Brasil. Por sua longa duração atraiu a atenção de astrônomos de vários países, incluindo os EUA que escolheu a cidade de Bocaiúva, MG, onde a duração do eclipse seria de 3 min e 57 s, ficando ali

concentrada a maior parte dos astrônomos norte-americanos. Por essa razão esse eclipse ficou conhecido como o Eclipse de Bocaiúva. Entre os norte-americanos destacava-se a equipe do Observatório de Yerkes coordenada pelo astrônomo George Van Biesbroek, que pretendia confirmar experimentalmente o “efeito Einstein”³ já detectado no eclipse total do Sol de 1919 em Sobral, CE.

Como a faixa da totalidade do eclipse também atravessava o Estado de São Paulo, Alypio Leme de Oliveira procurou organizar um programa de observações a serem realizadas dentro dessa faixa a 10 km de Bebedouro, SP, com recursos experimentais do próprio IAG/USP. O programa incluía a observação dos instantes de contato, fotografia de longo foco do campo estelar vizinho ao Sol para a medição do efeito Einstein e fotografia de curto foco para medidas fotométricas (**fotometria**) da coroa solar. No local escolhido para as observações, a duração do eclipse seria de 3 min e 30 s, com o início do evento previsto para 8 h 20 min (hora local). Da equipe chefiada por Alypio Leme de Oliveira faziam parte o astrônomo João Bittencourt, que faria as medições dos instantes de contato e o geofísico Anton Stuxberg, que realizaria observações magnéticas.

Passaram também a integrar a equipe o professor Hans Starnreich do Departamento de Física da FFCL (Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras) da USP e a professora Yolande Monteaux do IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo), que fariam com equipamento próprio a espectrografia⁴ da cromosfera solar⁵ para observar o fenômeno do *flash spectrum*⁶, de duração extremamente curta.

Aproveitando também essa oportunidade, alguns pesquisadores e docentes do Departamento de Física da FFCL da USP, envolvidos em observações dos **raios cósmicos**, organizaram um grupo sob a coordenação do professor Marcelo Damy de Souza Santos, composto por Rômulo Ribeiro Pieroni, Paulo Taques Bittencourt, Jean Meyer e Georges Schwachheim, que faria observações simultâneas em Bebedouro e em São Paulo para estudar a possível influência do eclipse na incidência dos **raios cósmicos** (ver o Capítulo “Pesquisas em raios cósmicos” no Volume II). Esse grupo também se juntou à missão brasileira (Figura 8).

³ Desvio da trajetória da luz pela presença do Sol, previsto pela relatividade geral, um dos **testes clássicos** desta teoria.

⁴ Registro fotográfico do **espectro**.

⁵ Cromosfera solar é uma fina camada (cerca de apenas 2 mil km) da atmosfera do Sol logo acima da fotosfera, de brilho ofuscante, e abaixo da extensa coroa solar. Cromosfera quer dizer “esfera colorida” porque boa parte da sua radiação é na linha espectral H- α do hidrogênio que é avermelhada.

⁶ **Espectro** de emissão da cromosfera que brilha brevemente pouco depois do começo da totalidade do eclipse e pouco antes do seu término.



Figura 8. O posto de observação do eclipse em Bebedouro, SP (Arquivo IAG)

À missão brasileira veio se juntar uma missão francesa organizada por Yves Rocard, composta pelo comandante Pierre Seligmann, Roger Galett e François Émile Boisson da Marinha Francesa e Jean François Dénisse, que mais tarde se tornaria radioastrônomo de renome. A missão francesa tinha vindo para realizar observações ionosféricas durante o eclipse. O conjunto dos dois grupos formou a missão Franco-Brasileira para observações do eclipse, ficando todos instalados no mesmo local.

Mas no dia do eclipse, 20 de maio de 1947, choveu torrencialmente em Bebedouro prejudicando totalmente as observações **ópticas**, enquanto que as observações dos **raios cósmicos** e da **ionosfera** foram bem-sucedidas.

Renovação do pessoal técnico-científico

Com a incorporação do IAG à USP em 1946, em razão do artigo 5º do Decreto-Lei Estadual nº 16622 transcrito acima, o IAG em fins de 1947 passou por completa reforma técnico-administrativa para melhorar seus recursos humanos. Assim, foram contratados a partir do segundo semestre de 1948, pesquisadores e técnicos com formação profissional qualificada para executarem serviços de meteorologia, astronomia e pesquisas ionosféricas.

Para os serviços de meteorologia foram contratados os auxiliares técnicos PMS, autor deste texto, Antonio Garcia Occhipinti, José Antonio de Araujo Lemes e Navarro da Costa Ferreira, que tinham feito cursos específicos da área na Força Aérea Brasileira (FAB). Nessa época foi também contratado o fotógrafo especializado austríaco Maximiliano Koenig e, mais tarde, as assistentes técnicas de nível universitário com bacharelado em física e matemática, mas sem nenhuma formação na área da astronomia.

Também nessa época, e provavelmente em decorrência dos contatos estabelecidos com os membros da missão francesa durante o eclipse total do Sol de 20 de maio de 1947, pensou-se em criar no IAG/USP um Serviço Ionosférico e para o qual foi contratado o professor Paulo Taques Bittencourt que, como vimos, havia participado do eclipse solar de 1947. Esse Serviço Ionosférico do IAG/USP, que contava com a participação do professor Luiz de Queiroz Orsini, do Departamento de Física da EP/USP, ficou encarregado do cálculo das previsões de radiopropagação para todo o território brasileiro e da publicação iniciada em 1949 do “Boletim Ionosférico” contendo as previsões calculadas mensalmente.

Contratação de Alexander Postoiev

Em fevereiro de 1952, ainda na direção de Alypio Leme de Oliveira, foi contratado pelo IAG/USP o astrônomo russo altamente especializado em **astrometria**, com formação acadêmica formal, Alexander Postoiev (Figura 9), um deslocado de guerra da II Guerra Mundial que se encontrava refugiado na zona americana da Alemanha (Marques dos Santos and Matsuura, 1998). Tendo nessa época decidido vir para o Brasil em busca de trabalho, acabou se tornando o primeiro astrônomo profissional, isto é, com titulação acadêmica, a se integrar na comunidade astronômica brasileira da época⁷, pois não existia, então, nos quadros do pessoal científico dos observatórios astronômicos existentes, essa categoria de astrônomo.

⁷ Quatro décadas antes, em 1912, tinha sido contratado pelo IAM (Instituto Astronômico e Meteorológico) da EE (Escola de Engenharia) de Porto Alegre, o astrônomo alemão Friedrich Rahnenführer (1883-1919) formado pela Universidade de Königsberg. Ver “O Observatório da UFRGS: patrimônio histórico nacional” no Capítulo “Acervo instrumental e arquitetônico” neste Volume.



Figura 9. Alexander Postoiev (1900–1976). Fonte: Arquivo IAG

Ao assumir suas funções no IAG/USP, Alexander Postoiev retomou algumas das atividades relacionadas à astronomia desenvolvidas anteriormente como a publicação do “Anuário do Observatório de São Paulo”, que havia sido interrompida em 1938. Com o número de 1953 Postoiev iniciou a publicação, sob sua responsabilidade, da segunda série do “Anuário”.

Em 16 de setembro de 1976 a Congregação do IAG/USP aprovou por unanimidade a proposta para que o “Observatório de São Paulo”, designação da sede do IAG/USP no Parque do Estado, passasse a se chamar “Observatório Alexander Postoiev”. Pela Resolução de nº 1174 de 28 de maio de 1977 o reitor da USP determinou que assim se fizesse a partir dessa data.

O IAG/USP no Ano Geofísico Internacional

O advento do Ano Geofísico Internacional (IGY), um esforço coordenado de âmbito global a ser desenvolvido no período de 1957/1958, proporcionou ao IAG/USP programa de pesquisa na área da astronomia. Assim, por decisão de Alexander Postoiev, teve início em 1954, ainda na gestão de Alypio Leme de Oliveira, correspondência informal visando à participação do IAG/USP nas atividades do IGY. Mas Alypio Leme de Oliveira aposentou-se em 19 de janeiro de 1955, tendo sido substituído por Abrahão de Moraes (Figura 10), professor de **Mecânica Celeste** da então FFCL/USP.

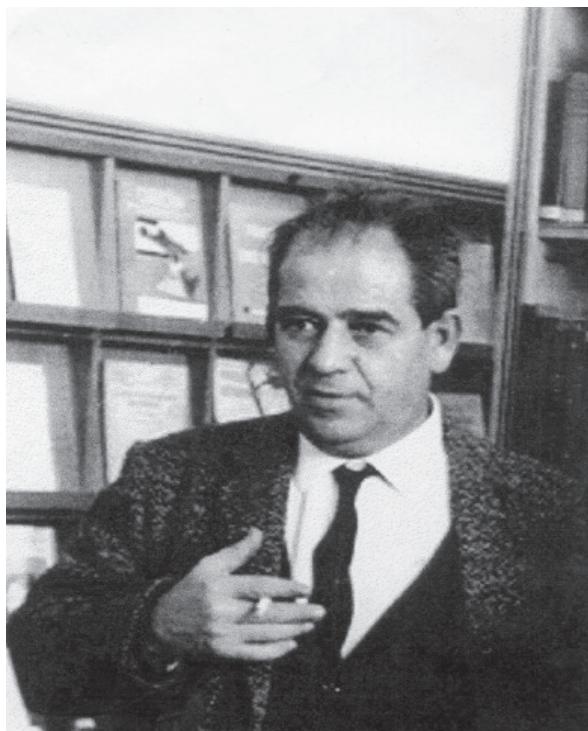


Figura 10. Abrahão de Moraes (Arquivo IAG)

Assumindo a direção do IAG/USP, Abrahão de Moraes procurou dar continuidade ao relacionamento já estabelecido entre o IAG/USP e os coordenadores do IGY. Desse modo, na Conferência de Coordenação de Atividades do IGY para o Hemisfério Ocidental, realizada no Rio de Janeiro de 1956, estiveram presentes Abrahão de Moraes e Alexander Postoiev.

Nessa conferência ficou estabelecido que o IAG/USP entraria no Programa de Latitude e Longitude no que dizia respeito ao plano geral das atividades, sob a responsabilidade de Alexander Postoiev. Dentro desse programa geral constava programa de cooperação internacional na área da astronomia denominado Programa das Posições Lunares (*Moon Position Program*) que tratava da determinação fotográfica da Lua em um campo estelar, usando câmara fotográfica especial denominada *dual-rate Moon camera* que será descrita mais adiante. Esse foi o programa escolhido por Alexander Postoiev que seria o seu coordenador, com as tarefas observacionais a serem divididas entre ele mesmo e o autor deste texto, PMS.

No nível mundial o Programa das Posições Lunares era coordenado pelo USNO (*United States Naval Observatory*) de Washington e contava com rede de *dual-rate Moon cameras* desenvolvidas por William Markowitz, astrônomo norte-americano do USNO, também conhecidas como “câmaras de Markowitz”. Elas foram distribuídas por todo o globo com a finalidade, entre outras, de estabelecer através das posições da Lua em relação às estrelas do campo estelar registradas fotograficamente, a relação entre o “tempo das efemérides” (TE), que é uma boa aproximação do tempo newtoniano baseado em forças gravitacionais e proporciona uma medida uniforme do tempo, derivada do movimento orbital da Terra, e o “tempo universal” (TU) baseado na rotação irregular da Terra, ou seja, $\Delta T = TE - TU$.

A câmara de Markowitz possibilitava registro fotográfico simultâneo da Lua sobre um campo estelar. Mas a imagem da Lua era atenuada por meio de filtro neutro, com fator de redução da ordem de 1000 vezes, colocado no centro do campo do telescópio, para que um mesmo tempo de exposição possibiliasse o registro tanto da Lua quanto das estrelas de referência.

Por decisão de Alexander Postoiev a câmara de Markowitz destinada ao IAG/USP foi instalada no único telescópio aí disponível, o refrator Zeiss com objetiva de 175 mm de diâmetro, fotovisual tríplex e distância focal de 267 cm (Figura 11). Para a realização desse programa foram utilizadas chapas fotográficas Kodak dos tipos II-aO e 103-aO que poderiam registrar todas as estrelas até a magnitude 9, ou seja, todas as estrelas de referência do *Yale Observatory Zone Catalogue*. Para o registro do tempo de controle da câmara de Markowitz era necessário um sistema de padrão de tempo com a precisão requerida pelo

programa, mas que o IAG/USP não possuía. Foi então solicitado ao Observatório Nacional (ON) o empréstimo de um relógio tipo Shortt, o melhor padrão de tempo antes dos padrões de quartzo ou atômicos, como os de célio ou rubídio. Uma vez resolvidos os problemas existentes na infraestrutura do IAG/USP, o trabalho foi iniciado em julho de 1958.



Figura 11. Câmara de Markowitz acoplada à Zeiss de 175 mm
(Arquivo IAG)

Programa das Posições Lunares

Até 1962 tinham sido enviadas para o USNO cerca de 800 chapas fotográficas da Lua, o que à primeira vista poderia ser considerado um número baixo para esse período. Entretanto esse número de chapas fotográficas, conforme relato

do próprio Markowitz, havia sido superior ao de qualquer outro observatório do programa, com exceção dos observatórios americanos de Washington, San Diego e Havaí.

Considerando que o número de chapas fotográficas enviadas pelo IAG/USP era bastante significativo, foi procedida comparação prévia entre resultados obtidos no USNO e aqueles do IAG/USP no mesmo período, por avaliações das diferenças entre TE e TU. O resultado final mostrou perfeita concordância entre as mesmas, para cada lunação comparada no período. Algumas diferenças maiores encontradas nessa comparação deveriam ser atribuídas às irregularidades do bordo lunar, ainda sem a correção necessária (Postoiev, 1962).

Na carta enviada por Markowitz comentando esses bons resultados, acompanhada por um gráfico dessa comparação (Figura 12), ele acrescentou que uma das melhores séries de observações eram do Observatório de São Paulo: *Upon examining these results we find that one of the best series of observations is from São Paulo Observatory.*

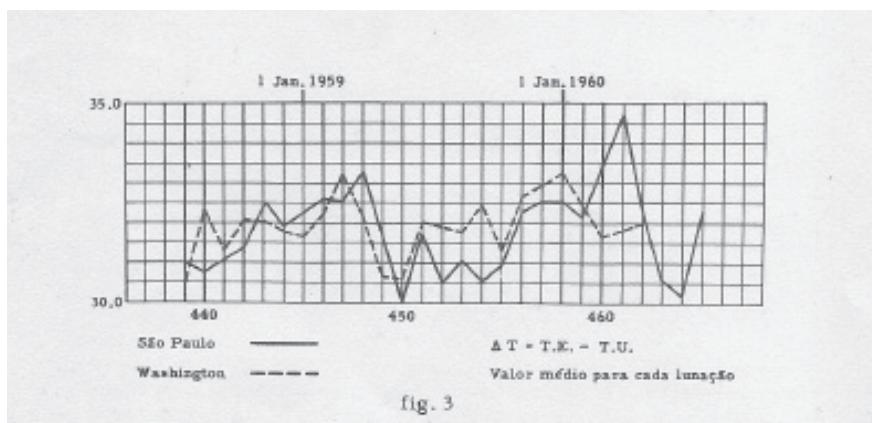


Figura 12. Gráfico de comparação do programa lunar
(Postoiev, 1962: 14, Figura 3)

Ao fim dos dez anos desse programa em 1968, tinham sido enviadas cerca de 3 mil chapas fotográficas da Lua ao USNO. Esse foi o primeiro programa de cooperação internacional de longo prazo na área da astronomia realizado com sucesso no Brasil. Apesar da continuidade das medições das chapas fotográficas da Lua e das correções devidas às irregularidades do bordo lunar, não ficamos conhecendo todos os resultados finais obtidos pelo programa. Contudo podemos avaliar a importância desse programa, considerando alguns resultados dele decorrentes.

A tecnologia moderna desenvolveu alguns relógios atômicos como os relógios de césio que são na verdade padrões de frequência que proporcionam também um tempo uniforme, mas de origem completamente diferente, pois é baseado em forças intra-atômicas, ao passo que o tempo das efemérides é baseado em forças gravitacionais. Podemos comparar esses dois diferentes tipos de tempo determinando, em segundos do TE, a frequência do padrão de césio. Afinal, a identidade dos dois tipos de tempo uniforme não era evidente *a priori*, exigindo prova experimental. A comparação foi feita usando um padrão de césio do NPL (*National Physical Laboratory*) da Inglaterra, mas as medidas astronômicas do tempo tinham que se estender sobre o mesmo período de medição do tempo atômico. Por isso o tempo determinado através das observações fotográficas da Lua com a câmara de Markowitz foi utilizado nessa comparação.

O programa permitiu também a identificação e a avaliação das irregularidades na rotação da Terra. Permitiu, inversamente, melhorar o conhecimento da órbita lunar, bem como flagrar alguns erros no catálogo estelar *Yale Observatory Zone Catalogue*.

Observação de satélites artificiais. Radioastronomia

Na programação geral do IGY o único compromisso oficial assumido pelo IAG/USP foi o Programa das Posições Lunares. Mas a programação geral do IGY incluía também o lançamento de satélites artificiais para o estudo do espaço exterior. Dentro dessa programação a URSS, em 4 de novembro de 1957, colocou em órbita terrestre o primeiro satélite artificial denominado Sputnik, que teve enorme repercussão mundial. Ao ser divulgada a notícia desse lançamento, as atenções da comunidade paulistana se voltaram para o IAG/USP na suposição de que este estivesse encarregado das observações desse satélite, em vista dos estudos prévios de radiopropagação realizados pelo Serviço Ionosférico. Diante da pressão exercida pelo público em geral e até mesmo pela USP, o professor Luiz de Queiroz Orsini que, como já visto, participava do Serviço Ionosférico do IAG/USP, preparou um sistema de recepção dos sinais radioelétricos emitidos pelo Sputnik, apenas com o material eletrônico existente no Departamento de Física da EP e no IAG, ambos da USP, pois nada havia sido preparado para a observação de satélites artificiais. Desse esforço conjunto resultou um sistema de recepção bastante modesto, com receptor Hammarlund HQ-120X do IAG/USP

adaptado para a frequência de 20 MHz de um dos transmissores do Sputnik que emitia seus sinais na forma de *bips*. Esses sinais puderam ser ouvidos no IAG/USP com grande entusiasmo popular, cada vez que o satélite cruzava o meridiano local (**passagem meridiana**) com **altura** conveniente acima do horizonte.

Esses resultados encorajaram o prosseguimento dessas observações e, com a colaboração de Antonio Helio Guerra Vieira, também do Departamento de Física da EP, foi decidida a construção de radiointerferômetro na frequência de 108 MHz, segundo projeto divulgado pelos norte-americanos para as observações de seus próprios satélites artificiais antes mesmo de terem sido lançados. Além da detecção e localização de satélites artificiais, esse radiointerferômetro em 108 MHz podia também ser utilizado em observações da radioemissão solar nessa frequência, uma vez que o ano de 1958 coincidia com um período de máxima atividade solar. Aliás, por isso mesmo tinha sido escolhido para ser o IGY.

Com o lançamento bem-sucedido do satélite artificial norte-americano, Explorer I, em 31 de janeiro de 1958, foi possível realizar com o radiointerferômetro uma série de registros das passagens desse satélite pelo meridiano de São Paulo (Figura 13, à esquerda), que foi utilizada pelo professor Abrahão de Moraes, diretor do IAG/USP, para calcular a órbita do satélite, bem como a influência do achatamento da Terra nessa órbita. Desse estudo resultou a publicação de um trabalho nos Anais da Academia Brasileira de Ciências, ABC (Moraes, 1958).

Com esse mesmo radiointerferômetro foi também possível realizar o primeiro registro radioastronômico realizado no Brasil, que constava do registro da radioemissão solar durante a **passagem meridiana** do Sol pelos sete lóbulos da antena distribuídos na direção L-O no dia 10 de fevereiro de 1958 (Figura 13, à direita). Essas atividades acima mencionadas (ver o Capítulo “Radioastronomia” no Volume II) podem ser consideradas também como o ponto de partida para o desenvolvimento da pesquisa espacial no Brasil (Marques dos Santos, 1990).

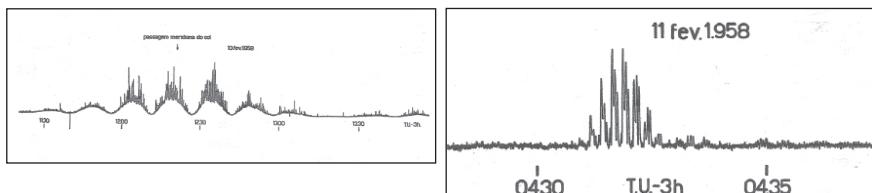


Figura 13. Registro da passagem pelo meridiano de São Paulo do satélite Explorer I, à esquerda, e do Sol, à direita (Guerra Vieira e Orsini, 1958)

Considerando o registro bem-sucedido da radioemissão solar em 108 MHz, Antonio Helio Guerra Vieira e PMS cogitaram em desenvolver no IAG/USP a área da **radioastronomia**, contando também com colaboração de Luiz de Queiroz Orsini. Mas, apesar de se ter conseguido obter do Instituto de Pesquisas da Marinha uma antena parabólica de 5,2 m de diâmetro em montagem **altazimutal** para a construção de radiotelescópio que seria instalado no IAG/USP no Parque do Estado, este projeto não teve continuidade.

A participação do IAG/USP no IGY gerou uma série de iniciativas importantes nesse Instituto, que se desdobraram em outras iniciativas de maior alcance, que foram precursoras das grandes mudanças que contribuiriam para a nova astronomia brasileira. Ver o Capítulo “Epílogo” no Volume II.

Volta à IAU. Astrometria. Observatório Abrahão de Moraes

Considerando o sucesso que vinha sendo alcançado na realização do Programa das Posições Lunares, ainda em desenvolvimento no IAG/USP, criou-se nesse Instituto certa expectativa quanto ao desenvolvimento da **astrometria** no mesmo. Foi então cogitada a aquisição de um **astrolábio** impessoal de Danjon que tinha alcançado bastante sucesso nos programas astrométricos desenvolvidas no IGY e também a possível aquisição de um **círculo meridiano**, conforme sugestão de Alexander Postoiev.

Enquanto esperava por qualquer decisão a respeito das propostas apresentadas, Postoiev pensou em organizar programa de observação de manchas solares utilizando o **celóstato** Zeiss já existente no IAG, embora desativado. Como a operação desse **celóstato** na configuração em que se encontrava era bastante complicada, exigindo três reflexões nos espelhos do mesmo, Postoiev projetou e construiu uma instalação mais simplificada que exigia apenas duas reflexões. Ao mesmo tempo supervisionou a construção de réplica do spectrohelioscópio⁸ de Hale (Hale, 1929) para observações de **protuberâncias** solares, **flares** (**fulgurações solares**) e praias de Ca II solares⁹, utilizando linhas de emissão do **espectro** solar obtidas por uma rede de difração Bauch & Lomb (B&L). Concluídas as instalações mencionadas, foi possível realizar observa-

⁸ Instrumento que possibilita observar estruturas da cromosfera solar em linhas espectrais.

⁹ Regiões da cromosfera que, no disco solar, aparecem mais brilhantes na linha espectral do cálcio uma vez ionizado (Ca II). Indicam as regiões ativas do Sol onde ocorrem as erupções solares.

ções rotineiras das manchas solares e esporadicamente, observações dos outros fenômenos já mencionados.

No ano de 1961, a comunidade ainda informal de astrônomos brasileiros passou a considerar a possibilidade de aproveitar a realização da 11^a Assembleia Geral da IAU (União Astronômica Internacional) em Berkeley, CA, para reconduzir o Brasil como país membro da IAU, da qual estava afastado há vários anos. Nesse mesmo ano foram tomadas providências para essa recondução e essa tarefa coube a Abrahão de Moraes, diretor do IAG/USP que, com o auxílio administrativo e financeiro do CNPq, deveria comparecer a essa Assembleia Geral, o que foi feito com sucesso. Participando também dessa assembleia, Luiz Muniz Barreto, vice-diretor do ON, encontrou-se com Abrahão de Moraes e durante esse encontro foram discutidos pontos de vista sobre as duas instituições, tendo-se chegado à conclusão de que um acordo informal entre as mesmas poderia ser ponto de partida fundamental para o desenvolvimento da astronomia no Brasil, que se encontrava completamente estagnada. Uma análise hoje mostra que esse encontro de Abrahão de Moraes com Luiz Muniz Barreto foi determinante para os novos rumos da astronomia brasileira.

Nessa assembleia vieram a conhecer Jean Delhaye, astrônomo de grande prestígio na França. Sabendo da intenção dos astrônomos brasileiros Abrahão de Moraes e Luiz Muniz Barreto, Delhaye decidiu apoiá-los, sobretudo no que dizia respeito ao desenvolvimento da astronomia no IAG/USP. Após a realização da 11^a Assembleia Geral da IAU, Jean Delhaye veio ao Brasil para visita ao IAG/USP, a fim de discutir a instalação no mesmo de uma estação tempo-latITUDE para fazer parte da rede internacional do *Bureau de L'Heure* de Paris. Diante dessa perspectiva o IAG/USP procurou providenciar a aquisição de **astrolábio** impessoal **de Danjon**, instrumento principal dessa estação tempo-latITUDE, bem como um serviço de hora bastante moderno na época, composto por relógio Hewlet-Packard com padrão de frequência de quartzo com precisão de 10^{-10} Hz e um **cronógrafo** Belin com precisão de 10^{-3} s. Como na *Optique et Précision de Levallois* (OPL), fabricante do instrumento, não havia nenhum **astrolábio** disponível, foi necessário fazer a encomenda para a fabricação de um para o IAG/USP, mas haveria grande demora para a entrega.

Diante do interesse em instalar no IAG uma estação tempo-latITUDE, Alexander Postoiev sugeriu ao diretor, Abrahão de Moraes, a aquisição também de um **círculo meridiano** para ser instalado junto ao **astrolábio**, o que colocaria o Instituto em posição de destaque na área da **astrometria**. Tendo sido autorizado para tratar das negociações a respeito da compra do **círculo meridiano**, Alexander Postoiev entrou em contato com a firma *Askania-Werke* da Alemanha, que era a principal fabricante desse tipo de instrumento antes da II

Guerra Mundial, mas já não estava mais interessada na fabricação do mesmo. Entretanto, por solicitação de Alexander Postoiev, a *Askania-Werke* cedeu os projetos para a firma *Carl-Zeiss Oberkochen* da Alemanha Ocidental que, uma vez consultada, aceitou a encomenda para a fabricação de um **círculo meridiano** de 190 mm para o IAG/USP. A fabricação foi iniciada em 1964. Nesse mesmo ano o IAG/USP recebia seu **astrolábio** impessoal **de Danjon** e pelo Programa de Cooperação Técnica Brasil-França veio para o IAG/USP o astrônomo francês Pierre Grudler, do Observatório de Besançon, onde operava um **astrolábio** análogo para realizar observações regulares com o mesmo objetivo de avaliar preliminarmente as condições meteorológicas locais, com vistas à instalação da estação tempo-latITUDE e de organizar a utilização regular do referido instrumento. Ao mesmo tempo, Paulo Benevides Soares do IAG/USP seguiu para o Observatório de Besançon para preparar seu doutorado na área da astronomia e familiarizar-se com os trabalhos astrométricos ali desenvolvidos.

Após dois períodos de observações regulares realizados com o **astrolábio** do IAG/USP por Pierre Grudler e outros observadores locais, no período de junho de 1964 a julho de 1965 e de setembro de 1965 a janeiro de 1966, chegou-se à conclusão de que as condições meteorológicas da cidade de São Paulo impossibilitavam a realização de observações com esse instrumento com a frequência necessária para a determinação de uma escala de tempo conveniente e para a confecção de catálogo de estrelas. Ficou decidido que se deveria procurar local mais adequado, de preferência na vizinhança de São Paulo.

A procura de local apropriado para a instalação foi baseada na análise de dados meteorológicos obtidos no aeroporto de Viracopos para a região de Campinas, SP, no aeroporto de Congonhas para a região da capital e no aeroporto do Centro Técnico de Aeronáutica (CTA) para a região de São José dos Campos, SP. Após a análise desses dados chegou-se à conclusão de que a região do aeroporto de Viracopos era a que apresentava as melhores condições. Após algumas observações realizadas com o **astrolábio** do IAG nessa região em alguns dias dos meses de julho e agosto de 1966, ficou confirmado que as condições eram bastante favoráveis, especialmente quanto à qualidade das imagens. O próximo passo foi procurar nessa região local para a construção do futuro observatório astrométrico. O local que melhor satisfazia os requisitos quanto à topografia, proteção vegetal e qualidade do solo para as fundações do edifício foi o Morro dos Macacos com altitude de 730 m e área de 452 mil m² no município de Valinhos, SP. O terreno foi cedido ao IAG/USP pela Prefeitura de Valinhos e a construção foi iniciada em 1971. Enquanto se construía o observatório astrométrico, deu-se o falecimento de Abrahão de Moraes a 12 de dezembro de 1970. O IAG/USP passou a ser administrado por um Conselho Diretor que se encarregou de terminar as obras.

O observatório foi inaugurado em 10 de abril de 1972 pelo então governador do Estado de São Paulo, Laudo Natel, e pelo reitor da USP, Miguel Reale. Por decisão do Conselho Universitário da USP o observatório recebeu o nome de Observatório Abrahão de Moraes. Nele ficaram instalados o **círculo meridiano**, o **astrolábio impessoal de Danjon** e um inclinômetro ou pêndulo para marés terrestres.

Com o desenvolvimento da **astrofísica** no IAG/USP, foi adquirido em 1973 um telescópio refletor de 60 cm de abertura da Boller & Chivens (B&C) dos EUA, que foi instalado no Observatório Abrahão de Moraes, tendo sido amplamente utilizado para trabalhos observacionais nas áreas de **espectroscopia** e **polarimetria**. Também foi utilizado no período de 1983/1984 para a elaboração de um catálogo de 630 fontes do infravermelho da porção austral da **Via Láctea** (Epchtein, 1986) que foi denominado *Infrared Survey of Valinhos* (IRSV). Entretanto, com o aumento progressivo das poluições atmosférica e luminosa, o telescópio de 60 cm foi transladado em 1992 para o Pico dos Dias em Brazópolis, MG, ficando ali instalado com os outros telescópios do Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA).

IAG/USP no Programa de Escolha de Sítio para o Observatório Astrofísico Brasileiro (OAB)

Paralelamente às atividades para o desenvolvimento da astronomia no próprio instituto, o IAG/USP também desempenhou papel muito importante no projeto para a construção de um observatório astrofísico nacional visando ao desenvolvimento da astronomia no Brasil.

Em 1961, quando o Brasil foi reintegrado como país membro da IAU, para oficializar essa integração deveria ser constituído no Brasil um comitê nacional de astronomia, com a finalidade de manter contatos formais entre o Brasil e a IAU. Para atender essa solicitação, foi criada em 1963 pelo Conselho Deliberativo do CNPq a primeira Comissão Brasileira de Astronomia (CBA), que veio a ser composta por Abrahão de Moraes, presidente (IAG/USP), Lélio Gama (CNPq), Luiz Muniz Barreto (ON) e Fernando de Mendonça (CNAE, Comissão Nacional de Atividades Espaciais).

Desde 1961 a comunidade astronômica brasileira interessada no desenvolvimento da astronomia no Brasil vinha considerando que, para esse desenvolvimento, segundo alguns pontos abordados por Abrahão de Moraes e Luiz Muniz

Barreto, seria necessária a aquisição de um telescópio refletor de pelo menos 1,60 m de abertura para ser instalado em novo observatório astronômico a ser construído em local adequado, escolhido segundo as normas estabelecidas pela IAU. Esse projeto deveria ser coordenado pela CBA, entidade representativa da comunidade astronômica brasileira. Para contar com assessoria técnica e científica na condução desse projeto inédito no Brasil, a CBA solicitou em 1964, por intermédio do Ministério de Relações Exteriores da França, a vinda de uma comissão de astrônomos franceses para, em conjunto com os astrônomos brasileiros, estabelecer planos para a construção do futuro observatório astrofísico, de caráter nacional. A comissão francesa era composta por Jean Delhayé, Jean Rösch e Roger Cayrel e a brasileira por Abrahão de Moraes, Luiz Muniz Barreto e PMS.

Os critérios que nortearam a escolha do local adequado para a construção do observatório e do instrumento principal foram estabelecidos pela comissão conjunta franco-brasileira e o programa de escolha de sítio foi iniciado em fevereiro de 1966, com a instalação de estação meteorológica experimental no Pico da Piedade, a 1.750 m de altitude, perto de Belo Horizonte, MG. O trabalho de escolha de sítio prosseguiu até o ano de 1973, tendo sido estudados vários picos no Estado de Minas Gerais como Mateus Leme, Pico da Bandeira em Maria da Fé, Pico da Pedra Branca em Caldas e Pico dos Dias com 1.864 m de altitude em Brazópolis.

A partir de 1970 os trabalhos de escolha de sítio passaram a ser coordenadas por Sylvio Ferraz-Mello e, após a conclusão dos trabalhos (Ferraz-Mello, 1982), ficou decidido que o Observatório Astrofísico Brasileiro (OAB), seria instalado no Pico dos Dias como realmente aconteceu, sendo hoje o observatório do Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA).

Conselho Diretor do IAG/USP e sua departamentalização

Com o falecimento de Abrahão de Moraes, o IAG/USP passou a ser dirigido por um Conselho Diretor composto por Waldir Muniz Oliva do Instituto de Matemática e Estatística (IME), Paulo Benevides Soares (IAG) e Giorgio Eugênio O. Giacaglia (EP) e o suplente José Luiz Almeida Junqueira Filho, também da EP. A esse Conselho Diretor foi dada a incumbência de transformar o IAG/USP em unidade de ensino da USP, que se encarregaria da formação de pessoal de nível superior em graduação e pós-graduação.

Pelo Decreto Estadual nº 52907 de 27 de março de 1972 o IAG/USP foi transformado em unidade de ensino universitário e pela portaria GR nº 1809

de 26 de maio de 1972 foi estabelecida a departamentalização do mesmo, que passou a ser composto pelos Departamentos de Astronomia, Geofísica e Meteorologia, este último hoje, Departamento de Ciências Atmosféricas.

As atividades de pós-graduação do Departamento de Astronomia do IAG/USP estão descritas em “40 anos de pós-graduação em astronomia no IAG/USP: uma história de sucessos” no Capítulo “Pós-graduação em astronomia” do Volume II.

Referências

- Epcstein, Nicolas (1986), “Um Levantamento da Região Sul do Plano Galático no Infravermelho Próximo”, *Boletim da SAB*, 8, 3, 7-13.
- Ferraz-Mello, Sylvio (1982), *Escolha de Sítio para o Observatório Astrofísico Brasileiro*, Rio de Janeiro: CNPq-Observatório Nacional.
- Guerra Vieira, A. H. e Orsini, L. Q. (1958), “Realização de um Radiointerferômetro para Localização de Fontes Extraterrestres e Apresentação dos Registros Relativos ao Sol e aos Satélites Artificiais”, *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 30, 299-306.
- Hale, George E. (1929), The spectrohelioscope and its work. Part 1. History, instruments, adjustments, and methods of observation, *Astrophysical Journal*, 70, 5, 265-311.
- Marques dos Santos, Paulo (1990), “A participação do IAG/USP no Ano Geofísico Internacional (1957/1958) e sua contribuição pioneira para o estabelecimento da pesquisa espacial no Brasil”, *Boletim da SAB*, 12, 2, 41-16.
- Marques dos Santos, Paulo (2005), *O Instituto Astronômico e Geofísico da USP. Memória sobre sua Formação e Evolução*, São Paulo: EDUSP.
- Marques dos Santos, Paulo and Matsuura, Oscar T. (1998), The astronomer Alexander I. Postoiev (1900-1976), *Astronomical and Astrophysical Transactions*, 17, 263-279.
- Moraes, Abrahão (1958), Effects of the Earth's oblateness on the orbit of an artificial satellite, *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 30, 465-510.
- Postoiev, Alexander (1962), “Programa Lunar do Ano Geofísico Internacional. Operação da Câmara de Wm. Markowitz em São Paulo”, *Publicações do Instituto Astronômico e Geofísico*, 1, 1-14.



Capítulo 14

POSITIVISMO
E UTILIDADE
DA ASTRONOMIA

As influências filosóficas na implantação da astronomia no Brasil

Alfredo Tiomno Tolmasquim (IBICT/MCTI)

Este artigo apresenta como o pensamento positivista emergiu no início do século 19, no âmbito de uma visão científica da sociedade, e foi absorvido no Brasil como uma ideologia de progresso e de transformação política e social, influenciando fortemente o incipiente meio acadêmico local. Nesse contexto, as instituições voltadas à astronomia tiveram grande importância em razão da utilidade deste conhecimento para o projeto de desenvolvimento do país. Essa influência do positivismo proporcionou resistências às novas ideias científicas que surgiam na virada para o século 20, e em especial à teoria da relatividade. A visita de Einstein ao Brasil em 1925 foi um momento importante para a explicitação das diferentes concepções de ciência em disputa no país e para ampliar o interesse do meio científico pelas novas ideias.

Introdução

O estudo dos astros tem sido um elemento central na compreensão do mundo e do próprio ser humano. Desde os tempos mais remotos, o firmamento exerce grande fascínio sobre as pessoas, e seu entendimento tem sido um dos principais desafios de pensadores e estudiosos. Muitas vezes, foi a observação do céu que propiciou questões relacionadas à origem do homem, da Terra e do próprio universo. Cosmogonias e cosmologias foram construídas a partir dos astros que pontuam ou cruzam o céu de forma aparentemente errática. Muitas civilizações, inclusive a que foi denominada ocidental, viam o céu como a morada dos deuses — e, portanto, da perfeição — que servia como modelo para a organização da vida em sociedade.

Da mesma forma como a observação do céu tem ajudado a moldar o pensamento humano, também as concepções filosóficas influenciam na forma de olhar o espaço celeste e os vários elementos que o compõem. As questões levantadas pela ciência são decorrentes de formas específicas de pensar e entender o mundo. As pesquisas em história da ciência têm mostrado que a ciência não se constitui numa pura leitura da realidade existente, mas é realizada dentro de uma visão específica de mundo. Ela é fruto do contexto no qual está inserida. Assim, por exemplo, não foi uma fortuita coincidência o surgimento das ideias do heliocentrismo (o Sol e não mais a Terra é o centro do universo) num período em que a Europa, através das grandes navegações, descobria novos continentes e povos. Da mesma forma, as leis da gravitação universal, propostas por Isaac Newton, que mudaram completamente a astronomia e estendiam para os corpos no céu as mesmas forças que agiam na Terra, só foram possíveis após um processo de dessacralização do mundo e do próprio céu.

Essa estreita relação entre as concepções filosóficas e o desenvolvimento científico é bem percebida no período da chamada revolução científica, que teve seu início simbolicamente marcado pelo ato de Galileu de utilizar o telescópio (ou *perspicillum*), instrumento que já era empregado nas batalhas, para observar os detalhes da Lua. Naquele momento surgia a ideia de que o mundo poderia ser cada vez mais explorado e conhecido pelos cientistas, assim como as terras do Novo Mundo eram descobertas por intrépidos navegadores. Bastava para tanto utilizar determinados atributos, como a razão, a observação e a experimentação, que passaram a caracterizar o método científico.

Os séculos 17 e 18 foram testemunhas de vertiginosas transformações em praticamente todas as áreas do conhecimento, acompanhadas de uma

não menos radical mudança filosófica. Assim, por exemplo, Francis Bacon (1561-1626) no livro “Nova Atlântida”, sonhava com um mundo de fartura e bem-estar promovidos pela eficiência da técnica e pelos resultados da ciência; o filósofo René Descartes (1596-1650), com a máxima “penso, logo existo”, atribuía não mais a Deus, mas à razão — uma faculdade do próprio homem — a causa da sua existência; os iluministas previam nova época de conhecimento, representada pelas luzes, em contraposição à obscuridade da Idade Média; e os enciclopedistas vislumbravam a possibilidade de reunir todo o conhecimento existente numa única obra — a Encyclopédia —, além de outros movimentos de caráter científico. Essas mudanças científicas e filosóficas se uniam a outras de ordem econômica, social e mesmo política, como a Revolução Francesa, ocorrida em 1789, que demonstrava que as transformações que estavam ocorrendo no conhecimento também podiam se estender para as relações de poder entre os homens.

O positivismo

Foi nesse contexto que, em 1814, o jovem Auguste Comte (1798-1857), aficionado pelas ciências naturais, ingressou na Escola Politécnica de Paris, um dos templos da ciência na época. Ele rapidamente se apaixonou pela beleza da nova matemática e, após formado, começou a dar um curso livre de matemática na própria Escola, cujas turmas ficavam sempre lotadas. Segundo Ivan Lins, autor de um dos principais estudos sobre o **positivismo** no Brasil, Comte era “notável pela sua originalidade pedagógica e clareza didática” (Lins, 1964: 254). Em 1826, ele desligou-se da Politécnica e começou a dar aulas para grupos em sua própria casa. Vários estudantes brasileiros que se encontravam na Europa nessa época, como Henri Rose Guillon, José P. de Almeida, Patrício d’Almeida e Silva, Agostinho Roiz Cunha, Antonio de Campos Belos e Antonio Machado Dias, entre outros, assistiram a seus cursos tanto na Politécnica como nas aulas particulares em sua residência (Lins, 1964: 13).

Em 1830 Comte publicou o primeiro de 6 volumes de uma obra intitulada “Curso de Filosofia Positiva”, concluído apenas em 1842, que era baseada em seu curso e onde ele fazia um grande balanço do conhecimento científico existente na época. Nessa obra Comte apresentava também sua concepção filosófica da história, dividida em três fases. A primeira era o estado teológico ou fictício, característico das sociedades antigas, onde os fenômenos eram entendidos como eventos sobrenaturais; essa fase teria sido seguida pelo es-

tado metafísico ou abstrato, onde se concentraria o poder da Igreja e os fenômenos eram considerados como produzidos por abstrações personificadas e, por fim, a história se encaminhara para o estado científico ou positivo, onde todos os fenômenos seriam explicados pela ciência, utilizando o raciocínio e a observação. A fase científica representava, portanto, o ápice do processo evolutivo da humanidade.

As obras de Comte penetraram rapidamente no meio acadêmico brasileiro (ver “Observatório de uma centenária Escola de Engenharia e sua função hoje” e “O Observatório da UFRGS: patrimônio histórico nacional” no Capítulo “Acervo instrumental e arquitetônico” neste Volume), influenciando professores e alunos das escolas superiores, como a Escola Politécnica (EP) do Rio de Janeiro, a Escola Militar e a Escola Naval (ver o Capítulo “Ensino superior de astronomia” neste Volume), e mesmo dos cursos secundários, como o Colégio Pedro II (ver o Capítulo “Astronomia na educação básica” neste Volume) ou o Colégio Militar. Ainda segundo Lins,

Essas obras matemáticas de Comte, que se caracterizam pela profundeza metodológica e pela elegante concatenação das matérias, trazendo concepções inteiramente novas sobre a indução e a dedução em matemática, sobre a noção de espaço e sobre a lógica positiva exerceram, pela sua clareza e superioridade pedagógica, imensa atração sobre os que se dedicavam, na segunda metade do século XIX, ao ensino e ao estudo da matemática entre nós (Lins, 1964: 254).

Entretanto, a influência de Comte foi muito além dos profissionais das ciências matemáticas e da natureza. Em suas obras, ele apresentava a ideia de que o método científico, pela sua exatidão e eficiência, poderia ser estendido a outras áreas do conhecimento, como o direito, a medicina ou os estudos sobre o homem e a sociedade. Mais do que isso, a racionalidade científica poderia inclusive ditar a forma adequada de se organizar as relações sociais. Essas ideias propiciaram a penetração do pensamento positivista também nas áreas médica e do direito. Um exemplo interessante é o registro de que a primeira tese influenciada pelo **positivismo** defendida no Brasil foi apresentada justamente na Faculdade de Medicina da Bahia, em 1848, por Justiniano da Silva Gomes (Lins, 1964: 509).

Na realidade, o **positivismo** foi absorvido no Brasil na época do Império por grande parte da intelectualidade como uma proposta de progresso, modernidade e transformação social. A ideia de que a história tem um caminho pré-determinado trazia o alento de que o Brasil não estava destinado a permanecer em seu estágio rudimentar, ele estava apenas mais atrasado do que os países europeus,

num processo inexorável de desenvolvimento para onde todos caminhariam. Portanto, através de esforço nacional seria possível colocar o país “no nível do século”, para utilizar uma expressão comum na época. Em termos científicos, o **positivismo** representava uma reação ao pensamento livresco e à exibição do conhecimento como símbolo de *status* social. Culturalmente, era uma oposição ao romantismo e à filosofia espiritualista e, em termos educacionais, defendia um ensino público laico, sem influência da Igreja, livre dos pensamentos teológicos ou metafísicos. Além disso, o **positivismo** era entendido muitas vezes como um líbero contra uma sociedade patriarcal, escravagista e monárquica, com práticas características do feudalismo, atraindo o interesse dos militares e dos jovens intelectuais brasileiros. No Brasil, o pensamento de Comte não era, portanto, apenas uma proposta científica. Ele era uma espécie de bandeira dos novos tempos, uma ideologia contra a ordem institucional vigente, uma proposta política, econômica e social, que atraía republicanos e abolicionistas em prol de uma nova ordem para o país. Segundo o jurista Miguel Reale,

Tomando em seu sentido global, com seus princípios e coordenadas bem definidos, indo da crença no determinismo universal até a certeza da capacidade emancipadora do homem sobre a natureza, foi o **positivismo** o eixo em torno do qual girou o estado de espírito de toda uma geração (Lins, 1964: 11).

O positivismo e a astronomia

Na construção filosófica de Comte havia hierarquia entre os saberes, e a astronomia ocupava posição especial numa classificação que partia do objeto mais simples para o mais complexo. Assim, o primeiro lugar era ocupado pela matemática, que utilizaria apenas o raciocínio lógico para o seu desenvolvimento. Esta era seguida pela astronomia, que além do raciocínio necessitava apenas da observação. Depois viriam as ciências física, química e biológica, que dependiam ainda da experimentação e, por fim, a sociologia — a nova ciência da vida em sociedade. A astronomia tinha, portanto, papel fundamental na estrutura do conhecimento. Comte inclusive começa o capítulo dedicado à astronomia em sua obra “Curso de Filosofia Positiva” afirmando que “a astronomia é até agora o único ramo da filosofia natural em que o espírito humano se encontra rigorosamente livre de qualquer influência teológica e metafísica, direta ou indireta” (Comte, 1893: 1).

Isso ocorre porque para Comte os astros só nos são acessíveis pela visão. Esta é uma limitação intransponível, que tornaria mera especulação os estudos orgânicos, como a existência de vida em outros planetas, ou inor-

gânicos, como a estrutura química ou física dos astros. Para ele, a constituição química do Sol era um mistério destinado a nunca ser conhecido pela humanidade, e aqueles que tentassem se dedicar a essa tarefa estariam perdendo seu tempo. Da mesma forma, qualquer ideia ou proposta sobre a origem dos astros ou do universo deveria ser completamente descartada por fugir à racionalidade positiva. Como para Comte só seria possível estudar os astros através da observação e do cálculo matemático, estes nos seriam acessíveis apenas em suas características geométricas (posição) ou mecânicas (movimento). Ele chega a recriminar Newton por seus estudos sobre a temperatura de um cometa que passou próximo à Terra em 1680. Isto era injustificável, pois, para Comte, tais estudos só serviriam para desacreditar a astronomia (Comte, 1844).

De fato, ao longo do século 19 começaram a surgir novas áreas de estudo na astronomia, decorrentes principalmente de descobertas realizadas na química e na física, e que transformariam radicalmente essa antiga ciência, que passaria a ser denominada **astrofísica**. Alguns desses novos desenvolvimentos mais expressivos foram a **fotometria**, que é o estudo da intensidade da luz emitida pelos astros; a **espectroscopia**, que permite a determinação da composição química de uma amostra em razão do **espectro** que é produzido quando de sua queima; a fotografia; e a velocidade **radial**, que pode ser medida pelo deslocamento da fonte luminosa através do efeito Doppler.

Entretanto, nessa época, no Brasil, era praticada principalmente a astronomia tradicional (ou astronomia de posição), que nos termos da filosofia positiva de Comte seriam os estudos das características geométricas e mecânicas dos astros celestes. Na verdade, o interesse principal era pela utilidade prática desse conhecimento. Assim, por exemplo, as escolas superiores (militar, naval e politécnica) tinham por objetivo ensinar aos alunos os princípios básicos da astronomia principalmente para uso na navegação e nos estudos geográficos e geodésicos (ver o Capítulo “Ensino superior de astronomia” neste Volume). Da mesma forma, foi criado em 1827 o Imperial Observatório do Rio de Janeiro (IORJ) para suprir as necessidades da navegação, e orientar estudos geográficos, geodésicos e astronômicos. O Observatório começou a funcionar de fato apenas em 1845, e seus primeiros diretores — Eugênio Fernando Soulier de Sauve (1845-1850), Antonio Manuel de Melo (1850-1865) e Antonio Joaquim Curvelo d’Ávila (1865-1870) — eram ex-alunos e/ou professores das escolas Militar e Naval, e possuíam esta visão utilitária da astronomia. De fato, as principais atividades da instituição foram voltadas às observações meteorológicas, à regulagem dos **cronômetros** dos navios no porto (ver “O Serviço da Hora do Observatório

Nacional” no Capítulo “Difusão da hora legal” neste Volume) e à elaboração das efemérides, que eram bastante utilizadas na navegação para a correta determinação da longitude.

Nesse contexto de valorização das características utilitárias da astronomia, contrastavam os interesses do imperador Pedro II. Ele era aficionado pela ciência, e em especial pela astronomia, e chegou a montar um pequeno observatório em sua residência em São Cristóvão. Pedro II ajudou a promover a vinda ao Brasil do astrônomo francês Emmanuel Liais (1826-1900) para realizar observações durante eclipses do Sol. Liais estava especialmente interessado no estudo da coroa solar, que pode ser observada separadamente do restante do Sol durante eclipse total do astro. Posteriormente, em 1874, Pedro II convidou o próprio Liais para assumir a direção do Observatório.

Liais era astrônomo titular do Observatório de Paris, e promoveu a pesquisa astronômica juntamente com a atividade de serviços, num modelo que ele conhecia bem da instituição francesa. Ele foi substituído em 1881 pelo belga Luis Cruls, que manteve o mesmo modelo de funcionamento da instituição. Assim, o Observatório brasileiro se dividia entre os serviços prestados à navegação, à determinação da hora e à meteorologia, e a pesquisa científica (ver o Capítulo “Primeiras pesquisas em astronomia” neste Volume). O imperador apoiava bastante o Observatório, fornecendo instrumentos, cedendo terrenos, financiando pesquisas ou mesmo mantendo amizades pessoais com Liais e Cruls.

As diferentes concepções sobre a função da astronomia podem ser evidenciadas por ocasião do trânsito de Vênus pelo disco do Sol, ocorrido em 1874 e 1882. A observação do trânsito de Vênus permitiria aumentar a precisão da medida da distância entre a Terra e o Sol, definindo melhor as dimensões e distâncias dentro do sistema solar – um conhecimento aparentemente sem utilidade. Enquanto o imperador desejava alocar recursos para as expedições astronômicas, a imprensa e boa parte da intelectualidade da época questionavam a justificativa de se utilizar altas somas de dinheiro em pesquisas que, em princípio, não trariam nenhum benefício prático. Pedro II era retratado pela imprensa como uma pessoa interessada apenas nos assuntos celestes, e que olhava pouco para os problemas do Brasil, montado num telescópio com seus olhos voltados para o céu (Figura 1), ou ainda dando um saco de dinheiro para a deusa Vênus.

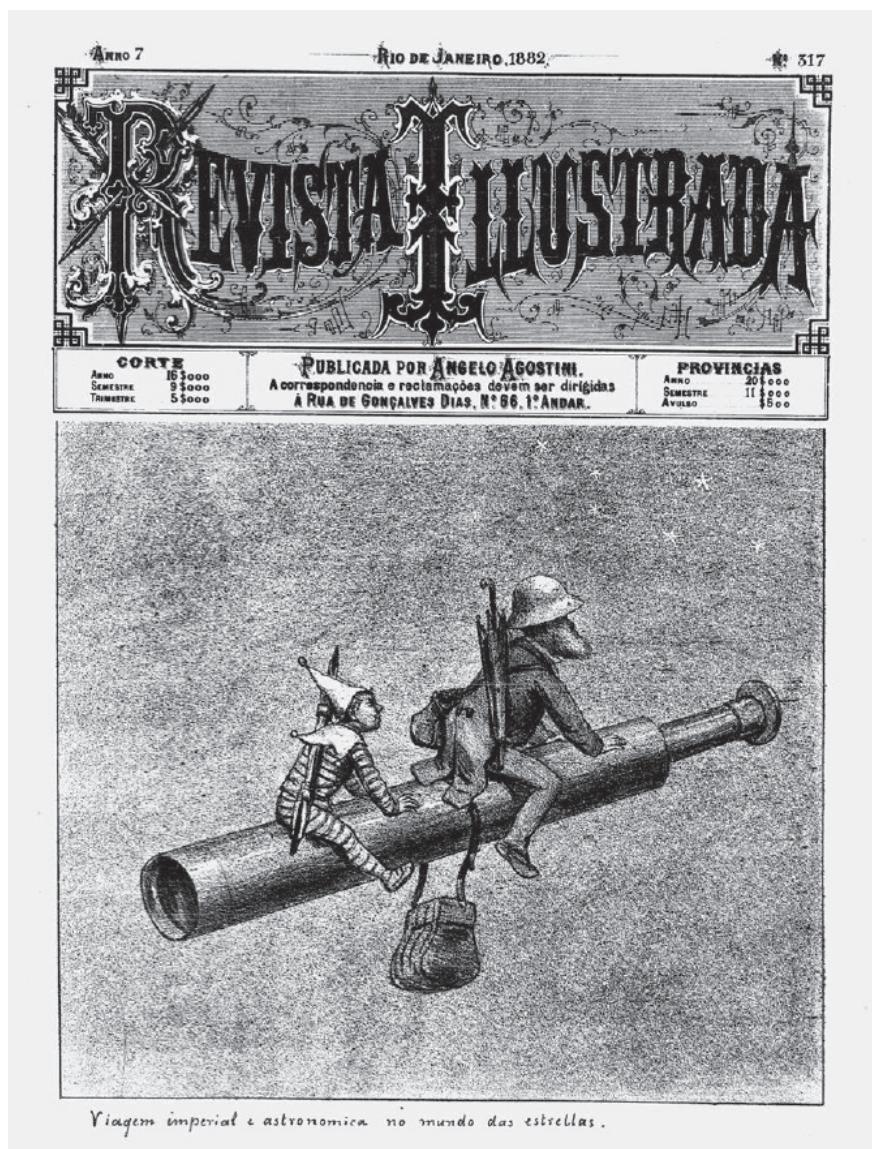


Figura 1. "A viagem imperial e astronômica no mundo das estrelas"
(Revista Illustrada, 1882, Acervo Biblioteca Nacional)

A derrubada da Monarquia e a instalação da República em 1889 marcou politicamente a vitória das ideias de progresso e modernidade, e do papel da ciência como motor de transformação social. Além disso, trouxe para o poder

adeptos do pensamento positivista, entre os quais um dos mais significativos foi o ex-aluno da Escola Militar, Benjamin Constant (1833-1891), inicialmente ministro da Guerra e depois ministro da Instrução Pública.

O novo governo republicano pretendia promover um surto de desenvolvimento no país, que incluía a expansão da agricultura para o mercado mundial, a urbanização das cidades, a extinção das doenças infecciosas que infestavam as cidades e os portos, a demarcação e interligação do território nacional através de estradas de ferro, rodovias e telégrafos, e intensa atividade geológica e geográfica. A ciência e a técnica assumiram papel fundamental nesse processo de modernização, fornecendo o conhecimento e os meios necessários à sua realização. Elas eram valorizadas, em especial, enquanto detentoras de saber prático e utilitário que permitia a realização desse projeto. As escolas politécnicas ganharam importância, formando engenheiros capazes de responder às demandas nacionais e assumir tarefas necessárias para alcançar o almejado progresso.

O envolvimento do meio acadêmico nesse processo de modernização implicou muitas vezes numa significativa complementação salarial, e na participação na administração pública e em cargos políticos. Enquanto engenheiros provenientes das escolas politécnicas eram responsáveis por grandes obras nas cidades e nos sistemas de comunicação, os médicos desenvolviam amplos programas sanitários e eugênicos. Havia uma espécie de ciclo de retroalimentação, onde muitas vezes o prestígio acadêmico levava à possibilidade de indicação para um cargo público, e a participação em projetos de Estado fornecia prestígio para a atividade acadêmica.

No caso da astronomia, foi rompido o equilíbrio existente entre as atividades de pesquisa e de serviços. Nessa época, o Brasil estava participando de um grande projeto internacional de mapeamento dos astros vistos da Terra, denominado *Carte du Ciel* (ver nota de rodapé 3 de “Recontando a história da astronomia no Brasil” no Capítulo “Apresentação” neste Volume). O IORJ tinha recebido de Pedro II um terreno na região de Santa Cruz, zona oeste da cidade do Rio de Janeiro, onde poderia se instalar de forma mais adequada, e estava em curso a aquisição de novos equipamentos. No entanto, todas essas iniciativas foram abandonadas e a instituição, denominada agora Observatório Nacional (ON), foi redirecionada para o que era considerada uma das prioridades nacionais: montar um mapa geográfico e geodésico do território e definir com exatidão as fronteiras com os países vizinhos. Luiz Muniz Barreto (1925-2006), ex-diretor do ON, comenta que seu predecessor Cruls, ao escrever ao ministro de Interior, Aristides da Silveira Lobo, logo após a proclamação da República, relatando as atividades da instituição,

ressalta a importância dos trabalhos geográficos, e aponta a necessidade de transferência do Observatório para o Ministério da Guerra, em vista da estreita vinculação entre os trabalhos dos engenheiros militares e dos astrônomos da instituição. Nem uma só palavra para Santa Cruz ou para a Carta do Céu. Esses eram pontos que não sensibilizariam as ideias positivistas dos novos governantes... (Muniz Barreto, 1987: 141).

De fato, a instituição cumpriu importante papel, tendo entre outras ações, demarcado os limites do Brasil com a Bolívia e com a Argentina (ver o Capítulo “Expedições astronômicas” neste Volume), e a região do Planalto Central para onde deveria ser transferida a capital do país, para promover sua interiorização.

Em 1908, o astrônomo e professor da EP do Rio de Janeiro, Henrique Morize (1860-1930), assumiu a direção do ON dando novo rumo à instituição, que também era de interesse do Estado: os estudos meteorológicos. O Observatório passou para o Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio, e foi criada uma grande rede de estações meteorológicas pelo país. Novamente recorremos a Muniz Barreto, quando afirma que

Por ordem de prioridade, as atividades do Observatório Nacional deveriam ser: meteorologia, determinação da hora, magnetismo terrestre, determinação de coordenadas geográficas, sismologia e previsão de marés. Não havia lugar para a pesquisa pura e nem a cogitação de atividades que não tivessem o caráter de aplicação utilitária imediata (Muniz Barreto, 1987:165).

Paralelamente, outros estados da Federação também começaram a instituir cursos, observatórios ou espaços voltados aos serviços astronômicos, necessários ao desenvolvimento local. O Estado de São Paulo criou, em 1893, a EP de São Paulo, com um curso de astronomia que tinha por objetivo formar profissionais com prática em levantamentos geográficos, geodésicos e astronômicos. Pouco depois, em 1910, foi criado o Observatório do Estado voltado para observações meteorológicas, a determinação da hora e os levantamentos geodésicos (ver o Capítulo “Chegada da astronomia oficial a São Paulo” neste Volume). De forma semelhante, em 1906, foi criado o Instituto Astronômico e Meteorológico do Rio Grande do Sul, vinculado à Escola de Engenharia (ver “O Observatório da UFRGS: patrimônio histórico nacional” no Capítulo “Acervo instrumental e arquitetônico” neste Volume), que tinha as mesmas atribuições que o congênero paulista.

Novas ideias no horizonte

Como um eventual paradoxo, foi justamente a partir da década de 1880, quando o **positivismo** penetrou mais fortemente nas estruturas de governo, que ele começou a ser contestado no mundo acadêmico, em especial nas escolas polítécnicas, que o haviam acolhido e disseminado nos meios cultos do Brasil. Essas críticas decorriam, em primeiro lugar, do desenvolvimento natural das pesquisas científicas que vinham acontecendo principalmente na Europa e nos Estados Unidos, e que tornavam obsoletas as informações e conceitos contidos nas obras de Comte.

A ciência estava em grande efervescência neste período do fim do século 19 e início do século 20: as teorias de James Clark Maxwell (1831-1879) substituíam a ideia de força entre dois pontos pelo conceito de campos de força; Carl Friedrich Gauss (1777-1855) desenvolvia uma geometria não euclidiana; Wilhelm Röntgen (1845-1923) e o casal Pierre (1859-1906) e Marie Curie (1867-1934) estudavam a emissão e absorção de partículas por determinados elementos químicos; Ernst Rutherford (1871-1937) e Niels Bohr (1885-1962) destrinchavam a estrutura dos átomos e das partículas que os compunham; Max Planck (1858-1947) descobria que a energia era transmitida por pacotes de energia, inaugurando a mecânica quântica; e Albert Einstein (1879-1955) estabelecia a relação entre matéria e energia e que a velocidade da luz era uma constante; apenas para citar alguns desenvolvimentos de maior destaque.

De forma semelhante, a nova **astrofísica** também caminhava a passos largos. Segundo o astrônomo Arthur Eddington (1882-1944), os estudos sobre os átomos levavam a grandes conhecimentos sobre as estrelas, enquanto muito sobre os átomos foi obtido a partir das estrelas. Surgiram estudos tanto sobre a atmosfera como sobre o interior das estrelas, possibilitados pela análise das linhas espectrais (**espectro, espectroscopia**); Henry N. Russell (1877-1957) e Ejnar Hertzsprung (1873-1967) descobriram uma relação entre propriedades observacionais de estrelas que se tornou instrumental para o estudo da evolução estelar; começaram a aparecer pesquisas sobre regiões além da **Via Láctea**, denominadas **extragalácticas**; eram desenvolvidas pesquisas sobre **raios cósmicos**, partículas que transitavam pelo espaço, e sobre a origem e a formação do universo, entre tantas outras.

Na realidade, a **astrofísica** se desenvolvia à parte dos espaços tradicionais da astronomia. O próprio diretor do Observatório de Archenhold, em Berlim, Dieter Herrmann (1939-), escreveu que “quase todos os fundadores do novo ramo da astronomia não eram astrônomos, eram na maioria jovens físicos que estavam completamente fora da tradição da astronomia clássica” (Herrmann, 1973: 70). Um levantamento feito por ele mostra que por volta de 1895, quando já havia enorme quantidade de trabalhos sobre **astrofísica**, a principal revista em astrono-

mia — *Astronomische Nachrichten* — tinha apenas 6% de seus trabalhos nessa área (Hermann, 1973: 70). Alguns historiadores da ciência relacionam essa resistência dos astrônomos acostumados à astronomia de posição à liderança dos EUA na **astrofísica**, visto que os americanos não tinham posição consolidada na astronomia tradicional. Mas o Observatório de Paris, instituição líder nos estudos da astronomia de posição, se uniu em 1926 ao Observatório de Meudon, criado em 1876, tornando-se um dos primeiros centros de **astrofísica** na Europa, propiciando que a França unisse a tradição da astronomia de posição à nova **astrofísica**.

No Brasil, as novas teorias e descobertas cativavam principalmente os jovens professores e alunos das escolas polítécnicas. Alguns nomes de destaque deste grupo são Manoel Amoroso Costa (1885-1928), Roberto Marinho de Azevedo (1878-1962), Theodoro Ramos (1874-1937) e Felipe dos Santos Reis, entre outros. Por vezes, havia clara intenção de rivalizar e polemizar com os professores ligados às concepções mais tradicionais de ciência, com o objetivo de marcar uma diferenciação. Em vários relatos, os adeptos das novas ideias fizeram questão de registrar que aquele era um conflito de gerações, e que eles se opunham ao pensamento positivista.

Porém, não eram só as novas teorias que se contrapunham aos conceitos científicos apresentados por Comte. Havia também uma compreensão distinta do próprio papel da ciência na sociedade. Se para o **positivismo** uma das grandes virtudes da ciência moderna era a sua utilidade para a sociedade, as novas descobertas não possuíam, pelo menos em princípio, nenhum sentido prático. Para que serviriam o conhecimento da constituição do átomo, do processo de emissão e absorção de partículas, ou mesmo da exótica teoria da relatividade? Assim, se até então o discurso hegemônico na academia era o da utilidade da ciência e do seu direcionamento para o desenvolvimento do país, a partir daquele momento os novos professores lançavam a bandeira da ciência pura e desinteressada. Para eles, a ciência não deveria ser vista apenas como meio para o progresso social e econômico, mas também como fonte de conhecimento e um meio de dar respostas à natural curiosidade humana. Defendiam a ciência pela ciência, e não pelos benefícios que esta poderia trazer para a sociedade.

Na abertura de uma palestra do matemático francês Émile Borel (1871-1956) sobre a teoria da relatividade, na Academia Brasileira de Ciências (ABC), seu presidente, o já citado Henrique Morize, de forma conciliadora tentou justificar a realização da sessão sobre tema tão abstrato:

toda a verdade, mesmo a mais abstrata, vem, depois de decorridos tempos mais ou menos longos, a fornecer aplicações diretas, que contribuem ao bem-estar da humanidade (Morize, 1922: 2).

O discurso em prol da ciência pura vinha acompanhado de demanda por novos espaços para a pesquisa, como as faculdades de ciências ou mesmo as universidades, visto que as escolas profissionais, como as politécnicas, tinham uma vocação eminentemente utilitária. Nessa reivindicação por espaços apropriados para o desenvolvimento da ciência pura estava embutida a demanda por mais tempo para desenvolver as pesquisas, em contraposição a uma dedicação praticamente exclusiva ao ensino, e uma remuneração adequada que dispensasse o professor de ter outras atividades como os escritórios de engenharia ou os consultórios médicos.

Em 1920 foi criada a Universidade do Rio de Janeiro (atual Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ), reunindo as três instituições tradicionais de ensino — Faculdade de Direito, Escola de Medicina e EP — e mantendo a autonomia e as características originais de cada uma delas. Esta iniciativa certamente não respondeu aos anseios daquele grupo por um espaço para o desenvolvimento da ciência pura. Dois grandes defensores dessa ideia foram o matemático e astrônomo Manoel Amoroso Costa e o fisiologista Miguel Ozório de Almeida (1890-1952). Este último comentou numa reunião da Associação Brasileira de Educação (ABE), em 1927, que

tinha pensado resolver este problema, desenvolvendo o estudo das ciências básicas no curso das atuais escolas superiores, mas que a prática mostrou ser impossível o desenvolvimento da pesquisa científica nestas escolas profissionais (ABE, 1927).

No caso específico da astronomia, além das escolas politécnicas, havia os observatórios que, como vimos anteriormente, estavam vinculados às demandas de serviços baseados na astronomia tradicional. Sobre o ON, a instituição mais destacada em astronomia no Brasil, Muniz Barreto comenta sobre o dinâmico diretor Henrique Morize:

Embora ele fosse um físico por formação, e por vocação, e se note que, volta e meia, em seus escritos, ele faça menção à Astrofísica, com um sentimento quase de gula, Morize deu ênfase quase total às linhas tradicionais da Astronomia Fundamental, ampliando-as com as novas possibilidades instrumentais da nova sede em São Cristóvão (Muniz Barreto, 1987: 194).

Ainda lastimando a carência de astrônomos dedicados à **astrofísica** no Brasil no início do século 20, Muniz Barreto afirma que

É possível mesmo que, neste país e naquela época (1937), só ele [Domingos Costa¹] tivesse possibilidade de fazer Astrofísica, que alguns anos antes, para uns poucos positivistas ferrenhamente ortodoxos, nem era uma ciência (Muniz Barreto, 1987: 202).

Retornando às causas que levaram ao afastamento progressivo do meio científico brasileiro do **positivismo**, um segundo elemento foi o surgimento da Igreja Positivista, e sua postura dogmática e excluente. Comte entendia que a ciência, pelo seu poder explicativo e sua capacidade de produzir verdades, poderia tomar o lugar da religião para dar respostas aos anseios humanos. Em sua obra “Sistema de Política Positiva”, propôs a criação do Apostolado da Humanidade, com características semelhantes a de uma ordem religiosa. Em 1848, Comte criou a Sociedade Positivista de Paris, com um calendário próprio, um catecismo religioso e um culto ao novo Deus, que seria a própria deificação da humanidade. Após sua morte, em 1857, a Igreja Positivista passou a ser liderada por seu discípulo Pierre Laffitte (1823-1903).

No Brasil, os estudantes Miguel Lemos (1854-1917) e Raimundo Teixeira Mendes (1855-1927) criaram em 1881 o Apostolado Positivista do Brasil, ou Igreja Positivista do Brasil (Figura 2), à semelhança da Sociedade Positivista de Paris. Eles seguiam de forma cada vez mais literal a proposta filosófica de Comte sobre a religião universal ou religião da humanidade, estudando suas obras com o mesmo fervor religioso que se estudava os ensinamentos da Bíblia.



Figura 2. Interior da Igreja Positivista do Brasil, no Rio de Janeiro. No altar-mor encontra-se a imagem de Auguste Comte e, nas laterais, os bustos de 13 grandes personagens da história da humanidade (Foto Augusto Malta, Acervo da Biblioteca Nacional)

¹ Domingos Fernandes da Costa (1882-1956), importante astrônomo do ON, onde trabalhou de 1909 a 1956. Foi autor do projeto de um observatório de montanha na serra da Bocaina, cuja concretização foi prejudicada pelo início da II Guerra Mundial.

Um exemplo ilustrativo desse dogmatismo foi a reação a uma tentativa de um grupo de intelectuais de criar, já em 1880, uma universidade no Rio de Janeiro. Porém, a Igreja Positivista foi totalmente contrária, considerando que isso seria um retrocesso, pois “praticamente nada mais há para ser pesquisado”. Para eles, Comte já havia feito a síntese final, e esse novo espaço acadêmico serviria apenas às especulações filosóficas e ao interesse do imperador Pedro II. Conforme consta em seu manifesto,

O Brasil possui uma quantidade de escolas superiores mais que suficiente para prover as necessidades profissionais e a criação de uma universidade não trará outro resultado que dar mais espaço às pretensões deploráveis pedantocráticas da nossa burguesia, a qual abandona outras profissões igualmente úteis e honrosas para se preocupar a não ser em conseguir um diploma qualquer (Lins, 1964: 586).

A Igreja Positivista também repelia fortemente aqueles que, questionando alguns dos pontos contidos na obra de Comte, tentavam acompanhar os novos conceitos científicos. A ideia de mudança, característica da ciência, era, pois, antagônica ao pensamento canônico de uma bíblia, em que se tornaram as obras do filósofo francês. Certa vez, o líder do Apostolado, Miguel Lemos, expressou indignação com a atitude do catedrático de química da EP do Rio de Janeiro e membro dedicado da Igreja Positivista, Álvaro Joaquim de Oliveira, quando, em 1882, lançou críticas contra a teoria do atomismo de John Dalton, que considerava que os átomos eram as partículas elementares da matéria e que não podiam ser subdivididas. Segundo Lemos, Álvaro de Oliveira era especialista pedantocrata, pois pertencia “ao mundo daqueles que acreditam haja a ciência avançado depois de Auguste Comte, devendo incorporar-se à obra do filósofo as novas pesquisas e descobertas” (Lins, 1964: 601).

E, de fato, o grupo dos que Lemos chamava de pedantocratas tendia a aumentar cada vez mais. Alguns anos mais tarde, em 1898, Otto de Alencar Silva (1874-1912) também professor da EP do Rio de Janeiro, que frequentou por anos o Apostolado Positivista, rompeu com o **positivismo** e publicou o artigo “Alguns erros da Matemática na Síntese de Auguste Comte” na *Revista da Escola Politécnica*, merecendo elogios de Amoroso Costa pela sua coragem e pela iniciativa que ele considerava que marcava o início do movimento contra o **positivismo**.

Outro adepto do **positivismo**, o professor de mecânica racional da EP do Rio de Janeiro, Licínio Atanásio Cardoso (1852-1926), escreveu certa vez:

... o vulto potente de Auguste Comte inspira-me grandíssimo respeito, mas na minha qualidade de humílimo professor que sou, não posso ensinar o contrário

do que penso... Também não julgo imprudente apontar-se o engano em que por ventura tenha caído o gênio: errar é tributo dos homens. Errou Aristóteles, errou Descartes e insânia é julgar infalível quem quer que seja (Lins, 1964: 258).

A visita de Einstein

Um marco importante neste período de tensão entre o pensamento positivista utilitário e as novas ideias científicas que alimentavam o pensamento da ciência pura no Brasil, foi a visita de Einstein em 1925. Einstein era um caso típico de um físico cujos trabalhos tiveram grande influência na nova astronomia. Um deles foi o chamado efeito fotoelétrico, que mostrava que a luz poderia se comportar como onda ou como partícula. Até então, a astronomia utilizava o conceito de éter, um meio que nunca havia sido provado experimentalmente, mas que servia para explicar como as ondas luminosas se propagam no espaço, visto que era sabido que estas precisavam de um meio para se propagar. A partir do momento em que a luz podia ser entendida também como feixe de partículas, a existência do éter podia ser finalmente aposentada.

Outro conceito importante foi expresso na teoria da relatividade restrita, onde ele mostrava que a velocidade da luz era uma constante e o tempo é que era relativo ao movimento, originando erradamente sua identificação com a ideia de relativismo. Já na teoria da relatividade geral, ele mostrou que a massa dos corpos deforma o universo em torno deles. Isso explicava o avanço do periélio de Mercúrio², fenômeno que consistia numa pequena alteração na órbita de Mercúrio, no ponto em que ele se encontrava mais próximo do Sol, e que intrigava os astrônomos já há muitos anos. Os cálculos de Einstein mostraram que a alteração na órbita do planeta coincidia com a deformação causada no espaço pelo Sol. Posteriormente, durante eclipse total do Sol ocorrido em 19 de maio de 1919, essa deformação também foi verificada através da observação da posição aparente de estrelas cujos raios de luz passavam próximo ao Sol, e comparando com a posição das mesmas estrelas quando sua luz passava distante do Sol. Foi comprovada assim a deflexão (desvio) da luz³ prevista por Einstein. Este eclipse foi observado no Golfo da Guiné, no leste da África, e na cidade de Sobral, CE. Einstein propôs ainda a existência de uma “constante cosmológica” (ver o Capítulo “Cosmologia teórica” no

² Um dos **testes clássicos** da teoria da relatividade geral.

³ Fenômeno chamado também “efeito Einstein” que constitui outro **teste clássico** da teoria da relatividade geral.

Volume II), que ajudaria a explicar a evolução do universo, mas que foi posteriormente abandonada pelos astrônomos (ainda que atualmente discute-se se, de fato, estava correta).

A fama de Einstein para além do meio científico se iniciou em outubro de 1919, quando, numa sessão conjunta da Real Sociedade de Ciências e da Real Sociedade Astronômica da Inglaterra, foi divulgado de forma bombástica o resultado das observações feitas durante o eclipse, que comprovava sua teoria. Os jornais estamparam grandes manchetes informando que as ideias de Newton haviam sido derrubadas pela nova teoria da relatividade. Eles falavam de conceitos estranhos e inusitados: o universo é curvo, a luz pode fazer um desvio em sua trajetória no espaço, a velocidade da luz é uma constante, entre outras tantas informações, traduzidas na máxima: “tudo é relativo”.

Einstein foi muito atacado e criticado, às vezes devido às suas posições políticas em favor do pacifismo e da união da Europa, expressas durante a I Guerra Mundial, e um crescente antisemitismo na Alemanha, outras vezes em razão de suas ideias científicas ou a ambas, o que ele mesmo denominou de Campanha Antirrelatividade.

No Brasil, por causa do grande interesse popular e mesmo do meio científico para entender do que se tratava a exótica teoria, Amoroso Costa publicou um artigo (Costa, 1919) em *O Jornal*, periódico de grande circulação, fez conferência na EP e publicou, em 1922, o livro “Introdução à Theoria da Relatividade” (Costa, 1922). Porém, antes mesmo desse grande interesse popular, alguns professores brasileiros já vinham estudando o tema, como Roberto Marinho de Azevedo, que publicou na *Revista de Sciencias*, da ABC, um artigo em duas partes intitulado “O Princípio da Relatividade” (Azevedo, 1920). Também o diretor do ON, Henrique Morize, se apressou em publicar um artigo sobre a expedição para a observação do eclipse em Sobral, CE, que obteve importante apoio de infraestrutura do Observatório brasileiro, que por sua vez, visava estudar algumas características da coroa solar (Morize, 1920).

No Brasil, as teorias de Einstein se chocavam com os princípios e dogmas do pensamento positivista. O primeiro deles era o próprio conceito de relatividade. Apesar de o Princípio da Relatividade – o movimento é relativo ao observador – ter sido proposto 300 anos antes por Galileu Galilei (1564-1636), e aceito amplamente, agora Einstein indicava que um dos elementos mais básicos da estrutura do conhecimento — o tempo — também era relativo ao observador. Outro problema era com relação ao método utilizado, pois diferentemente de um processo baseado na observação ou na experimentação — base do método científico segundo Comte — a relatividade tinha sido concebida através do mé-

todo dedutivo, e tratava de conceitos distantes da realidade humana, que não poderiam ser facilmente verificados ou medidos. Também havia o problema de lidar com entidades abstratas, distantes da concretude demandada pelo **positivismo** e, como já foi mencionado, sem aparentemente nenhuma utilidade prática possível. Por fim, havia o próprio aspecto simbólico, pois a relatividade representava mudanças na ciência. Ela indicava que a obra de Comte não só não estava acabada, mas, em muitos casos, estava incorreta.

A vinda de Einstein à América do Sul havia sido promovida por cientistas e por membros da comunidade judaica na Argentina. Os primeiros estavam interessados na realização de um ciclo de palestras sobre a teoria da relatividade, enquanto o segundo grupo estava preocupado em fortalecer a imagem dos judeus perante a sociedade argentina. Foi um processo de discussão e negociação iniciado em 1922 e que perdurou por três anos, ao qual o Brasil se integrou já tardivamente e por iniciativa do então rabino da comunidade judaica no Rio de Janeiro, Isaiah Raffalovich (1870-1956).

Apesar de eventuais desconfianças sobre as novas teorias, Einstein era indiscutivelmente um renomado cientista, ganhador do prêmio Nobel, uma personalidade reconhecida internacionalmente e recebido por reis e presidentes. Assim, independentemente de quão estranhas suas ideias pudessem parecer, era uma grande honra para todos poder recebê-lo. E certamente esta tarefa caberia principalmente aos diretores e presidentes de instituições de ensino, engenheiros responsáveis pelas grandes obras e homens ligados à política.

Amoroso Costa, uma dos cientistas que certamente teria interesse em ouvir as palestras de Einstein, se encontrava na França fazendo um curso na Universidade de Paris, e Theodoro Ramos havia se transferido para a EP de São Paulo. Uma das poucas pessoas com real interesse, ou que havia publicado algo sobre a relatividade e que teve oportunidade de dialogar com Einstein, foi Roberto Marinho de Azevedo.

Einstein esteve duas vezes no Brasil. Inicialmente, em março de 1925, quando o navio que o transportava à Argentina parou no porto do Rio de Janeiro. Ele foi recebido por grande comitiva de professores e membros da comunidade judaica, visitou o Jardim Botânico, passeou pela cidade e almoçou no Hotel Copacabana Palace. Posteriormente, quando de seu retorno da estada de um mês e meio na Argentina e Uruguai, passou uma semana no Rio de Janeiro, em maio daquele ano, dando palestras, sendo recebido por autoridades políticas e diplomáticas, visitando instituições judaicas e alemãs, e passeando um pouco, sempre sob o olhar atento da imprensa. Em termos científicos, ele visitou importantes instituições como o ON (Figura 3), o Instituto Oswaldo Cruz, o

Museu Nacional (MN) e o Hospital dos Allienados, deu duas palestras sobre a teoria da relatividade, uma no Clube de Engenharia e outra na EP do Rio de Janeiro, e foi homenageado na ABC, onde deu uma palestra sobre o estágio em que se encontravam as pesquisas relacionadas à constituição da luz.



Figura 3. Einstein em visita ao ON, em maio de 1925
(Acervo MAST)

A presença de Einstein no Rio de Janeiro suscitou inúmeros comentários sobre a questão da ciência pura, um tema latente no âmbito da comunidade científica local. Segundo *O Jornal* de 8 de maio de 1925, o acadêmico Mário Ramos, ao saudar Einstein na recepção na ABC disse que aquelas eram “palavras de homenagem de novos cientistas de outra banda, onde o ambiente ainda não é tão favorável às especulações da ciência pura”. No mesmo número daquele noticiário, de forma semelhante, Assis Chateaubriand, dono d’*O Jornal*, assim apresentou a ideia de Einstein sobre o assunto:

O estudo desinteressado da ciência pura quase não existe. Os professores não devem, na maioria dos casos, as suas energias, a sua força intelectual, o seu tempo, exclusivamente à investigação científica, coisa que Einstein nos recomenda, como indispensável ao progresso e à independência espiritual da nação.

De forma geral, Einstein foi muito bem recebido nos meios acadêmico e judaico. E mesmo em espaços onde ele tinha algum receio, como o encontro com os membros da comunidade alemã no Clube Germania, ou na recepção promovida pelo embaixador alemão, esteve muito à vontade. Também os jornais não pouparam adjetivos e elogios tanto sobre seu jeito simples e simpático, como sobre suas características intelectuais. *O Jornal* o caracterizou como “um gênio com uma parcela de divindade”.

Porém, alguns professores aproveitaram também para registrar em artigos nos jornais suas críticas à nova teoria. De forma geral, estas não se concentravam nos conceitos científicos *stricto sensu*, mas na forma de entender a ciência. O contra-almirante português Gago Coutinho (1869-1959), uma espécie de herói nacional por ter feito a primeira travessia aérea do Atlântico, fez uso de sua autoridade para, inspirado na ideia do Apostolado Positivista, se contrapor ao que ele chamou de “fanáticos da religião relativista”. Ele inicia seu artigo da seguinte forma:

A Teoria da Relatividade, como o seu criador, o conceituado professor A. Einstein, tem sido muito atacada. E, decerto, um tanto por ser uma concepção alemã. Mas, na verdade aquela Teoria é nebulosa e paradoxal, e, apesar das suas pretensões à simplificação, resulta em uma complicação que repugna aos cérebros educados na Ciência Antiga (Coutinho, 1925:1).

Outra pessoa a se manifestar foi o jurista Pontes de Miranda (1892-1979) que, inspirado no **positivismo**, pretendia aplicar a exatidão matemática na área jurídica, e havia publicado a obra “Sistema de Ciência Positiva do Direito”. Na realidade, sua crítica tinha caráter mais filosófico, discutindo a concepção de real e a abstração nos conceitos de espaço, tempo e matéria na teoria da relatividade. O artigo mereceu resposta do próprio Einstein numa cerimônia oferecida pelo embaixador alemão em sua última noite na cidade.

Porém, o artigo que mais suscitou controvérsia foi o do professor da EP, Licínio Cardoso, intitulado “Relatividade Imaginária”, onde ele escreveu:

... o professor Einstein confundindo os pontos de vista abstrato e concreto, toma por objetivo o que é subjetivo e vice-versa, e não distingue entre ciência abstrata e relações particulares das existências concretas, conforme já deixei referido (Cardoso, 1925:1).

Licínio Cardoso apresentou depois seu artigo numa sessão da ABC, desencadeando um debate que envolveu vários acadêmicos como Adalberto Menezes de Oliveira (1883-1973), Álvaro Alberto da Motta e Silva (1889-1976)

e Ignácio Azevedo do Amaral (1889-1950) e se prolongou por várias sessões. Posteriormente, Roberto Marinho de Azevedo também publicou um artigo na *Revista de Ciencias da Academia*, intitulado “Respostas a algumas questões levantadas entre nós contra a Teoria da Relatividade”, onde respondia às críticas feitas por Licínio Cardoso.

Na verdade, as críticas levantadas contra a relatividade pelos adeptos do **positivismo** refletiam sobretudo o incômodo de lidar com conceitos muito abstratos, com dimensões que extrapolam o universo vivencial humano e que, dificilmente, poderiam ser comprovadas experimentalmente. Havia ainda o problema da utilidade prática dos novos conceitos científicos, conforme já mencionado. O próprio Gago Coutinho escreveu que aquilo tudo era muito barulho por nada, pois para ele as deformações descobertas por Einstein no tempo e no espaço eram “na vida prática absolutamente insignificantes” (Coutinho, 1925:1).

A visita de Einstein não chegou a mudar a forma de pensar que estava ainda bastante arraigada em vários acadêmicos, mas foi importante para colocar o meio científico brasileiro em contato mais direto com as novas ideias, que estavam até então restritas a um pequeno grupo de acadêmicos. A história mostrou que Amoroso Costa e Miguel Ozório de Almeida estavam corretos quando afirmavam que eram necessários novos espaços para o desenvolvimento das novas ideias científicas. A nova física e astronomia encontraram espaço para se desenvolver nos seus primeiros anos na USP, criada em 1934, tendo Theodoro Ramos à frente de sua Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras (FFCL)⁴, e na Universidade do Distrito Federal (UDF)⁵, constituída em 1935, cuja direção da Faculdade de Ciências ficou a cargo de Roberto Marinho de Azevedo – certamente, não por acaso, dois professores interessados nas novas ideias da ciência. Evidentemente, ao longo dos anos as instituições mais tradicionais também foram se adaptando às novas concepções científicas se envolvendo com elas, e dando importantes contribuições nestes novos campos do saber.

Mesmo após o abandono do **positivismo** como texto científico ou como, quanto ideologia ou crença religiosa, a ciência continua, em muitos momentos, sendo valorizada pela sua utilidade, seja para o desenvolvimento econômico-industrial, seja para o bem-estar da população.

⁴ Ver “Mário Schenberg, pioneiro da astrofísica teórica brasileira” no Capítulo “Astrofísica” neste Volume e o Capítulo “Pesquisas em raios cósmicos” no Volume II.

⁵ A UDF foi criada no Rio de Janeiro em 1935 por decreto municipal e iniciativa do educador Anísio Teixeira (1900-1971), mas foi extinta em 1939 por decreto federal, na vigência do Estado Novo (<http://www.fe.ufrj.br/proedes/arquivo/udf.htm>, acesso em 14/3/14).

Também a previsão de Henrique Morize se mostrou verdadeira: os novos conceitos científicos, e em particular astronômicos, terminaram por mostrar sua utilidade, como no caso dos satélites artificiais, acurados pela teoria da relatividade geral, e fundamentais nos sistemas de comunicação e localização no mundo contemporâneo.

Referências

- ABE (1927), *Ata da 1^a Seção do Ensino Técnico e Superior*, Rio de Janeiro: ABE.
- Azevedo, Roberto Marinho de (1920), “O Princípio da Relatividade”, *Revista de Ciências*, 4, 1, 12-24 e 45-53.
- Cardoso, Licínio (1925), “Relatividade Imaginária”, *O Jornal*, Rio de Janeiro, 16 de maio, 1.
- Comte, Auguste (1844), *Traité philosophique d'astronomie populaire*, Paris: Cari-lan-Goeury et Dalmont Éditions.
- Comte, Auguste (1893), *La philosophie astronomique et la philosophie de la physique*, Cours de philosophie positive, Tome II, 5^{ème} édition, Paris: La Société Positiviste.
- Costa, Manoel Amoroso (1919), “A Teoria de Einstein”, *O Jornal*, Rio de Janeiro, 12 de novembro.
- Costa, Manoel Amoroso (1922), *Introdução à Teoria da Relatividade*, Rio de Janeiro: Livraria Científico Brasileira.
- Coutinho, Gago (1925), “Nada provou até agora a intervenção da Luz nos phenomenos mecanicos”, *O Jornal*, Rio de Janeiro, 6 de maio, 1-2.
- Hermann, Dieter B. (1973), *The history of astronomy from Herschel to Hertzsprung*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Lins, Ivan (1964), *História do Positivismo no Brasil*, Coleção Brasiliiana, Vol. 322, São Paulo: Companhia Editora Nacional.
- Morize, Henrique (1920), “Resultados obtidos pela Comissão brasileira do Eclipse de 29 de maio de 1919”, *Revista de Ciencias*, 4, 1, 65-81.
- Morize, Henrique (1922), Discurso de abertura da sessão comemorativa do 1º Centenário da Independência do Brasil, *Revista de Ciencias*, 2-4.
- Muniz Barreto, Luis (1987), *Observatório Nacional: 160 anos de história*, Rio de Janeiro: ON.

Sugestões de leitura adicional

Dantes, Maria Amélia (1986), “Os positivistas brasileiros e as ciências no final do século XIX”, 49-64, in A. I. Hamburguer, M. A. Dantes, M. Paty e P. Petitjean (Orgs.), *A ciência nas relações Brasil-França (1850-1950)*, São Paulo: Edusp/Fapesp.

Morais, Abrahão de (1994), “A Astronomia no Brasil”, 99-189, in Fernando Azevedo (Org.), *As ciências no Brasil*, 2^a edição, Rio de Janeiro: Editora da UFRJ.

Moreira, Ildeu C. (1995), “A recepção das ideias da relatividade no Brasil”, 177-206, in Ildeu C. Moreira e Antonio Augusto P. Videira (Orgs.), *Einstein e o Brasil*, Rio de Janeiro: Editora da UFRJ.

Paty, Michel (1996), “A recepção da Relatividade no Brasil e a influência das tradições científicas europeias”, 143-182, in A. I. Hamburguer, M. A. Dantes, M. Paty e P. Petitjean (Orgs.), *A ciência nas relações Brasil-França (1850-1950)*, São Paulo: Edusp/Fapesp.

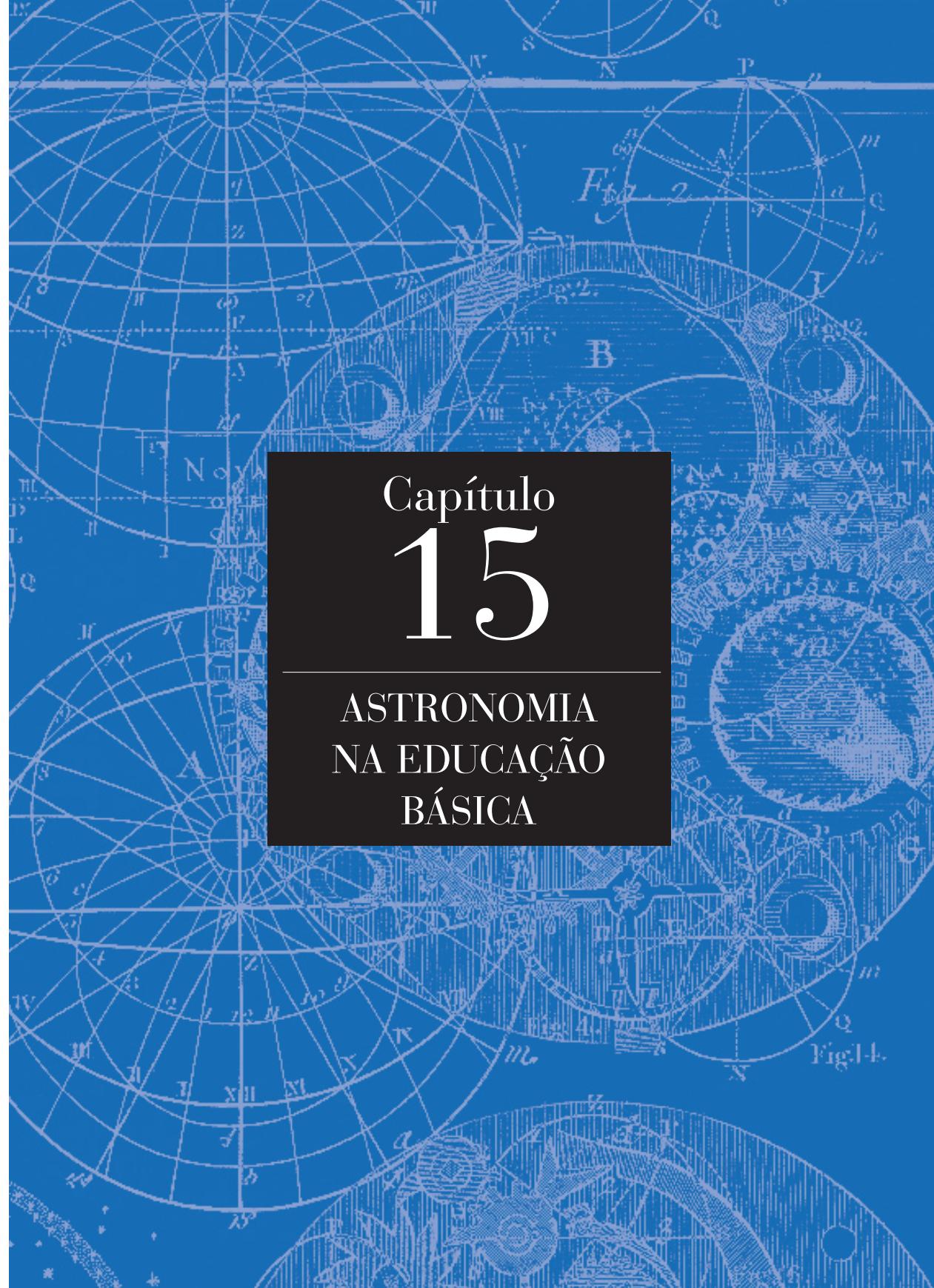
Tolmasquim, Alfredo Tiomno (1996), “Constituição e diferenciação do meio científico brasileiro no contexto da visita de Einstein em 1925”, *Estudios Interdisciplinarios de América Latina y Caribe*, 7, 25-43.

Tolmasquim, Alfredo Tiomno (2003), *Einstein, o viajante da relatividade na América do Sul*, Rio de Janeiro: Vieira & Lent.

Tolmasquim, Alfredo Tiomno (2012), Science and Ideology in Einstein's Visit to South America, 117-133, in Christoph Lehner, Jürgen Renn and Matthias Schemmel (Orgs.), *Einstein and the Changing Worldviews of Physics*, Berlim: Birkhäuser.

Capítulo 15

ASTRONOMIA
NA EDUCAÇÃO
BÁSICA



O ensino de astronomia no Brasil colonial, os programas do Colégio Pedro II, os Parâmetros Curriculares Nacionais e a formação de professores

Cristina Leite (IF/USP)

Paulo Sergio Bretones (UFSCar)

Rodolfo Langhi (UNESP/Bauru)

Sérgio Mascarello Bisch (UFES)

O presente texto busca dar uma visão panorâmica sobre o ensino básico de astronomia no Brasil colonial, especialmente sobre o papel preponderante desempenhado pelos jesuítas durante esse período; abordar as diversas reformas e mudanças que se sucederam, de 1850 a 1950, nos programas para a escola secundária brasileira com relação aos conteúdos de astronomia e às disciplinas onde os mesmos compareciam, balizados pelos programas do Colégio Pedro II; apresentar, sucintamente, a proposta didática com relação ao ensino de astronomia formulada nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), surgida ao fim dos anos 1990, e apresentar relato sobre a evolução recente das concepções e pesquisas sobre a formação de professores da educação básica para o ensino de astronomia, bem como sobre as oportunidades atualmente existentes para a formação de docentes desse nível de ensino nessa área.

Os jesuítas e o ensino de astronomia no Brasil colonial

As primeiras referências ao ensino de astronomia no Brasil no período colonial estão ligadas aos jesuítas, membros da Companhia de Jesus, fundada em 1534 por Inácio de Loyola.

A primeira escola primária, chamada “escola de ler e escrever”, foi fundada em Salvador, BA, em 1549, pelo padre Manuel da Nóbrega, que desembarcara com a armada de Tomé de Souza.

Os jesuítas foram responsáveis pela educação dos filhos dos senhores de engenho, dos colonos, dos índios e dos escravos e, em poucos anos, cobriram o território com missões e escolas (Piletti, 1996). Mesmo estando espalhados pelo Brasil, segundo Romanelli (1995),

a obra e catequese, que, em princípio constituía o objetivo principal da presença da Companhia de Jesus no Brasil, acabou gradativamente cedendo lugar, em importância, à educação da elite.

Contudo, conforme explicam Romanelli (1995) e Azevedo (1953: 24), os padres estavam envolvidos na Contrarreforma e desenvolviam abordagens educacionais mais dedicadas a atividades literárias e com pouco interesse pela ciência. Mesmo assim, pode-se fazer análise do plano completo dos estudos ministrados pela Companhia de Jesus, que era a chamada *Ratio Studiorum*, na qual eram oferecidos, além das aulas de ler e escrever, os cursos de Letras Humanas, em cinco ou seis anos, filosofia e ciências, em três anos, e teologia e ciências sagradas. O curso de filosofia e ciências, considerado de nível secundário, compreendia estudos de lógica, metafísica, moral, matemática e ciências físicas e naturais, com duração que chegava a três anos. Já o curso de teologia e ciências sagradas, de nível superior, era destinado principalmente à formação de sacerdotes (Toyshima, 2011).

Na tentativa de um olhar mais específico para conteúdos de astronomia, Paiva (1981), Correr (2006) e Cobra (2011) explicam os três anos de filosofia e ciências, onde se encontravam tais conteúdos. O primeiro dos três consistia de lógica baseada no sistema silogístico derivado de Aristóteles e filosofia moral. O estudo de física, matemática e astronomia preenchia o segundo ano, mas as ciências então estudadas não iam muito além das teorias de Aristóteles, reelaboradas e desenvolvidas pelos comentaristas medievais. Somente em matemática e astronomia traziam os mestres alguns dos avanços mais recentes, segundo Cobra (2011). Vidal e Hilsdorf (2001)

mencionam que, no segundo ano, se estudava cosmologia e outras ciências e, no terceiro, teodiceia e ética, astrologia (astronomia) e matemáticas superiores. O terceiro ano consistia de metafísica, principalmente a filosofia de São Tomás de Aquino.

De maneira resumida, o Quadro 1 apresenta o plano de estudos ministrados pelos jesuítas, conforme os autores citados.

Estudos Inferiores	Letras Humanas	1º ano: gramática ínfima, 2º ano: gramática média, 3º ano: gramática suprema, 4º ano: humanidades (história e poesia), 5º ano: retórica.
Estudos Superiores	Filosofia	1º ano: lógica, metafísica geral e matemáticas elementares; 2º ano: cosmologia, ciências físicas e naturais e matemática; 3º ano: teodiceia e ética, astrologia e matemáticas superiores.
	Theologia	Em 4 anos: Teologia escolástica, Teologia Moral, Sagrada escritura, Hebreu.

Quadro 1. Plano de estudos dos jesuítas

Conforme explicado por Camenietzki (2011), a astrologia se dividia em judiciária e natural. A primeira emitia juízos sobre as coisas, era nefasta e mentirosa. A segunda era inocente, útil e importante para o conhecimento do mundo. Conforme o autor:

Pela Judiciária, os astrólogos diriam o que vai inevitavelmente ocorrer; pela Natural, eles diziam o que provavelmente vai ocorrer. A distinção acabou por tornar aceitável para os homens de Deus a ação do astrólogo nas cidades, cortes e palácios, onde suas previsões se apresentavam mais como prognósticos do que como vaticínios. A eles cabia dizer a previsão meteorológica do ano, interpretar o significado de um eclipse ou da passagem de um cometa; dizer o destino provável de um recém-nascido, o sucesso de um matrimônio, prever a descendência de poderosos.

Mesmo tendo a legitimidade controvertida, muitos mestres lecionavam astrologia na “Aula da Esfera”, tecendo previamente algumas considerações justificadas de tal decisão, como explica Albuquerque (1974):

... na maioria dos casos os mestres dedicavam algumas lições à astrologia judiciária; ora, a legitimidade do recurso à Astrologia vinha sendo desde há muitos anos vivamente controvertida, pois ... muitos teólogos sustentavam que eram ilícitas todas as práticas astrológicas que colidissem com o livre arbítrio. Deste modo, quando um professor lecionava Astrologia na “aula da esfera”, em geral não se esquecia de tecer previamente algumas considerações justificadas de tal decisão ... (Albuquerque, 1974: 136).

Um exemplo de formação em conteúdos de astronomia e astrologia pode ser verificado na atuação do padre Antônio Vieira (1608-1697), conhecido pelos seus famosos sermões. Conforme Mourão (1999), Vieira nasceu em Lisboa e veio menino para o Brasil. Estudou no Colégio da Bahia e resolveu entrar para a Companhia de Jesus em 1623, sendo ordenado em 1634. Além de grande orador e escritor, em seus “Sermões, Cartas, Obras Várias” (Rodrigues, 2008), encontram-se inúmeras citações a cometas observados.

É importante lembrar, conforme aponta Mourão (1999), que o interesse de Vieira pelos cometas estava associado à crença de que eles eram avisos de Deus. Esta crença era comum entre os jesuítas, como mencionado por Albuquerque (1974). Ainda, conforme ressalta Mourão (1999):

... seria conveniente lembrar que Vieira, apesar de sua interpretação teológica dos cometas e outros eventos celestes, sempre condenou a astrologia, separando-a da observação científica ...

Para Carolino (2011), a astrologia, depois de muito tempo, foi perdendo o encanto e sua utilidade foi questionada e, no fim do século 16, fenômenos como o surgimento de cometas e de “estrelas novas” colocaram em dúvida o poder dos astros de influenciar a vida na Terra.

É importante considerar que existem poucos registros da atuação dos jesuítas no ensino de conteúdos de astronomia no Brasil colonial. Mesmo assim, com o material disponível, Silva (2008) alerta para a falta de pesquisas no que se refere às bibliotecas dos jesuítas que atuaram no Brasil.

No entanto, existem referências sobre a atuação dos jesuítas na literatura sobre a história da educação matemática e sobre alguns astrônomos jesuítas que para cá vieram.

Conforme explica Silva (2003), nos séculos 17 e 18 estiveram no Brasil vários matemáticos inacianos que anteriormente atuaram em Portugal, ministrando a chamada Aula da Esfera. Vieram para o Brasil para trabalhar como cartógrafos na determinação de latitudes e longitudes de grande parte do ter-

ritório brasileiro. Segundo Silva (2003), alguns deles se dedicaram ao ensino, outros não. Foi no Colégio de Santo Antão, em Lisboa, que a Companhia de Jesus abriu a primeira aula pública de matemática em Portugal, em 1590, a qual se destinava a dar formação aos pilotos marítimos. O ensino predominante era de cosmografia e aspectos práticos de uso dos instrumentos náuticos e astronômicos. Ali também eram ensinadas astrologia, arte de navegar, geografia e hidrografia. A Aula da Esfera era aula independente do curso geral ministrado pelo Colégio. Ver os Capítulos “Expedições europeias para o Brasil” e “Ensino superior de astronomia” neste Volume.

Neste sentido, esclarece Valente (2007) que o primeiro cosmógrafo-mor português foi Pedro Nunes, que traduziu a obra de Sacrobosco, o Tratado da Esfera (1233). Na obra, Sacrobosco expunha o sistema do mundo segundo Ptolomeu, que considerava a Terra como centro do universo. Para Valente (2007), a Aula da Esfera despertou interesse específico entre os jesuítas, não apenas pela difusão do conhecimento, mas pela necessidade de instruir convenientemente seus discípulos, a fim de que estes participassem das missões no Oriente e na África (Carvalho, 1985). Em vista do exposto, é razoável supor que os conteúdos de astronomia ensinados pelos jesuítas, tanto em Portugal como no Brasil, eram essencialmente de Astronomia de Posição, baseados no sistema ptolomaico, abordando orientação e coordenadas celestes com finalidade de determinação cartográfica e navegação pelo uso de instrumentos.

Tomando como exemplo os conteúdos dos cursos ministrados pelo padre Francisco da Costa, professor da Aula da Esfera no Colégio de Santo Antão entre 1595 e 1602, em Cosmografia eram abordados temas como: esfera do mundo, a **declinação** do Sol, **altura do polo**, eclipses, círculo equinocial, zodíaco, meridiano, trópico, movimentos dos céus, **constelações**, longitude e **declinação** das estrelas (Albuquerque, 1974). Na parte dedicada à astrologia, por sua vez, esse mesmo professor abordava o tratado astrológico dos cometas: seus movimentos, longitudes, latitudes e distâncias; os cometas como sinais ou causas de fomes, pestes ou guerras; como prognosticar pelos cometas; e os princípios da astrologia: os efeitos que costumam causar os planetas, os signos do zodíaco e, em particular, suas naturezas; a natureza e qualidade das estrelas mais importantes; a configuração celeste na concepção e no nascimento, o juízo que se formará acerca dos efeitos dos planetas na concepção da criança, algumas regras para o juízo das enfermidades.

Vários professores com formação em astronomia, tendo lecionado em Portugal, continuaram a praticá-la no Brasil. São vários os exemplos: Valentim

Estancel (1621-1705), Aloísio Conrado Pfeil (1638-1701), Domingos Capassi (1694-1736), Diogo Soares (1684-1748) e Inácio Szentmartonyi (1718-1793), conforme apontado por Moraes (1994). Valentim Estancel foi professor do Colégio da Bahia. Antes tinha sido professor de matemática nas universidades de Olmutz e de Praga. Em Portugal ensinou astronomia em Évora e depois na famosa Aula da Esfera do Colégio Santo Antão. Veio para o Brasil em 1663 e tornou-se conhecido pelos numerosos trabalhos que publicou, alguns dos quais foram comentados nas *Acta Eruditorum* de Leipzig e no *Journal des Savants* de Paris. Também há referência à observação do cometa de 1668 feita por Estancel nos *Principia Mathematica* de Newton.

Também o jesuíta Aloísio Conrado Pfeil, que veio para o Brasil em 1679, fez observações astronômicas para seus trabalhos cartográficos, observou um cometa em 1695 e ensinou matemática no Colégio do Pará.

Em 1729 vieram para o Brasil em missão científica, os padres Domingos Capassi e Diogo Soares, como “matemáticos e astrônomos régios”, nomeados por d. João V. Fizeram o primeiro levantamento das latitudes e longitudes de grande parte do Brasil. Segundo Silva (2003), Diogo Soares ensinara filosofia e humanidades durante quatro anos na Universidade de Évora. Fora professor de matemática, por quatro anos, ministrando a Aula da Esfera no Colégio de Santo Antão.

Ainda a convite de d. João V, vieram para o Brasil, em 1753, o italiano Giovanni Angelo Brunelli (1722-1804) e o croata Inácio Szentmartonyi. Os chamados “padres astrônomos” participaram da Expedição do Maranhão para demarcar os limites da Amazônia, entre as terras de Portugal e Espanha, estabelecidos pelo Tratado de Madri (Moura, 2008).

Ao retornar a Portugal, Brunelli foi nomeado professor de matemática do Real Colégio dos Nobres e posteriormente da Academia Real de Marinha (Moura, 2008). Szentmartonyi, que viera ao Pará como “astrônomo régio”, conforme explica Leite (1938: 168), “constitui-se professor de Matemática para os jesuítas mais novos”. Com a expulsão dos jesuítas, foi preso e enviado a Portugal e recebeu, pelos serviços prestados ao rei em Portugal e no Brasil, um cativeiro de 17 anos (Moura, 2008).

Há ainda outros, segundo menciona Silva (2003), como: Inácio Stafford, que fora professor de Cosmografia de 1630 a 1635 no Colégio de Santo Antão de Lisboa e esteve na Bahia no período de 1640 a 1641; Manuel do Amaral (1660-1698), que fora professor de matemática na Universidade de Coimbra, no período de 1686 a 1689 e viveu também no Maranhão; Jacobo Coccole (1628-1710), que em 1660 fora professor de matemática em Portugal, vindo para o Brasil como cartógrafo; Filipe Burel (1659-1709), que fora professor de matemática na Universidade de Coimbra e esteve também no Rio Grande do

Norte; João Brewer (1718-1789), que na década de 1750 foi professor de matemática na faculdade de matemática do Colégio de Salvador, Bahia.

Dentro desse ensino excessivamente literário e retórico, nota-se um aceno de instrução científica nas aulas de meteorologia, através da análise da *Ratio Studiorum*, conforme menciona Almeida Júnior (1980). Durante os meses de verão, na última hora da tarde, um professor observava e descrevia a geografia física do céu para seus alunos que faziam mapas e previsões de movimentos estelares. Para Almeida Júnior (1980: 46-47),

Naturalmente que não é suficiente, ainda que seja indispensável para formar uma ciência dita experimental, apenas obter dados mediante observação e levantar hipóteses ou suposições teóricas ... Também é necessário a experimentação prática e ordenada dessas hipóteses, através de modelos ou situações próximas da realidade, para se chegar a princípios e leis de caráter geral que relacionem os parâmetros observáveis e que possam ser deduzidos a partir de uns poucos axiomas fundamentais. Não obstante, embora estranhos à metodologia científica, os jesuítas nas suas aulas de astronomia ao ar livre, à tardinha, intuitivamente ensaiavam modesta ciência, mas bem mais ciência (no sentido experimental) do que muitos professores ulteriores que não desligam do giz e do quadro-negro.

Segundo vários autores, o sistema de ensino dos jesuítas certamente estava integrado na política de conquista, submissão e colonização. Sendo assim, a partir do momento em que começaram a agir de forma independente em relação a tal política, os padres jesuítas foram expulsos de Portugal e de suas colônias.

O marquês de Pombal (Sebastião José de Carvalho e Melo, 1699-1782), primeiro-ministro de Portugal entre 1750 e 1777, tomou várias medidas com vistas a centralizar a administração da colônia, de forma a controlá-la de maneira mais eficiente. Entrou em conflito com os jesuítas atribuindo-lhes intenções de se oporem ao controle do governo português. Em 1759, com sua linha de pensamento estreitamente vinculada ao enciclopedismo e declaradamente anticlerical, supriu as escolas jesuíticas de Portugal e de todos os seus domínios. Em seu lugar foram criadas aulas régias de Latim, Grego e Retórica que, nem de longe, chegaram a substituir o eficiente sistema de ensino organizado pela Companhia de Jesus.

A reforma de estudos que sucedeu a expulsão dos jesuítas em 1759 teve como objetivo explícito melhorar a qualidade do ensino, ao mesmo tempo em que afirmava pretender aumentar a quantidade de classes e professores. No entanto, o que aconteceu na realidade não foi bem isso, conforme lembra Chagas (1980), e acrescenta:

Pior é que, para substituir a monolítica organização da Companhia de Jesus, algo tão fluido se concebeu que, em última análise, nenhum sistema passou a existir (Chagas, 1980: 9).

Ao serem expulsos, os jesuítas mantinham 36 missões, escolas de ler e escrever em quase todas as povoações e aldeias por onde se espalhavam suas 25 residências, além de 18 estabelecimentos de ensino secundário, entre colégios e seminários, localizados nos pontos mais importantes do Brasil. Com a sua expulsão, inúmeras foram as dificuldades daí decorrentes para o sistema educacional. Da expulsão até as primeiras providências para a substituição dos educadores e do sistema jesuítico transcorreu um lapso de 13 anos. Segundo Romanelli (1995):

... com a expulsão desmantelou-se toda uma estrutura administrativa de ensino. A uniformidade da ação pedagógica, a perfeita transição de um nível escolar para outro, a graduação, foram substituídas pela diversificação das disciplinas isoladas. Leigos começaram a ser introduzidos no ensino e o Estado assumiu, pela primeira vez, os encargos da educação.

Mesmo assim, pondera Zotti (2005) que:

A educação provida pelos jesuítas foi predominante por praticamente todo o período colonial, estendendo-se sua influência também no Império. ... os pressupostos educacionais dos jesuítas perduram com as reformas pombalinas, pois “a formação humana, clássica e europeizante tem continuidade nas disciplinas isoladas [aulas régias], visto que a maioria dos professores eram padres formados nas escolas jesuíticas”.

O resultado da expulsão dos jesuítas para o ensino no Brasil é explicado por Chagas (1980):

No reino seria instalada uma longínqua e ausente Diretoria de Estudos que, em rigor, só começaria a operar após o afastamento de Pombal; na colônia imensa, uma *congérie* de aulas régias superintendidas pelo Vice-Rei. Cada aula régia constituía uma unidade de ensino, com professor único, instalada para determinada disciplina. Era autônoma e isolada, pois não se articulava com outras nem pertencia a qualquer escola. Não havia currículo, no sentido de um conjunto de estudos hierarquizados, nem a duração prefixada se condicionava ao desenvolvimento de qualquer matéria. O aluno se matriculava em tantas ‘aulas’ quantas fossem as disciplinas que desejasse. Para agravar esse quadro, os professores eram geralmente de baixo nível, porque improvisados e mal pagos, em contraste com o magistério dos jesuítas, cujo

preparo chegava ao requinte. Nomeados em regra por indicação ou sob concordância de bispos, tornavam-se ‘proprietários’ das respectivas aulas régias que lhes eram atribuídas, vitaliciamente, como sesmarias ou títulos de nobreza.

Mas os jesuítas mantiveram colégios para a formação de seus sacerdotes e seminários para a formação do clero secular. Formados nos seminários dirigidos pelos jesuítas, os padres seculares foram os continuadores de sua ação pedagógica. Essa massa de tios-padres e capelães de engenho foram também os mestres-escolas ou preceptores da aristocracia rural.

Segundo Piletti (1996), sabe-se da existência de algumas aulas régias de latim, em Pernambuco antes de 1777. Após isto, graças à criação de um imposto para o ensino, foram instituídas aulas de ler e escrever, gramática latina, retórica, língua grega e filosofia, em vários pontos do país. O Seminário de Olinda, instalado em 1800, tornou-se centro de difusão das ideias liberais, dando ênfase ao estudo das matemáticas e das ciências naturais. Ainda segundo Piletti (1996), o ensino secundário do seminário de Olinda tinha estrutura escolar em que as matérias apresentavam sequência lógica, os cursos tinham duração determinada, os estudantes eram reunidos em classes e trabalhavam de acordo com um plano de ensino estabelecido.

Entre a expulsão dos jesuítas em 1759 e a criação do Colégio Pedro II, pelo decreto de 1837, há um período histórico, marcado pela prática de aulas régias e existência de alguns seminários, cuja investigação — a partir de elementos como programas de ensino, livros utilizados e outros documentos que esclareçam melhor como foi o ensino de astronomia nesse período — não foi abrangida no presente trabalho. Na próxima seção apresentamos panorama das orientações para o ensino de conteúdos de astronomia no Brasil que vigoraram de 1850 a 1951, com base na sucessão de programas do Colégio Pedro II durante o período.

O ensino de astronomia conforme os programas do Colégio Pedro II (1850-1950)

O Colégio Pedro II, inaugurado nos tempos do Brasil império, em 1837, foi criado para servir de modelo para as demais escolas públicas e particulares do país, objetivando imprimir maior organicidade ao ensino secundário e superação da fragmentação existente nas aulas avulsas, como as aulas régias, então existentes nesse nível de ensino (Hosoume *et al.*, 2010; Haidar, 1972). Os programas de ensino do Colégio Pedro II tiveram influência sobre as escolas secundárias brasileiras até o fim do Império e início da República. Apenas na

chamada Reforma Capanema, iniciada em 1937, ele deixa de exercer a função de escola padrão, sendo que, ainda assim, os programas curriculares das reformas de ensino federais ocorridas em 1942 e 1951 foram elaborados pela sua Congregação e utilizados em todos os estabelecimentos públicos de ensino secundário da época (Hosoume *et al.*, 2010; Vechia e Lorenz, 1998).

Em sua obra intitulada “Programa de ensino da escola secundária brasileira: 1850-1951”, Vechia e Lorenz (1998), baseados numa análise de documentos históricos, apresentam uma coletânea de programas adotados pelo Colégio Pedro II ou expedidos pelo Ministério da Educação (MEC) que delineiam os conteúdos programáticos adotados pela escola secundária brasileira de 1850 a 1951, sendo que o último, de 1951, editado pelo governo federal, teve validade até 1961, quando a 1^a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), sancionada nesse ano, deu maior autonomia aos estados na elaboração de seus currículos, terminando a obrigatoriedade do currículo nacional (Vechia e Lorenz, 1998; Hosoume *et al.*, 2010).

Durante esse período, ocorreram 18 reformas educacionais, cujos correspondentes programas foram analisados por Hosoume *et al.* (2010) quanto à presença de conteúdos de astronomia e sua distribuição em disciplinas e séries do ensino secundário. Embora esses conteúdos tenham comparecido com maior frequência em física, geografia e cosmografia, a análise das autoras mostra que sua distribuição em disciplinas, nos diversos programas, foi bastante diversificada e apresentou grande variação ao longo da sucessão de reformas, conforme indicado no Quadro 2, indo desde total ausência, no programa de 1856, até forte presença, em várias disciplinas e ao longo de vários anos/séries, como no programa de 1898.

Programa	Ano/série	Disciplinas
1850	7º	Cosmographia e Chronologia, Physica e Chimica
1856	-	-
1858	5º/6º/7º	Physica
1862	1º/3º	Geographia
	4º	Geographia e Cosmographia
	5º	Noções de Physica e Chimica
1877	1º	El. Geographia e Arithmetica
	6º	Physica e Chimica, Cosmographia
1879	5º	Physica e Chimica, Cosmographia
1882	1º	Noções de Geographia
	3º	Geographia
	4º	Geographia e Cosmographia
	5º	Physica e Chimica

1892	1º	Geographia Physica e Astronomia
	2º/3º/4º	Geographia
	5º	Physica
1893	1º/2º/4º 5º	Geographia Physica
1898	1º	Geographia
	4º	Geographia
	5º	Physica e Chimica
	6º	Mecânica e Astronomia
	7º	Physica e Chimica
1912	1º/3º 5º/6º	Geographia Physica e Chimica
1915	1º/2º 4º	Geographia Physica e Chimica
1926	1º	Geographia
	4º	Physica
	5º	Cosmographia
1929	1º	Geographia
	4º	Physica
	5º	Cosmographia
1931	1ª	Geografia
	2ª	Ciências Físicas e Naturais
	4ª	Física
1942	1ªG	Geografia Geral
	1ªC	Geografia
	3ªC	Física
1951	1ªG	Geografia Geral
	1ªC	Geografia Geral
	3ªC	Física

Quadro 2. Disciplinas com conteúdos de astronomia nos programas do Colégio Pedro II, de 1850 a 1951. Na 2ª coluna das duas últimas linhas: G = ginásio e C = colegial
(Fonte: Hosoume et al., 2010: 195)

Pela reforma de 1931, conhecida como Reforma Campos, o ensino secundário foi dividido em dois graus, com a duração total de sete anos, sendo um curso fundamental de cinco anos, seguido de curso complementar ou pré-universitário de dois anos. O fundamental pretendia oferecer formação geral. O complementar pretendia adaptar os candidatos aos cursos superiores (Piletti, 1996). Com isso, a disciplina de cosmografia, com a geofísica, passou a ser oferecida apenas na primeira série do complementar para os

candidatos aos cursos de engenharia e arquitetura (Romanelli, 1995: 136), sendo os conteúdos da cosmografia incorporados à geografia (Sobreira, 2006: 61).

Quanto aos conteúdos em si, Hosoume *et al.* (2010) utilizaram sete grandes categorias de análise para classificá-los: 1. Observação da Superfície da Terra; 2. Fenômenos cíclicos; 3. Sistema Solar; 4. Terra; 5. Atração Gravitacional; 6. Universo e 7. História e Cultura, cada uma delas, por sua vez, subdividida em subcategorias mais específicas, conforme apresentado no Quadro 3, onde as células sombreadas representam a presença dos conteúdos.

Sistema Solar	Sistema Solar (geral)																		
	Planetas																		
	Sol																		
	Lua																		
	Meteoro, estrela cadente, bólido																		
	Satélites																		
	Cometas																		
Terra	Escala e/ou dimensões																		
	Orientação																		
	Localização no espaço																		
	Sistema de coordenadas																		
	Globo e/ou forma																		
Atração Gravitacional	Gravitação Universal																		
	Órbita planetas																		
	Leis de Newton																		
	Lei de Bode																		
	Leis de Kepler																		
Universo	O Universo																		
	Estrelas																		
	Constelação																		
	Constelação Zodiacal																		
	Nebulosas																		
História e Cultura	Modelos																		
	Origem e evolução da Terra																		
	Instrumentos Ópticos																		
	História da astronomia																		

Quadro 3. Presença da astronomia nos diferentes programas do Colégio Pedro II, 1850–1951
 (Fonte: Hosoume et al., 2010: 199)

Examinando os Quadros 2 e 3 é interessante notar que, exceto por presença nula ou pequena no período de 1856–1862, a astronomia esteve bastante presente nos programas nacionais até a Reforma Capanema (1942). No entanto, ao analisarmos a última reforma (1951), percebe-se que o conteúdo relativo à astronomia é desprezível, resumindo-se ao item “A Terra no espaço” em disciplinas de geografia, uma do curso ginásial e outra do colegial, e ao tópico gravitação, como um item da mecânica na disciplina de física do colegial.

Apesar dessas oscilações, nota-se que, na maioria dos programas, em especial aqueles que vigoraram no período de 1862 a 1942, ou seja, durante cerca de 80 anos, conteúdos ligados à astronomia apareceram com grande destaque. Isso também pode ser percebido ao se observar a vasta gama de temas associados à astronomia indicados, tanto em índices de livros didáticos específicos adotados pelo Pedro II, quanto nas listas de conteúdos a serem estudados para exames em algumas de suas disciplinas. Para ilustrar esses fatos, apresentamos na Figura 1 o índice do livro “Lições de Cosmographia” (Cabral, 1932), o qual, conforme dito em sua folha de rosto, é “Para uso do Collegio Pedro II, Colégios Militares e demais estabelecimentos de ensino secundário” e, no Quadro 4, o programa de 1850 do exame da disciplina “Cosmographia e Chronologia” para o sétimo ano da escola secundária.

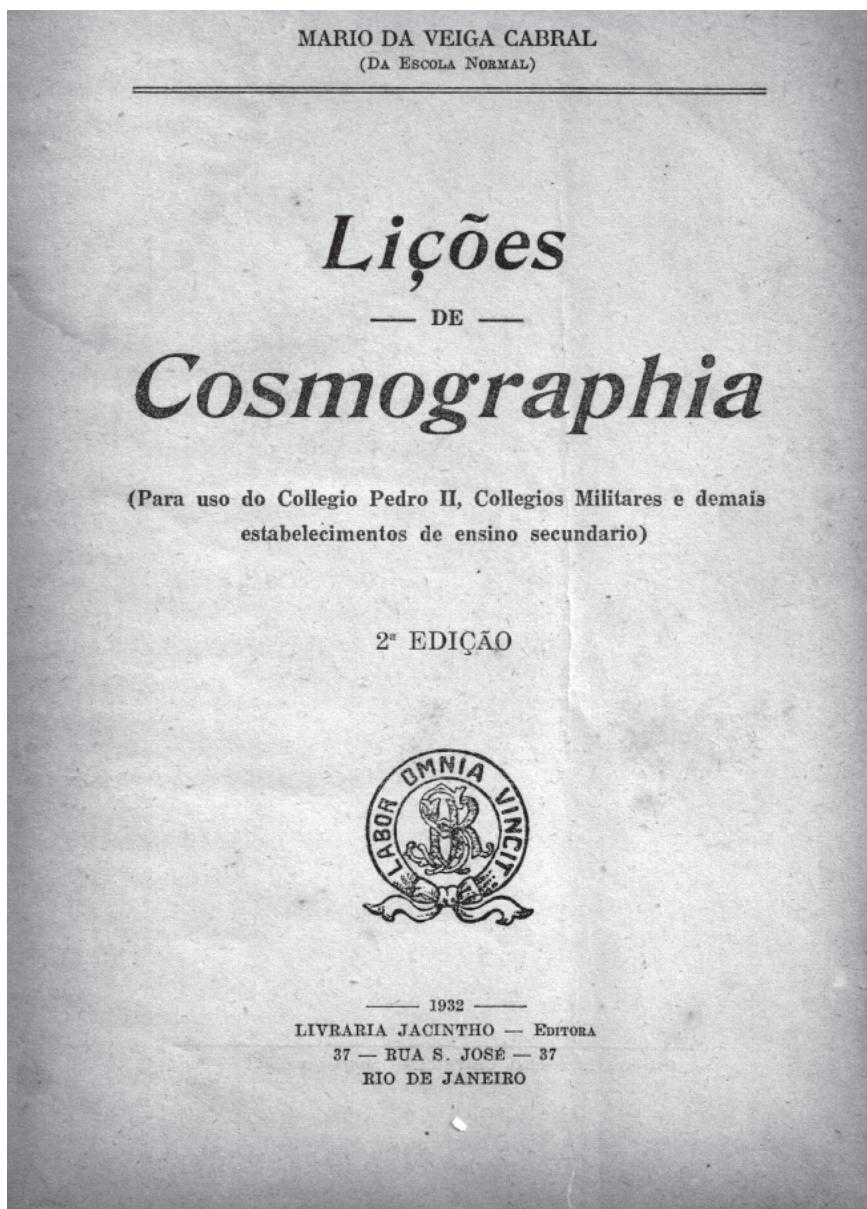


Figura 1a. Folha de rosto do livro *Lições de Cosmographia*, de 1932
(Fonte: Cabral, 1932)

Í N D I C E	Pags.
Ao leitor	9
Objecto e definição da Astronomia e da Cosmographia	11
Distinção entre a Cosmographia e a Geographia Mathematica	11
Divisão da Astronomia	12
O céo	13
Mundo e universo	14
Astros, sua classificação summaria	14
Globos celestes	14
Cartas celestes	16
Distância angular	16
Diametro apparente	17
Movimento diurno apparente da esphera celeste, suas leis	18
Pontos, linhas e círculos da esphera celeste	20
Posições das esferas	25
Coordenadas astronomicas	29
(I) — Coordenadas horizontaes	29
(II) — Coordenadas equatoriales	31
(III) — Coordenadas eclípticas	33
Principaes instrumentos astronomicos	36
Estrellas	62
(I) — Estrellas duplas e multiplas	66
(II) — Estrellas variaveis	67
(III) — Estrellas temporarias	68
(IV) — Distânciā das estrellas	70
(V) — Catalogo de estrellas	72
Constellações	73
(I) — Constellações boreaes	74
(II) — Constellações zodiacaes	83
(III) — Constellações austraes	89
Nebulosas	100
(I) — Nebulosas resolueveis	103
(II) — Nebulosas irreductiveis	104
O Sol	110
(I) — Constituição do Sol	112
(II) — Movimentos do Sol	116
(III) — Luz zodiacal	123
Systemas planetarios	125
(I) — Sistema de Philolaus	127

Figura 1b. Primeira página do Índice de Lições de Cosmographia
(Fonte: Cabral, 1932)

386	VEIGA CABRAL
(II) — Systema Egypcio (III) — Systema de Ptolomeu (IV) — Systema de Copernico (V) — Systema de Tycho Brahe (VI) — Systema solar { Leis de Kepler Lei de Newton Lei de Bode Planetas (I) — Mercurio (II) — Venus (III) — Marte (IV) — Planetoides (V) — Jupiter (VI) — Saturno (VII) — Urano * (VIII) — Neptuno Satellites Cometas (I) — Cometa de Halley (II) — Cometa de Encke (III) — Cometa de Biela (IV) — Cometa de Faye (V) — Cometa D' Arrest (VI) — Cometa de Carlos V (VII) — Cometa de Chéseaux (VIII) — Cometa de 1811 (IX) — Cometa de 1843 (X) — Cometa de Donati (XI) — Cometa de Coggia (XII) — Cometa de Cruls Fórmula da Terra Posição da Terra no espaço Dimensões da Terra Pontos, linhas e círculos da Terra Zonas Pontos do horizonte Orientação Coordenadas geográficas Principais movimentos da Terra (I) — Movimento de rotação (II) — Movimento de translação Estações Os dias e as noites Meteoros cósmicos Fórmula da Lua Constituição da Lua Movimentos da Lua Phases da Lua Eclipses (I) — Eclipses da Lua (II) — Eclipses do Sol 	127 127 129 130 131 132 136 139 142 149 151 153 156 158 161 164 167 169 177 188 193 193 195 196 197 197 198 198 199 200 201 202 208 208 209 212 214 215 221 227 227 235 240 243 248 257 257 265 267 270 275 278

Figura 1c. Segunda página do Índice de Lições de Cosmographia
(Fonte: Cabral, 1932)

LIÇÕES DE COSMOGRAPHIA	387
Marés	282
Medida do tempo	291
Calendários	294
(I) — Calendário Egípcio	295
(II) — Calendário Grego Antigo	296
(III) — Calendário Israelita	296
(IV) — Calendário Musulmano	297
(V) — Calendário Romano	297
(VI) — Calendário Juliano	298
(VII) — Calendário Gregoriano	301
Cálculo eclesiástico	309
(I) — Cíclo Solar	310
(II) — Cíclo lunar	310
(III) — Arcos numéricos	310
(IV) — Indicação romana	310
(V) — Epacta	311
(VI) — Festa da Páscoa	313
Observação astronomica. Observatórios	318
Correcções na observação astronomica	325
(I) — Refração atmosférica	325
(II) — Parallaxe	327
Globos terrestres	331
Cartas geográficas	332
Sistemas de projeção	333
Problemas fundamentais da Astronomia	333
(I) — Determinação da posição dos astros	338
(II) — Determinação das coordenadas geográficas	339
(III) — Determinação da hora local	348
(IV) — Determinação da hora legal	353
Noções de história da Astronomia	361
(I) — Astronomia antiga	362
(II) — Astronomia moderna	366
Principais hipóteses cosmogónicas	370
(I) — Hipótese de Buffon	371
(II) — Hipótese de Kant	371
(III) — Hipótese de Laplace	371
(IV) — Hipótese de Paye	374
(V) — Hipótese de Flammarion	374
(VI) — Hipótese de Moreux	377

Figura 1d. Terceira e última página do Índice de Lições de Cosmographia
(Fonte: Cabral, 1932)

1. Atmosfera; refracção astronómica.
2. Chronologia e suas divisões.
3. Determinar porque dia da semana começa o primeiro de março de hum anno qualquer.
4. Systema dos antigos e modernos astrônomos.
5. Epacta.
6. Lua, sua grandeza, movimento e phases.
7. Indicçao romana.
8. Longitude e latitude terrestres.
9. Cyclo solar.
10. Figura da Terra; provas de sua esphericidade.
11. Letra Dominical.
12. Differentes posições da esfera.
13. Ventos.
14. Circulos da esfera terrestre.
15. Aureo número.
16. Calculo da Páschoa.
17. Determinar a idade da lua no dia 22 de Março de hum anno qualquer.
18. Período Juliano.
19. Zonas e climas.
20. Temperatura da Terra.
21. Determinar o lugar do sol na eclíptica em qualquer dia do ano.
22. Determinar o dia da primeira lua nova de hum anno dado.
23. Dias, suas differentes especies.
24. Conhecida a hora em hum lugar dado, achar a hora que he em outro lugar também dado.
25. Habitantes da Terra comparados em relação a suas sombras.
26. Eclipses, causas deste phenômeno.
27. Anno e suas diferentes espécies.
28. Habitantes da Terra comparados em relação as suas longitudes e latitudes.
29. Sol, sua grandeza.
30. Planetas e satelites de nosso systema.
31. Marés, causa d'este fenômeno.
32. Cyclo das Olympiadæ.
33. Movimento de rotação da Terra.
34. Determinar por meio do globo a longitude e a latitude de hum lugar dado.
35. Movimento de translação da Terra.
36. Origem, duração e diversidade das estações.

- 37. Eclíptica, solstícios, equinócios.
- 38. Determinar a indicação romana, o ciclo solar e o áureo numero de hum anno dado.
- 39. Zodíaco e seus signos.
- 40. Determinar por meio do globo os antípodas e antecos de um lugar dado.

Quadro 4. Programa de 1850 para o exame da disciplina “Cosmographia e Chronologia do Imperial Collegio de Pedro Segundo”
 (Fonte: Vechia e Lorenz, 1998: 2)

Após analisar os dados publicados por Vechia e Lorenz (1998), resumidos nos Quadros 2 e 3, Hosoume *et al.* (2010) concluem que:

... a evolução no tempo do ensino da astronomia na escola secundária, representada pelo Colégio Pedro II, não ocorreu de forma linear, não tendendo a uma educação melhor ou mais completa dessa disciplina. Em termos de quantidade de conteúdos de astronomia a serem estudados há ausência quase total em torno da década de 1860, aumentando nas décadas seguintes, contemplando maior número de temas em torno de 1898, oscilando novamente e desaparecendo em torno de 1950 (Hosoume *et al.*, 2010: 200).

Segundo essas autoras, a redução dos conteúdos nas reformas de 1856 e 1858 possivelmente ocorreu devido à influência de currículos de escolas alemãs da época, que preconizavam antecipar o ensino de disciplinas científicas, levando-as a concluir que

... o espaço da astronomia parece ter sido substituído pela ampliação dos conteúdos de disciplinas científicas básicas como Física e Química (Hosoume *et al.*, 2010: 201).

Quanto à redução dos conteúdos de astronomia a partir da Reforma Capanema, de 1942, as autoras afirmam ser difícil explicá-la, contudo indicam, citando Ghiraldelli Jr. (2006), que a referida reforma visava

... a formação das elites condutoras do país por meio de um currículo extenso, com intenções de proporcionar cultura geral de base humanística, patriótica e nacionalista (Ghiraldelli Jr., 2006: 84),

o que talvez justifique uma opção por grande redução em certos conteúdos das ciências naturais, como os de astronomia. As autoras também indicam que, para se obter compreensão mais profunda sobre a inserção do ensino de astronomia na escola secundária, seria necessária uma análise de conjunto, consi-

derando as demais disciplinas e as propostas curriculares a que estas se achavam vinculadas, bem como seria importante uma investigação sobre os livros didáticos utilizados, uma vez que os programas correspondem ao currículo proposto no papel para orientação nacional, mas não necessariamente ao efetivamente ensinado, ou seja, ressaltam a importância da investigação da relação entre o programa oficial (currículo teórico) e o currículo ativo, representado pelo livro didático (Hosoume *et al.*, 2010: 202).

Outro aspecto extremamente relevante, para melhor compreensão da história da prática do ensino de astronomia na educação básica brasileira, será a consideração da formação de professores deste nível de ensino em astronomia, o que será feito na última seção deste trabalho para as décadas mais recentes.

Astronomia nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN)

Com a 1^a LDB, de 1961, a obrigatoriedade do currículo nacional termina, sendo dada maior autonomia aos estados na construção de suas propostas curriculares. A ausência de currículo nacional torna o período difícil de análise, uma vez que poucos estados produziram seu próprio material. Nas décadas subsequentes, de maneira geral, o ensino de temas de astronomia na educação básica brasileira continuou bastante restrito, ocorrendo apenas em disciplinas de geografia e em associação ao tópico gravitação, na disciplina de física.

Contudo, nas décadas de 1960, 1970 e 1980 ocorreram mudanças e avanços no ensino das ciências naturais. A própria 1^a LDB de 1961 ampliou a obrigatoriedade do ensino de ciências a todas as séries ginasiais, que antes só existia para as duas últimas séries. Com a 2^a LDB, de 1971 (Brasil, 1971), essa obrigatoriedade foi estendida a todas as oito séries do primeiro grau (Brasil, 1998: 19). Houve também a valorização de participação maisativa do estudante no processo de aprendizagem e foram implementados diversos projetos de ensino com ênfase na realização de atividades experimentais em laboratório, passando a se considerar que o objetivo fundamental do ensino de ciências seria a vivência do método científico (Brasil, 1998: 19-20). Nesse movimento houve influência de projetos curriculares americanos, instituídos na década de 1950 e trazidos para o Brasil na década de 1960, como o *Physical Science Study Committee* (PSSC), o *Harvard Project Physics* (HPP) e o *Earth Science Curriculum Project* (ESCP), os quais continham conteúdos de astronomia em suas propostas. Nesse período também houve o surgimento de projeto brasileiro de ensino de astronomia na educação básica, elaborado por Cianiato (1974, 1985), que será descrito mais adiante.

Nas décadas de 1980 e 1990 diversas dissertações e teses acadêmicas nessa mesma área se sucederam, conforme pode ser verificado no “Banco de Teses e Dissertações sobre Educação em Astronomia” provido por Bretones (2010), refletindo o início do desenvolvimento sistemático das pesquisas em Educação em Astronomia no Brasil, em grande parte tendo como foco a educação básica. Uma das linhas de pesquisa mais relevantes desse período — acompanhando tendência nacional e internacional da área de pesquisa em Educação em Ciência — foi a de levantamento das chamadas “concepções prévias” ou “alternativas” dos estudantes e professores com relação a conceitos e fenômenos astronômicos (Langhi, 2011).

A promulgação da 3^a LDB (Brasil, 1996) em 20/12/96, foi seguida por trabalho de elaboração pelo MEC de novos referenciais curriculares nacionais para a educação básica, consubstanciados na publicação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para o ensino fundamental de 1^a a 4^a série (Brasil, 1997), o de 5^a a 8^a série (Brasil, 1998) e para o ensino médio (Brasil, 2000), conforme competência da União estabelecida nesta LDB. Embora não tenham sido impositivos aos estados e municípios, os PCN tinham a finalidade de estabelecer diretrizes para nortear os currículos construídos pelas instâncias regionais e, como seu principal objetivo educacional, a formação dos estudantes para o exercício da cidadania:

Os Parâmetros Curriculares Nacionais foram elaborados procurando, de um lado, respeitar diversidades regionais, culturais, políticas existentes no país e, de outro, considerar a necessidade de construir referências nacionais comuns ao processo educativo em todas as regiões brasileiras. Com isso, pretende-se criar condições, nas escolas, que permitam aos nossos jovens ter acesso ao conjunto de conhecimentos socialmente elaborados e reconhecidos como necessários ao exercício da cidadania. (Brasil, 1998:5)

Com a publicação dos PCN tanto para o ensino fundamental, quanto para o ensino médio, estes últimos complementados pelos PCN+ (Brasil, 2002a), com “Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais” para o ensino médio, que permaneceram em vigor, como documentos oficiais, até recentemente, é possível caracterizar o ensino de astronomia proposto para a educação básica no âmbito nacional desde o fim da década de 1990 até 2013, quando novas “Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica” (Brasil, 2013) foram editadas pelo MEC.

Contrastando com o programa nacional de 1951, no qual temas de astronomia têm pouquíssimo relevo, sendo tratados apenas em disciplinas de geo-

grafia e em física (Quadros 2 e 3), dentro do tópico gravitação, da mecânica, nos PCN conteúdos associados à astronomia aparecem com grande destaque tanto em Ciências, no ensino fundamental, especialmente no terceiro e quarto ciclos (5^a a 8^a séries), quanto em física no ensino médio. Essa grande mudança parece consistente com a ampliação de carga horária e maior ênfase dada ao ensino de ciências nas LDBs de 1961 e 1971, bem como com o desenvolvimento de projetos de ensino de Ciências a partir da década de 1960, e o início do desenvolvimento de pesquisas nas áreas de Ensino de Física e da Educação em ciência, a partir da década de 1970. Cabe notar que, nos PCN de geografia, há pequena presença de temas de astronomia, resumindo-se a tópicos como “Pla-
netá Terra: a nave em que viajamos” e à localização e orientação na superfície terrestre, no ensino fundamental.

Por sua vez, tanto em ciências quanto em física, tópicos de astronomia sur-
gem de forma destacada e em estreita correlação com “eixos temáticos” ou “te-
mas estruturadores” adotados nos PCN. Com efeito, segundo os PCN do en-
sino fundamental para 5^a a 8^a séries, um dos quatro eixos temáticos em torno dos quais se deve organizar e desenvolver o ensino de ciências é, exatamente, o eixo “Terra e Universo”. No ensino médio, por sua vez, segundo os PCN+ (Brasil, 2002a) e as “Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias” (Brasil, 2006), um dos seis temas estruturadores que “articulam competências e conteúdos e apontam para no-
vas práticas pedagógicas” é “Universo, Terra e Vida”, envolvendo as unidades temáticas: “Terra e sistema solar, o universo e sua origem, compreensão huma-
na do Universo” (Brasil, 2006: 57).

Devido à natureza diversa dos conteúdos e das grandes diferenças em ter-
mos de propostas didáticas é impossível analisar a proposta dos PCN com as
mesmas categorias de classificação de conteúdos utilizadas por Hosoume *et al.*
(2010) na análise dos programas do período 1850-1951.

No Quadro 5, a seguir, apresentamos os conteúdos de astronomia indica-
dos pelos PCN para o ensino fundamental e o médio conforme constam ex-
plicitamente nos mesmos (Brasil, 1998: 66-67, 95-96; Brasil, 2002a: 79), sendo
importante notar que, de maneira coerente com a proposta pedagógica dos
PCN, que tem como principal objetivo a formação para a cidadania e o desen-
volvimento de capacidades e competências do estudante, estes conteúdos de-
vem ir além dos conceitos, incluindo também procedimentos, atitudes, valores
e competências.

Disciplina e Ciclo/Série	Conteúdos centrais e unidades temáticas para o desenvolvimento de conceitos, procedimentos, atitudes, valores e competências
Ciências – Terceiro Ciclo (5a. e 6a. séries)	<ul style="list-style-type: none"> • Observação direta, busca e organização de informações sobre a duração do dia em diferentes épocas do ano e sobre os horários de nascimento e ocaso do Sol, da Lua e das estrelas ao longo do tempo, reconhecendo a natureza cíclica desses eventos e associando-os a ciclos dos seres vivos e ao calendário. • Busca e organização de informações sobre cometas, planetas e satélites do sistema solar e outros corpos celestes para elaborar uma concepção de Universo. • Caracterização da constituição da Terra e das condições de existência da vida. • Valorização dos conhecimentos dos povos antigos para exploração de fenômenos celestes.
Ciências – Quarto Ciclo (7a. e 8a. séries)	<ul style="list-style-type: none"> • Identificação, mediante observação direta, de algumas relações, estrelas e planetas recorrentes no céu do hemisfério sul durante o ano, compreendendo que os corpos celestes vistos no céu estão a diferentes distâncias da Terra. • Identificação da atração gravitacional da Terra como a força que mantém pessoas e objetos presos ao solo ou que os faz cair, que causa marés e que é responsável pela manutenção de um astro em órbita de outro. • Estabelecimento de relação entre os diferentes períodos iluminados de um dia e as estações do ano, mediante observação direta local e interpretação de informações deste fato nas diferentes regiões terrestres, para compreensão do modelo heliocêntrico. • Comparação entre as teorias geocêntrica e heliocêntrica, considerando os movimentos do Sol e demais estrelas observados diariamente em relação ao horizonte e o pensamento da civilização ocidental nos séculos XVI e XVII. • Reconhecimento da organização estrutural da Terra, estabelecendo relações espaciais e temporais em sua dinâmica e composição. • Valorização do conhecimento historicamente acumulado, considerando o papel de novas tecnologias e o embate de ideias nos principais eventos da história da Astronomia até os dias de hoje.

<p>Física – Ensino Médio (um semestre de uma das séries)</p>	<p>Terra e sistema solar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conhecer as relações entre os movimentos da Terra, da Lua e do Sol para a descrição de fenômenos astronômicos (duração do dia e da noite, estações do ano, fases da lua, eclipses etc.). • Compreender as interações gravitacionais, identificando forças e relações de conservação, para explicar aspectos do movimento do sistema planetário, cometas, naves e satélites. <p>O Universo e sua origem:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conhecer as teorias e modelos propostos para a origem, evolução e constituição do Universo, além das formas atuais para sua investigação e os limites de seus resultados no sentido de ampliar sua visão de mundo. • Reconhecer ordens de grandeza de medidas astronômicas para situar a vida (e vida humana), temporal e espacialmente no Universo e discutir as hipóteses de vida fora da Terra. <p>Compreensão humana do Universo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conhecer aspectos dos modelos explicativos da origem e constituição do Universo, segundo diferentes culturas, buscando semelhanças e diferenças em suas formulações. • Compreender aspectos da evolução dos modelos da ciência para explicar a constituição do Universo (matéria, radiação e interações) através dos tempos, identificando especificidades do modelo atual. • Identificar diferentes formas pelas quais os modelos explicativos do Universo influenciaram a cultura e a vida humana ao longo da história da humanidade e vice-versa.
--	--

Quadro 5. Astronomia nos PCN do ensino fundamental e médio

(Fonte: Brasil, 1998; Brasil, 2002a)

No Quadro acima também é possível perceber claramente a amplitude e profundidade dos temas propostos, que vão desde a observação do céu, até a compreensão humana do universo. A implementação da proposta apresentada nos PCN, exige, portanto, boa formação do professor, na medida em que tanto a quantidade, quanto a profundidade dos conteúdos sugeridos demandam formação específica em conteúdos e metodologias de ensino de astronomia, o que, em geral, não é provido de maneira adequada pelos cursos de formação de professores (licenciaturas) de ciências e física. Isso nos

leva a um dilema: de um lado houve maior incentivo do ponto de vista da construção de currículos com ênfase na astronomia, de outro, o mesmo não ocorreu com a formação de professores. Na próxima seção, esta discussão será retomada.

As recentemente publicadas “Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica” (Brasil, 2013), por sua vez, contêm crítica aos PCN, segundo a qual os mesmos:

... teriam sido editados como obrigação de conteúdos a serem contemplados no Brasil inteiro, como se fossem um roteiro, sugerindo entender que essa medida poderia ser orientação suficiente para assegurar a qualidade da educação para todos (Brasil, 2013: 14)

e, embora recomendem que o trabalho pedagógico deva ser conduzido por meio da abordagem de eixos temáticos, essas novas diretrizes não fazem qualquer menção explícita ao ensino de conteúdos associados à astronomia, deixando a escolha de tais eixos a cargo dos professores em conjunto com os estudantes:

O trabalho com eixos temáticos permite a concretização da proposta de trabalho pedagógico centrada na visão interdisciplinar, pois facilita a organização dos assuntos, de forma ampla e abrangente, a problematização e o encadeamento lógico dos conteúdos e a abordagem selecionada para a análise e/ou descrição dos temas. O recurso dos eixos temáticos propicia o trabalho em equipe, além de contribuir para a superação do isolamento das pessoas e de conteúdos fixos. Os professores com os estudantes têm liberdade de escolher temas, assuntos que desejam estudar, contextualizando-os em interface com outros (Brasil, 2013: 30).

Isso só ressalta a importância de uma boa qualificação profissional dos professores, que lhes proporcione segurança e autonomia para escolha e trabalho adequados de temas ligados à astronomia, conforme será abordado na próxima seção.

De maneira geral é possível perceber na história da educação brasileira que o papel desempenhado pela astronomia passou por vários estágios. Esse tema já fez parte de exame de ingresso em um dos colégios de referência da época, o Colégio Pedro II; a astronomia já esteve presente em um grande conjunto de disciplinas, particularmente em ciências, geografia e física, mas já esteve presente também como forma de disciplina específica como é o caso de cosmographia, chronologia e astronomia. Do ponto de vista do conteúdo

também é possível perceber, ao longo do tempo, maior predomínio de temas relacionados ao sistema solar, à Terra, em especial, aos fenômenos cíclicos e à atração gravitacional, classicamente presentes na física. O tema da observação do céu apresenta contraste razoável na medida em que, no período analisado na seção anterior (1850-1950), esse tema tem especial enfoque nos instrumentos de observação, nas técnicas de observação e em correção de erros, enquanto que na proposta dos PCN percebe-se ênfase nos objetos de observação, em uma perspectiva de um reconhecimento do céu e dos ciclos astronômicos relacionados aos principais astros.

Formação de professores e educação em astronomia

Nas seções anteriores, especialmente nas duas primeiras, abordamos a presença da astronomia na educação básica em períodos longos de tempo. Nesta, sobre o importante tema da formação do professor da educação básica para o ensino de astronomia, como nos basearemos, sobretudo, em resultados de pesquisas na área da educação em ciência e da educação em astronomia, as quais iniciaram seu desenvolvimento em nosso país apenas na segunda metade do século 20, em especial a partir de década de 1970, iremos nos restringir a este período mais recente.

O professor é um dos personagens centrais do processo educativo, e a sua formação, um fator determinante de adequada ou inadequada prática docente, em qualquer área. Sua trajetória formativa deve incluir tanto aprendizagem de conteúdos, quanto de metodologias de ensino adequadas ao seu objeto de estudo, a seus estudantes e ao seu contexto escolar, cultural e social, bem como, idealmente, o desenvolvimento de uma postura reflexiva e de autonomia com relação à sua prática profissional (Langhi e Nardi, 2012). Conforme argumentaremos, a formação do professor é um processo em aberto, que nunca se esgota, mas que, tradicionalmente, costuma ser considerada como dividida em duas etapas: a “formação inicial”, durante a realização formal de um curso superior com habilitação para o magistério, e a “formação continuada”, que ocorre quando o professor já está no exercício de sua profissão.

Nos dias atuais, embora conteúdos de astronomia estejam presentes em programas oficiais e livros didáticos para a educação básica, inclusive com grande ênfase, conforme visto na seção anterior, não existe, na legislação brasileira sobre formação de professores, determinação específica referen-

te a tais conteúdos. Eles se acham presentes em disciplinas escolares cujos professores habilitados têm sua formação inicial nos cursos de pedagogia, ciências, geografia, física, química e até biologia ou matemática. Contudo, são poucas as instituições de ensino superior que oferecem disciplinas específicas de astronomia (Bretones, 1999). Mesmo assim, em escala nacional, há diversas instituições que atuam na formação de professores das mais diversas formas, na graduação, pós-graduação e formação continuada por meio de vários programas.

Atividades pioneiras de formação continuada de professores da educação básica em conteúdo e metodologias de ensino de astronomia no Brasil foram realizadas por Caniato (1985) com origens no fim da década de 1950. Em 1963, Rodolpho Caniato passou a integrar a equipe que ministrava pela primeira vez um curso PSSC para brasileiros e, em 1970, também participou do corpo docente do HPP (Caniato, 1989). A seguir, atuando em grande número de cursos para professores em diferentes regiões do Brasil e da América do Sul, esse autor desenvolveu o “Projeto Brasileiro para o Ensino de Física”, no qual a astronomia era utilizada como porta de entrada para o ensino de física no ensino médio. Esse projeto incorporava diversas atividades práticas e sugestões metodológicas, constituindo, segundo o autor, alternativa brasileira para o ensino da física, com possibilidade de aplicação imediata às condições de qualquer região do país. O livro “O Céu” (Caniato, 1993), fruto desse projeto, foi publicado em várias edições, a partir de 1970. Esse material resultou na tese de doutorado desse autor (Caniato, 1974) — a primeira em nosso país dedicada ao ensino de astronomia.

A seguir abordaremos algumas das principais concepções e orientações gerais acerca da formação de professores presentes em documentos oficiais e em resultados de pesquisas sobre o tema, a partir da década de 1990. Em seguida, enfocando mais diretamente a formação de professores para o ensino de astronomia na educação básica, apresentaremos levantamento das principais instituições, programas e oportunidades existentes em nosso país para este tipo de formação.

A partir do ano de 1996, especialmente com a 3^a LDB (Brasil, 1996), amplo conjunto de reformas políticas passou a acontecer, visando modificar substancialmente o sistema brasileiro de educação, a concepção de práticas pedagógicas e a formação dos professores. Nessa mesma época, a formação de professores, tanto inicial quanto continuada, se constituía num dos principais temas de pesquisa em educação: um levantamento sobre a produção acadêmica nacional conduzido por Brzezinski (2006), analisando 742 teses e dissertações ligadas a programas nacionais de pós-graduação em educação, defendidas no período

1997-2002, mostrou que os temas “formação inicial” e “formação continuada” constituíam, respectivamente, o segundo e o terceiro temas mais abordados (o primeiro foi “trabalho docente”).

A formação continuada foi considerada, no Brasil, como nova prática de formação no momento de implementação da nova LDB de 1996. Esta prescrição em lei da formação continuada docente abriu caminhos para que a organização escolar pudesse promover a formação de profissionais em situações de trabalho, não o retirando de seu *locus* profissional, proporcionando ambiente de ensino e aprendizagem para o próprio professor. Porém, a concepção de formação continuada, muitas vezes, tem sido persistentemente entendida como sinônimo de cursos de curta duração, especialmente quando se trata de cursos de astronomia quando, geralmente, se apresentam de forma a privilegiar extremamente os conteúdos, com pouca ou nenhuma proposta de metodologias de ensino.

De fato, assinalando a mudança de paradigma ocorrida no Brasil que fundamentou os programas de formação continuada nos anos finais da década de 1990, Brzezinski (2006) identifica o período 1990-1996 sob o domínio do paradigma da racionalidade técnica, operacionalizado por meio de cursos de curta duração, em forma de treinamento ou atualização. No período 1997-2002, registra-se o predomínio do paradigma da complexidade da relação entre educação, universidade, sociedade do conhecimento e mundo do trabalho, direcionando-se para a lógica da reflexão como fundamento importante.

Com efeito, ao longo dos anos, as pesquisas na área de ensino e de formação de professores apresentaram lastro de concepções acerca dos processos que contribuem para o desenvolvimento profissional de professores. Estes diferentes modelos de formação docente foram identificados em levantamento bibliográfico apresentado por Langhi e Nardi (2012) e sintetizados em pelo menos cinco vertentes, segundo as concepções desses autores:

Modelo conteudista: enfatiza a importância no domínio dos conteúdos, dos conceitos e da estrutura da disciplina da qual o futuro professor será especialista. Tal abordagem não passa de um ensino tradicional, baseada na transmissão verbal de conceitos e memorização mecânica, com visão simplificadora do ensino, do professor e de sua formação.

Modelo tecnicista: prioriza as relações entre os comportamentos dos professores em ação (processo) e a aprendizagem dos alunos (produto), sob forte viés positivista, apresentando o ensino como uma ciência aplicada, e o professor como técnico que aplica os conhecimentos científicos produzidos por outros (racionalidade técnica), muitas vezes sob a concepção de que se aplica na prática a teoria anteriormente aprendida.

Modelo humanista: enfoca a própria pessoa, abordando seus limites e possibilidades, com influências da psicologia da percepção, do humanismo e da fenomenologia, enfatizando o caráter pessoal do ensino, ou seja, reconhece que cada professor constrói estratégias particulares para ensinar, e procura desenvolver um autoconceito positivo. O professor é encarado como naturalista, artista, investigador, sendo formado e ensinado, não pelos processos técnicos, mas pelos processos que favorecem sua introspecção e maturidade, desenvolvendo a criatividade.

Modelo reflexista: concebe o ensino como atividade complexa e imprevisível, sendo determinada pelo contexto, obrigando o professor a agir com decisões éticas e políticas e visando articular relação entre a teoria e a experiência profissional, por meio de reflexão do professor sobre sua prática.

Modelo ativista: neste modelo formativo, a reflexão dos professores não permanece no campo técnico ou prático, mas assume compromisso social, ético e político, sendo os professores considerados ativistas políticos, numa perspectiva inovadora, envolvendo a reflexão crítica na prática para a reconstrução social.

Diversas pesquisas nacionais identificam que o modelo de formação inicial de professores predominante no Brasil tem sido a abordagem conteudista, desde os sistemas jesuíticos de ensino até os nossos dias, quando também surge forte viés tecnicista.

A evolução das concepções e pesquisas sobre formação de professores ao longo das últimas décadas parecem apontar para o fato de que o período de poucos anos de um curso de graduação, em que ocorre sua formação inicial, não são suficientes para dar conta de desenvolver, de modo integral e completo, um profissional pronto para atuar no ensino. Por esse motivo, muitos talvez apresentem a concepção de que cursos adicionais, pós formação inicial, nomeados “formação continuada”, podem suprir as lacunas deixadas pelas trajetórias formativas anteriores.

Segundo os “Referenciais para Formação de Professores” (Brasil, 2002b), o desenvolvimento profissional do professor deve ser permanente e envolver articulação entre a formação inicial, correspondente ao período de aprendizado dos futuros professores nas escolas de habilitação, e as práticas de formação continuada. O aluno de um curso de formação de professores deveria aprender a valorizar a formação continuada desde a sua formação inicial.

O Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE) elaborado pelo MEC (Brasil, 2007), por sua vez, reconhece este vínculo entre as formações inicial e continuada quando afirma que as universidades públicas devem se voltar para a educação básica, visando à melhoria de sua qualidade como dependente da formação de seus professores, o que decorre diretamente das oportunidades oferecidas aos do-

centes. Do mesmo modo, as “Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena” (Brasil, 2001) afirmam que, durante a graduação, a instituição de ensino superior deve tocar nesta questão da continuidade formativa.

No entanto, mais que preocupação quantitativa, os cursos de formação continuada devem atuar no sentido qualitativo. Preocupando-se com a qualidade destes, algumas pesquisas mostram que devem articular a formação teórico-acadêmica com o conhecimento da prática de sala de aula. Logo, assume-se a escola como o *locus* de formação continuada dos professores, segundo Garcia (1999), Silva (2000), Mizukami *et al.* (2003) e Nóvoa (1997). Porém, para os “Referenciais para Formação de Professores”, a formação continuada pode ocorrer dentro ou fora da escola, mas sempre com repercussão em suas atividades. Quando ocorre no âmbito escolar, deve haver reflexão compartilhada com toda a equipe nas tomadas de decisão, na criação de grupos de estudo, na supervisão e orientação pedagógica, na assessoria de profissionais especialmente contratados etc. Outras formas sugeridas por esse documento oficial são os programas desenvolvidos com outras instituições de ensino, cursos, palestras, seminários etc.

Ao longo dos anos, os episódios de formação continuada atingem especificidades e assumem formatos diferenciados em relação aos seus objetivos, conteúdos, modalidades (presencial ou a distância, direta ou por meio de multiplicadores) e o tempo de duração, indo desde curso rápido até programas que se estendem por vários anos. A formação continuada tem se configurado em diferentes ações: cursos, oficinas, seminários e palestras que procuram atender às necessidades pedagógicas mais imediatas dos professores.

As afirmações contidas nos “Referenciais para Formação de Professores” (Brasil, 2002b) parecem nos levar à interpretação de que a formação continuada se resume à execução de cursos para professores. Porém, de acordo com os resultados de pesquisas na área de formação docente, os cursos e orientações técnicas que vêm sendo oferecidos crescentemente no âmbito da formação continuada representam ganhos principalmente individuais aos professores, ao passo que seus resultados efetivos são dissolvidos na prática de sala de aula, em geral, sem mudanças perceptíveis em suas práticas pedagógicas. As pesquisas mostram que cursos calcados unicamente em conteúdos não garantem mudanças significativas nas práticas docentes, enquanto que cursos centrados em questões metodológicas da sala de aula podem contribuir mais efetivamente para isso. Portanto, muitos cursos que levam o nome de formação continuada, não passam de meras atualizações de conteúdo, não alterando significativamente a prática docente. Por exemplo, as pesquisas de Mizukami *et al.* (2003)

mostram que os cursos de curta duração (de 30 a 180 horas) fornecem informações aos professores apenas para alterarem, às vezes, o seu discurso, de modo que contribuem muito pouco para mudança efetiva. Citando o exemplo de alguns cursos de curta duração, Garcia (1999) conclui que não provocaram qualquer efeito significativo nos seus participantes, sendo que “uma das críticas geralmente feita aos cursos de formação é a pouca incidência que têm na prática. Ou seja, os professores dificilmente aplicam ou incluem no seu repertório docente novas competências”.

Conduzindo à ideia de que a formação inicial é apenas breve etapa formativa, e que a formação continuada não se resume em apenas breves momentos (ou horas) de curso, as “Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena” (Brasil, 2001) mostram que a formação inicial deve ser complementada ao longo da vida, o que exige formação continuada em larga escala, e não em algumas dezenas de horas. De fato, os princípios norteadores de implementação de programas de formação continuada do MEC (Brasil, 2008) mostram que este tipo de formação ultrapassa cursos compostos por apenas algumas horas, pois a formação continuada vai além da oferta de cursos de atualização ou treinamento; a formação, para ser continuada, deve integrar-se no dia a dia da escola; a formação continuada é componente essencial da profissionalização docente.

Assim, o problema não pode ser resolvido apenas através de informações mais detalhadas aos professores por meio de manuais ou cursos, pois faz-se necessária profunda revisão da formação inicial e continuada. Portanto, o fato de que cursos de curta duração não funcionam é um consenso que está se formando, segundo Maldaner (2000), pois não conseguem responder às exigências formativas para a mudança da prática em sala de aula (atualmente, acreditamos que este consenso esteja bem estabelecido). Além disso, há o fato de que as atividades de desenvolvimento profissional (formação continuada) são normalmente planejadas fora do contexto escolar, e tais medidas nem sempre condizem com as reais necessidades dos professores em exercício, caracterizando heteroformação.

Vários cursos de formação inicial e continuada estão baseados mais em visão prescritiva da profissão do que em análise precisa de sua realidade, segundo Perrenoud *et al.* (2002). Como esse mesmo autor já havia citado num trabalho anterior (Perrenoud, 1999), o sistema educacional tem sido construído sempre “a partir de cima”.

No caso específico da formação do professor para o ensino de astronomia na educação básica brasileira, quanto à formação inicial, o já mencionado

levantamento efetuado por Bretones (1999) mostrou que há poucas instituições de ensino superior que oferecem disciplinas de astronomia aos licenciandos de cursos como física, geografia, ciências, biologia ou pedagogia, que futuramente, conforme os programas oficiais, poderão lecionar temas de astronomia na educação básica. O mais comum é que, apesar da forte presença de temas de astronomia em orientações curriculares nacionais, como os PCN e PCN+, esses professores apresentem lacunas em sua formação inicial com relação a conteúdos e metodologias de ensino de astronomia (Langhi, 2011; Langhi e Nardi, 2012), havendo, portanto, descompasso entre os programas oficiais para a educação básica e a formação de seus professores. Esse fato tem motivado e contribuído para que instituições universitárias ou de pesquisa em astronomia, bem como centros de ciências, planetários¹ e observatórios didáticos, visando suprir a demanda por essa formação, promovam cursos de formação continuada de curta duração, porém seguindo, em geral, um modelo conteudista.

Outra vertente importante de formação continuada de professores, com maior alcance e profundidade, surgiu a partir do fim da década de 1990 e início da de 2000, com a regulamentação, pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), dos mestrados profissionais e criação, junto a este órgão, da área de Ensino de Ciências e Matemática, uma vez que o público-alvo prioritário dos mestrados profissionais nesta área são professores em serviço (Moreira e Nardi, 2009).

Esses programas tiveram rápido crescimento quantitativo. Em dezembro de 2009 já havia 30 programas de mestrados profissionais na área de ensino de ciências e matemática reconhecidos pela CAPES (Moreira e Nardi, 2009). Em anos recentes, diversos outros foram criados. Esses mestrados vieram a se somar às oportunidades de formação em ensino de astronomia por meio de programas de pós-graduação já existentes, na forma de mestrados e doutorados acadêmicos em educação, ou em educação em ciência, porém com a característica de terem como principal clientela os professores em serviço, em sua maioria atuantes na educação básica. Recentemente, em 2013, dois mestrados profissionais especificamente voltados ao ensino de astronomia foram criados, um deles vinculado ao Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG) da Universidade de São Paulo (USP), outro à Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). No Banco de Teses e Dissertações sobre Educação em Astronomia (Bretones, 2010) é possível perceber a significativa contribuição dos mestrados profis-

¹ Ver o Capítulo “Divulgação e educação não formal na astronomia”, no Volume II.

sionais, bem como dos mestrados e doutorados acadêmicos à pesquisa nesta área e, concomitantemente, a contribuição para a formação de seus autores -professores, sendo importante notar que a grande maioria dos temas das dissertações e teses se refere à educação básica.

Usando, principalmente, dados de Varella e Oliveira (2008) e Steiner (2009), a seguir consideraremos, brevemente, algumas instituições nacionais que oferecem formação profissional em astronomia (graduação, mestrado e doutorado)², mas ancoram também atividades que promovem a formação continuada em astronomia de professores do ensino básico. Tais atividades podem ser de extensão (cursos de férias, cursos de capacitação, atividades de divulgação da astronomia etc.) ou ainda cursos de especialização, mestrado profissional ou mestrados e doutorados acadêmicos em ensino que possibilitam o desenvolvimento de projetos e formação na área de ensino de astronomia.

O Departamento de Astronomia do IAG/USP foi pioneiro no oferecimento anual de cursos de extensão universitária dirigidos a professores, universitários e profissionais da área de ciências exatas (IAG, 2014). O IAG também implantou, em 2013, o programa de mestrado profissional em ensino de astronomia, cujo público-alvo prioritário são os professores em exercício. Em 2014, em parceria com o Instituto de Física (IF) da USP, o IAG também promove o curso de extensão universitária “Astronomia para a Docência”, na modalidade semipresencial, voltado a professores do ensino fundamental e médio. A USP também proporciona formação na área de ensino de astronomia por meio de seus programas de pós-graduação em educação e ensino de ciências, como o programa Interunidades em ensino de ciências. A Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH) do *campus* USP Leste, por sua vez, em colaboração com o IF/USP e a Estação Ciência, ligada à Pró-Reitoria de Cultura e Extensão da USP, também promoveu, com início em 2009, curso presencial de especialização em ensino de astronomia destinado a professores da educação básica da rede pública de São Paulo.

O Observatório Nacional (ON) no Rio de Janeiro, oferece, desde 2003, cursos anuais a distância sobre grandes temas ligados à astronomia, para o leigo, o interessado comum, estudantes e professores.

A Divisão de Astrofísica (DAS), da Coordenação-Geral de Ciências Espaciais e Atmosféricas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), em São José dos Campos, SP, oferece anualmente o curso de extensão “Introdução à Astronomia e Astrofísica”, direcionado a professores do ensino

² Ver os Capítulos “Ensino superior de astronomia” neste Volume e “Pós-graduação em astronomia” no Volume II.

fundamental e médio e estudantes universitários. Em 2005 desenvolveu um “Círculo de Capacitação de Professores em Astronomia” com objetivo de atualização e capacitação de professores do ensino fundamental e médio e elaboração de recursos didáticos (roteiros de aula e atividades) sobre tópicos astronômicos.

A Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), por meio de seu Departamento de Astronomia, produz materiais didáticos, como hipertextos, e atua intensamente no ensino e extensão, promovendo aulas abertas ao público, atividades por meio do Observatório Educativo Itinerante (OEI) e programa de formação voltado a professores de ensino médio e fundamental. Também possui programas de mestrado e doutorado acadêmico e mestrado profissional na área de ensino de física, com diversas dissertações concluídas sobre temas ligados ao ensino de astronomia na educação básica. Ver “O Observatório da UFRGS: patrimônio histórico nacional” no Capítulo “Acervo instrumental e arquitetônico” neste Volume.

Na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) há um grupo de ensino de física e astronomia, ligado ao Departamento de Física Teórica e Experimental, que promove formação complementar a professores e orienta dissertações na área de ensino de astronomia, junto ao programa de pós-graduação em ensino de ciências naturais e matemática daquela universidade.

O Observatório do Valongo (OV), ligado à Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), além de graduação e pós-graduação em astronomia, também promove diversas atividades de extensão, como palestras, visitação orientada ao observatório com sessões de observação do céu, sessões com planetário móvel itinerante e elabora diversas atividades de ensino da astronomia para a educação básica.

A UNESP do *campus* de Guaratinguetá, SP, oferece anualmente curso de verão sobre Dinâmica Orbital e Planetologia e a UNESP do *campus* de Bauru, SP, por meio de seu programa de pós-graduação em Educação para a Ciência, proporciona formação em nível de mestrado e doutorado na área de ensino de astronomia.

A Universidade Cruzeiro do Sul (UNICSUL) em São Paulo, oferece oportunidades para o professor da área de ensino de astronomia por meio de atividades de extensão, com uso de planetário móvel digital, e de seus cursos de mestrado presenciais em ensino de ciências e matemática (profissionalizante) e em ensino de ciências (acadêmico) e de uma especialização a distância em ensino de astronomia.

O primeiro curso superior de complementação de estudos em astronomia, na modalidade sequencial, e o primeiro de especialização *lato sensu* em ensino de astronomia foram promovidos pela Universidade Federal de Ouro Preto

(UFOP) em 2001 e 2003, respectivamente. Diversas atividades de extensão também são promovidas pela UFOP, tais como minicursos e oficinas, elaboração de *kits* didáticos para o ensino de astronomia, distribuídos a professores de escolas públicas mediante a realização de curso de capacitação, sessões de planetário itinerantes e visitas monitoradas ao setor de astronomia do Museu de Ciência e Técnica (MCT) e às instalações do Observatório da UFOP (ver “Observatório de uma centenária Escola de Engenharia e sua função hoje” no Capítulo “Acervo instrumental e arquitetônico” neste Capítulo).

A Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) criou, em 2013, mestrado profissional em astronomia que tem como missão formar e capacitar professores dos ensinos fundamental, médio e superior.

A Universidade Estadual de Londrina (UEL), por meio de programa de pós-graduação em ensino de ciências e educação matemática, sob orientação de professores do Departamento de Física, proporciona formação em ensino de astronomia, com dissertações já defendidas na área.

Cursos de extensão cultural em astronomia, que abrangem a formação continuada de professores e cursos de férias de curta duração para docentes e interessados, podem ser encontrados também nas seguintes instituições: Museu de Astronomia e Ciências Afins³ (MAST), Rio de Janeiro; Planetário e Escola Municipal de Astrofísica de São Paulo, SP; Fundação Planetário do Rio de Janeiro, RJ; Observatório Astronômico do Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC) da USP em São Carlos, SP; Planetário Municipal de Itatiba, SP; Planetário da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), RS; Planetário da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, SC; Observatório Frei Rosário da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) em Caeté, MG; Espaço Ciência de Olinda-Recife, PE; Planetário da Universidade Estadual de Londrina (UEL), PR; Planetário Prof. José Baptista Pereira e o histórico Observatório Astronômico, ambos da UFRGS; Planetário de Vitória, ligado à Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) e à Prefeitura Municipal de Vitória, ES; Planetário da Universidade Federal de Goiás (UFG) em Goiânia; Observatório Didático de Astronomia “Lionel José Andriatto” da Faculdade de Ciência da Unesp no *campus* de Bauru, SP; Polo Astronômico Casimiro Montenegro Filho, da Fundação Parque Tecnológico Itaipu, PR; Centro Integrado de Ciência e Cultura (CICC) em São José do Rio Preto, SP. O Programa AEB Escola, da Agência Espacial Brasileira⁴, promove eventos e cursos

³ Ver “MAST, um projeto precursor” no Capítulo “Museu e unidade de pesquisa” no Volume II.

⁴ A AEB se tornou parceira da Comissão de Ensino da SAB, na promoção das Olimpíadas Brasileiras de Astronomia (OBA). Ver o Capítulo “Olimpíadas de astronomia” no Volume II.

em todo o país e ainda mantém repositório virtual de materiais didáticos. A lista acima não é exaustiva e, portanto, além dessas instituições, outros planetários, observatórios públicos, universidades, museus, fundações, associações e clubes de astronomia podem eventualmente oferecer diversos cursos relacionados a conteúdos de astronomia.

No momento, as oportunidades que se apresentam para a formação continuada dos professores são:

Graduação e pós-graduação: o professor pode se matricular como aluno regular (desde que seja estudante da instituição), aluno especial ou participar como ouvinte em disciplinas optativas de astronomia ou que abordam o ensino de astronomia. Um estudo realizado por Bretones (1999) revelou 54 cursos com conteúdo integral de astronomia, número esse que deve ter aumentado. Além disso, nota-se na última década aumento significativo no número de dissertações e teses relativas à educação em astronomia, consequência do estabelecimento de grupos de pesquisa e programas de pós-graduação em ensino, como mostrado por Bretones (2011a).

Minicursos em eventos: alguns congressos oferecem minicursos, oficinas e palestras visando complementar a formação de professores. Os eventos específicos em astronomia são o ENAST (Encontro Nacional de Astronomia), as reuniões anuais da Sociedade Astronômica Brasileira⁵ (SAB) (Bretones, 2011b) e as reuniões da Associação Brasileira de Planetários (ABP). Os eventos específicos de educação em astronomia são o Encontro Regional de Educação em Astronomia (EREA) iniciado em 2009 e o Simpósio Nacional de Educação em Astronomia (SNEA) que ocorre desde 2011, onde são apresentados os trabalhos mais recentes de pesquisadores sobre educação em astronomia, incluindo sugestões metodológicas de ensino, minicursos e grupos de trabalhos para professores. Outros eventos científicos de áreas afins com apresentações de trabalhos sobre ensino de astronomia e oferecimento de minicursos são o Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF), Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) e Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino (ENDIPE).

Extensão: há cursos culturais, de curta duração, formação continuada, oficinas etc., oferecidos, em geral, pelas universidades ou instituições de pesquisa, como vimos acima.

⁵ Ver o Capítulo “Organização da comunidade astronômica” no Volume II.

Instituições: planetários, observatórios astronômicos, museus, institutos e clubes locais de astronomia amadora⁶ e as sociedades científicas (ex.: Sociedade Brasileira de Física (SBF), Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (Abrapec), Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), Comissão de Ensino e Divulgação da SAB (COMED)) podem oferecer oportunidades formativas. Uma listagem desses estabelecimentos pode ser encontrada em página mantida por Langhi (2013).

Autoformação: o professor pode ainda buscar informações por conta própria de modo que estas se tornem conhecimento a ser ensinado ou praticado. Algumas fontes são: a) as pesquisas encontradas na literatura científica específica sobre educação em astronomia na “Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia” (RELEA), publicada desde 2004⁷, nas publicações ocasionais sobre ensino de astronomia em outras revistas científicas da área de ensino de ciências e de física (mais de 100 artigos sobre ensino de astronomia foram publicados em periódicos avaliados pela CAPES com **qualis A** e **B**), e nas teses e dissertações (mais de 100 trabalhos de pós-graduação de 1973 a 2012); b) os materiais didáticos, tais como apostilas de cursos, livros didáticos e paradidáticos, revistas especializadas (ex.: *Astronomy Brasil*, *Macrocosmo*, ambas extintas, e *Scientific American Brasil*), *homepages* específicas e confiáveis, *softwares* (ex.: *Stellarium*, *Celestia*); c) a popularização midiática, por meio de revistas populares e as de divulgação científica — não da comunidade científica —, jornais de notícias, programas de rádio e TV.

Atualmente, existem, no Brasil, instâncias preocupadas com o ensino da astronomia, as quais vêm desenvolvendo atividades individuais para melhorar a qualidade do ensino fundamental e médio nas escolas, porém de modo isolado. Algumas destas tentativas resumem-se em cursos denominados de formação continuada em astronomia para professores do ensino fundamental e médio, oferecidos por algumas das instituições já mencionadas. A preocupação, contudo, reside na forma como tais programas de educação continuada têm sido conduzidos, pois a grande maioria desses cursos parece tratar as temáticas apenas em abordagem centrada em conteúdos específicos, deixando muitas vezes de tratar questões conceituais e metodológicas envolvidas no ensino e na aprendizagem, e as atividades externas à sala de aula. Quase sempre deixam também de considerar resultados de pesquisas, por exemplo, sobre o ensino de física e astronomia e sobre a formação e o desenvolvimento profissional de professores,

⁶ Ver “Dos tempos do Império aos observatórios robóticos” no Capítulo “Astrônomos amadores” no Volume II.

⁷ RELEA é disponível em <http://www.relea.ufscar.br/>.

realizadas nas últimas décadas. Reconhece-se que os conteúdos específicos são fundamentais e necessários para serem trabalhados em programas de formação continuada de professores, como atestam pesquisadores da área de formação docente. Mas a pesquisa também mostra que o conteúdo, por si só, não basta para que o professor sinta-se apto a mudar a sua prática pedagógica. Assim, é importante que futuras elaborações de programas de formação de professores, que contemplem a área de astronomia, norteiem-se em resultados de pesquisas na área de educação em astronomia, do ensino de ciências e da formação de professores, o que poderá proporcionar, além de processos formativos docentes adequados às suas reais necessidades, fontes seguras de informações a partir dos estabelecimentos aqui categorizados. Assim, os professores poderão ter acesso, não apenas a temas e conteúdos específicos de astronomia, mas também a metodologias e técnicas adequadas para o ensino deste tema, bem como à produção da pesquisa em ensino de astronomia, contemplando outros modelos formativos, visando superar os atuais tradicionais modelos conteudistas e tecnicistas.

Além disso, persiste o desafio dado pela extensão territorial de nosso país, bem como as políticas de formação de professores em âmbitos municipais, estaduais e federais. A desigualdade da distribuição de recursos aliada à falta de oportunidade de formação inicial e continuada de professores referentes a conteúdos de astronomia precisam ser enfrentados. Ainda resta muito a ser feito para melhorar a educação em astronomia em todos os níveis em nosso país.

Referências

- Albuquerque, L. de (1974), *Estudos de História*, Vol. II, Coimbra: Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra.
- Almeida Jr., J. B de (1980), “A evolução do ensino de física no Brasil”, *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 2, 1, 45-58.
- Azevedo, Fernando de (1953), *A Cultura Brasileira*, Vol. II, São Paulo: Melhoramentos.
- Brasil (1971), “Lei nº 5.692, de 11/8/71. Fixa Diretrizes e Bases para o ensino de 1º e 2º graus”, *DOU*, Brasília, 12/8/71, retificada 18/8/71.
- Brasil (1996), “Lei nº 9.394, de 20/12/96. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional”, *DOU*, Brasília, 23/12/96, 27833.
- Brasil (1997), *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais (1ª a 4ª série)*, Brasília: MEC/SEF.

Brasil (1998), *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais (5^a a 8^a série)*, Brasília: MEC/SEF.

Brasil (2000), *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio — Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*, Brasília: MEC/SEMT.

Brasil (2001), “Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena”, Parecer CNE/CP nº 9/2001, *DOU*, 18/1/02, Brasília: MEC/CNE.

Brasil (2002a), *PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais — Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*, Brasília: MEC/SEMTEC.

Brasil (2002b), *Referenciais para Formação de Professores*, Brasília: MEC/SEF.

Brasil (2006), *Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*, Brasília: MEC/SEB.

Brasil (2007), *PDE, O Plano de Desenvolvimento da Educação: Razões, Princípios e Programas*, Brasília: MEC.

Brasil (2008), *Rede nacional de formação de professores*, Brasília: MEC/SEB.

Brasil (2013), *Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica*, Brasília: MEC.

Bretones, P. S. (1999), “Disciplinas introdutórias e Astronomia nos cursos superiores do Brasil”, *Mestrado em Geociências*, Campinas: IGE/Unicamp.

Bretones, P. S. (2010), *Banco de Teses e Dissertações sobre Educação em Astronomia*, <http://www.dme.ufscar.br/btdea>, atualizado em março de 2014, acesso em 22/4/14.

Bretones, P. S. (2011a), “Banco de Teses e Dissertações sobre Educação em Astronomia: implantação, dificuldades e possíveis contribuições”, *I SNEA*, Rio de Janeiro, disponível em http://snea2011.vitis.uspnet.usp.br/sites/default/files/SNEA2011_TCO15.pdf, acesso em 10/12/13.

Bretones, P. S. (2011b), “Análise dos minicursos para professores oferecidos nas reuniões anuais da SAB”, Painel 39, *XXXVI Reunião Anual da SAB*, Painel 39, Águas de Lindóia, SP, <http://www.sab-astro.org.br/resumos2011#ED2>.

Brzezinski, I., Org. (2006), *Formação de profissionais da educação (1997-2002)*, Brasília: INEP/MEC.

Cabral, Mario da Veiga (1932), *Lições de Cosmographia*, Rio de Janeiro: Editora Livraria Jacintho.

Camenietzki, C. Z. (2011), “Quando o Céu era Perfeito”, *Revista de História da Biblioteca Nacional*, 75, 15, 18-23, disponível em <http://www.revistadehistoria.com.br/secao/dossie-imigracao-italiana/quando-o-ceu-era-perfeito>, acesso em 17/7/13.

Caniato, R. (1974), “Um Projeto Brasileiro para o Ensino de Física”, *Tese de Doutorado*, Rio Claro, SP: FFCL, Programa de pós-graduação em Ciência, Unicamp.

Caniato, R. (1985), “Ideário e prática de uma proposta brasileira para o ensino de Física”, SNEF/Rio de Janeiro, 6; *Atas SBF/Niterói*, RJ, 147-162.

Caniato, R. (1989), *Com ciência na Educação: ideário e prática de uma alternativa brasileira para o ensino da ciência*, Campinas: Papirus.

Caniato, R. (1993), *O Céu*, São Paulo: Ática.

Carolina, L. M. (2011), “O declínio do império astrológico”, *Revista de História da Biblioteca Nacional*, 75, 15, 26-28, disponível em <http://www.revistadehistoria.com.br/secao/dossie-imigracao-italiana/o-declinio-do-imperio-astrologico>, acesso em 17/7/13.

Carvalho, R. (1985), *História do ensino em Portugal*, Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Chagas, V. (1980), *Educação brasileira: o ensino de 1º e 2º graus*, São Paulo: Saraiva.

Cobra, R. Q. (2011), *Filósofos brasileiros: resumos de época, vida e obras*, disponível em: <http://www.cobra.pages.nom.br/fb-jesuitasensfilo.html>, acesso em 8/2/13.

Correr, A. R. (2006), “A Filosofia na *Ratio Studiorum*”, *Dissertação de Mestrado*, UNIMEP, Piracicaba.

Garcia, C. M. (1999), *Formação de professores: para uma mudança educativa*, Porto: Porto Editora.

Ghiraldelli Jr., P. (2006), *História da Educação Brasileira*, São Paulo: Cortez.

Haidar, M. L. M. (1972), *O Ensino Secundário no Império brasileiro*, São Paulo: EDUSP.

Hosoume, Y.; Leite, C. e Del Carlo, S. (2010), “Ensino de Astronomia no Brasil — 1850 à 1951 — um olhar pelo Colégio Pedro II”, *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 12, 2-17.

IAG/USP (2014), portal institucional <http://www.iag.usp.br/>, acesso em 8/1/14.

Langhi, Rodolfo (2011), “Educação em Astronomia: da revisão bibliográfica sobre conceções alternativas à necessidade de uma ação nacional”, *Cad. Bras. Ens. Fis.*, 28, 2, 373-399.

Langhi, Rodolfo (2013), *Informações sobre oportunidades de formação em ensino de astronomia para professores*, <http://sites.google.com/site/proflanghi/estabelecimentos-1>, acesso em 9/12/13.

Langhi, R. e Nardi, R. (2012), *Educação em Astronomia: repensando a formação de professores*, São Paulo: Escrituras.

- Leite, S. (1938), *História da Companhia de Jesus no Brasil*, Rio de Janeiro: Civilização Brasileira.
- Maldaner, O. A. (2000), *A formação Inicial e Continuada de Professores de Química*, Ijuí: Unijuí.
- Mizukami, M. G. N.; Reali, A. M. M. R.; Reyes, C. R.; Lima, E. F. e Tancredi, R. M. S. P. (2003), *Escola e aprendizagem da docência: processos de investigação e formação*, São Carlos: EdUFSCar.
- Moraes, Abrahão de (1994), “A Astronomia no Brasil” in Fernando de Azevedo (Org.), *As ciências no Brasil*, 99-189, Rio de Janeiro: Editora UFRJ.
- Moreira, M. A. e Nardi, R. (2009), “O mestrado profissional na área de Ensino de Ciências e Matemática: alguns esclarecimentos”, *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 2, 3, 1-9.
- Moura, Carlos Francisco (2008). *Astronomia na Amazônia no século XVIII (Tratado de Madri): os astrônomos Szentmártonyi e Brunelli — instrumentos astronômicos e livros científicos*, Rio de Janeiro: Real Gabinete Português de Leitura.
- Mourão, R. R. de F. (1999), “A contribuição do Padre Antônio Vieira à história da astronomia”, *Revista do IHGB*, 160, 403, 301-308.
- Nóvoa, A. (1997), Formação de professores e profissão docente in A. Nóvoa (Org.), *Os professores e a sua formação*, 3^a edição, Lisboa: Dom Quixote.
- Paiva, José Maria de (1981), *O Método Pedagógico Jesuítico*, Viçosa: Imprensa Universitária.
- Perrenoud, P. (1999), *Construir as competências desde a escola*, Tradução do original em francês, Porto Alegre: Artmed.
- Perrenoud, P.; Thurler, M. G.; Macedo, Lino de; Machado, Nilson José e Allessandrini, C. D., Cláudia Schilling e Fátima Murad, Trads. (2002), *As competências para ensinar no século XXI, A formação dos professores e o desafio da avaliação*, Porto Alegre: Artmed.
- Piletti, N. (1996), *História da Educação no Brasil*, São Paulo: Ática.
- Rodrigues, Ernesto (2008), Padre António Vieira. IV Centenário 1608-2008, *Sermões, Cartas, Obras Várias*, Lisboa: Tupam Editores.
- Romanelli, O. de O. (1995), *História da Educação no Brasil*, Petrópolis: Vozes.
- Silva, C. P. da (2003), *A matemática no Brasil*, São Paulo: Edgard Blücher.
- Silva, L. A. G. da (2008), “As bibliotecas dos jesuítas: uma visão a partir da obra de Serafim Leite”, *Perspectivas em Ciência da Informação*, 13, 2, 219-237.

Silva, R. C. (2000), “O professor, seus saberes e suas crenças” in M. R. Guarnieri (Org.), *Aprendendo a ensinar: o caminho nada suave da docência*, Campinas: Autores Associados.

Sobreira, P. H. A. (2006), “Cosmografia Geográfica: a Astronomia no Ensino de Geografia”, *Tese de Doutorado*, Programa de Pós-Graduação em Geografia Física, São Paulo: FFLCH/USP.

Steiner, J. E. (2009), “Astronomia no Brasil”, *Ciência e Cultura*, 61, 4, 45-48, disponível em <http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v61n4/15.pdf>, acesso em 27/12/13.

Toyshima, A. M. S. (2011), O Ideário Educacional Jesuítico: explorando o *Ratio Studiorum*, *Trabalho de conclusão de curso*, Maringá, UEM.

Valente, W. R. (2007), *Uma história da matemática escolar no Brasil, 1730-1930*, São Paulo: Annablume-Fapesp.

Varella, Irineu G. e Oliveira, Priscila D. C. F. de (2008), *Uranometria Nova*, <http://www.uranometrianova.pro.br/cursos/cursos.htm>, última atualização em 12/9/08, acesso em 28/12/13.

Vechia, A. e Lorenz, K. M. (1998), *Programa de ensino da escola secundária brasileira: 1850-1951*, Curitiba: Editora do Autor.

Vidal, D. G. e Hilsdorf, M. L. S. (2001), *Brasil 500 anos: tópicos em história da educação*, São Paulo: EDUSP.

Zotti, S. A. (2005), “O ensino secundário no império brasileiro: considerações sobre a função social e o currículo do Colégio D. Pedro II”, *Revista HISTEDBR On-line*, 18, 29-44.

Capítulo 16

ACERVO
INSTRUMENTAL E
ARQUITETÔNICO

Parte 1

Patrimônio científico da astronomia no Brasil

Marcus Granato (MAST/MCTI)

Será apresentado panorama sobre o patrimônio científico brasileiro ligado à astronomia, incluindo as coleções de instrumentos e equipamentos do Imperial Observatório do Rio de Janeiro (IORJ)/Observatório Nacional (ON), do Observatório do Valongo (OV)/UFRJ, do Observatório Central/UFRGS e do Instituto Astronômico e Geofísico (IAG) da USP. Nesse contexto serão apresentadas informações históricas relacionadas à formação desses conjuntos e coleções.

Introdução

Os observatórios nacionais, que se encontram entre as mais antigas instituições científicas, são objeto de especial interesse para a história das ciências, em particular para a história da astronomia. Representam o apoio explícito dos governos à astronomia, sendo testemunho da importância que muitas nações têm atribuído a esse ramo das ciências. Esse testemunho perde-se no tempo. Reis, czares, presidentes, representantes de governos os mais diversos têm reservado recursos de grande monta para construção de edificações, compra de instrumentos, pagamento de pessoal e o desenvolvimento de projetos e atividades. Esse compromisso pode ser comparado, no passado, com outro modo de olhar o céu: o religioso, onde a construção de edificações como catedrais, templos etc., também representou grande esforço e investimento.

Os observatórios são o resultado, bem como uma das razões principais do desenvolvimento da astronomia e de instrumentos científicos correlatos. Esse desenvolvimento remonta à antiguidade e não é privilégio dos países da Europa. Chineses, indianos, gregos, árabes, maias e outros povos antigos observavam o céu com intuições diversos, e muito conhecimento foi por eles produzido.

Durante os séculos 17 e 18, França e Inglaterra possuíam observatórios insuperáveis em suas instalações e instrumentos. No século 19 os observatórios alemães e o de Pulkovo (Rússia) ultrapassaram os franceses e ingleses, mas já na segunda metade para o fim desse século, os observatórios americanos iniciaram sua caminhada em direção à liderança no desenvolvimento da astronomia. Antes do século 19 somente três dezenas de observatórios importantes podem ser identificados. Um século mais tarde, já existiam mais de 200, além de grande número de pequenas estações. Acompanhando essa progressão, o desenvolvimento de instrumentos cada vez mais precisos determinou verdadeira revolução tecnológica.

A partir dessas instituições formaram-se grandes coleções de instrumentos científicos, que se tornaram históricos pelos eventos de que participaram, pelas descobertas que propiciaram e pela evolução da técnica e da precisão que exemplificam. Muitos observatórios foram transformados em museus e seus instrumentos preservados, entre eles destacam-se, na Europa, os Observatórios de Greenwich e de Paris. No Brasil, a maioria dos antigos instrumentos científicos que testemunham a história do Imperial Observatório do Rio de Janeiro (IORJ)/Observatório Nacional (ON) está preservada no Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST).

Os instrumentos científicos não são apenas artefatos técnicos interessantes, são testemunhos materiais do passado. E como tal, se cuidadosamente examinados e estudados, podem nos fornecer quantidade importante de informações relacionadas à transferência de conhecimento entre vários países, às práticas de laboratório, ao desenvolvimento de uma disciplina, à evolução da indústria de precisão, ao relacionamento entre laboratórios e indústrias etc. Ao mesmo tempo, o estudo de instrumentos científicos históricos pode ser muito útil para os professores, de forma a estimular abordagem histórica e didática da ciência moderna.

Como já mencionado, o desenvolvimento de instrumentos tem sido um dos fatores mais importantes para o progresso da ciência. Em particular, a astronomia tem relação com os desenvolvimentos da óptica e da mecânica de precisão. A história dos observatórios astronômicos é muitas vezes determinada por essa corrida científico-tecnológica paralela (Herrmann, 1984).

Com o foco no desenvolvimento e uso de instrumentos científicos, este texto apresentará visão panorâmica sobre as instituições dedicadas ao estudo da astronomia no Brasil a partir do século 19 até meados do século 20. As quatro instituições que serão apresentadas são o IORJ/ON e o OV/UFRJ, ambas no Rio de Janeiro, o Observatório Central/UFRGS, em Porto Alegre, e o Instituto Astronômico e Geofísico (IAG), em São Paulo. O primeiro foi criado por decreto pelo imperador d. Pedro I, em 15 de outubro de 1827, o segundo está relacionado à Universidade do Brasil (UB) e foi criado em 5 de julho de 1881 (ver o Capítulo “Ensino superior em Astronomia” neste Volume). O terceiro, originalmente projetado em 1889, foi inaugurado em 24 de janeiro de 1908 (ver “O Observatório da UFRGS: patrimônio histórico nacional” neste Capítulo) e, finalmente, o último origina-se no Serviço Meteorológico, ligado à Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, e foi criado em 1930 (ver o Capítulo “Chegada da astronomia oficial a São Paulo” neste Volume).

Observatórios no Brasil. Preservação do patrimônio histórico

No Brasil, a existência de observatórios é indicação de atividade científica no país antes do advento da universidade no século 20. Na virada do século 19 para o 20, como já mencionado, três instituições estavam ativas nas observações astronômicas: o ON, o OV, ligado à Escola Politécnica (EP), ambos no Rio de Janeiro, e o Observatório Central, em Porto Alegre.

As três instituições continuam a funcionar até os dias de hoje e seus instrumentos científicos de valor histórico fazem parte de projetos de preservação do patrimônio cultural. A maior coleção desse tipo de objetos está no MAST, sendo a maioria dos artefatos proveniente do IORJ, hoje ON. As construções do Observatório Central¹, em Porto Alegre, e do ON², no Rio de Janeiro, são tombadas pelo patrimônio federal (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, IPHAN), em especial porque as edificações foram construídas especificamente para a pesquisa em astronomia, com características arquitetônicas típicas do fim do século 19 e início do 20, que não foram alteradas com o passar dos anos.

Um pouco mais tarde o Observatório de São Paulo (OSP) inicia nova fase de atividades de observação a partir de 1927 e novo campus para o IAG se estrutura a partir de 1941. O patrimônio histórico proveniente do IAG tem dependido até o momento de iniciativas pessoais para sua preservação.

A seguir, serão abordados aspectos significativos sobre a história dessas instituições e suas coleções de instrumentos científicos.

IORJ/ON

Durante o século 18 o governo português pouco encorajou a ciência no Brasil. Somente após a vinda de d. João VI, fugindo da invasão napoleônica a Portugal e, posteriormente, com d. Pedro I, é que se observou mudança acentuada nesse panorama. Observações astronômicas rudimentares foram realizadas desde o início do século 19 na Escola Militar no Rio de Janeiro, mas somente em 15 de outubro de 1827, o imperador determinou a criação, por decreto, de observatório astronômico com o objetivo de produzir dados astronômicos e meteorológicos, bem como ministrar cursos de astronomia para os estudantes das Academias Militar e Naval (Morize, 1987).

Por motivos diversos, o observatório astronômico somente iniciou suas atividades em meados do século 19. Sediado na Escola Militar, seu primeiro diretor foi Soulier de Sauve, nomeado em 1845 por Jerônimo Francisco Coelho, então ministro da Guerra. Sauve morreu antes da ocupação do novo local no Morro do Castelo (igreja inacabada dos jesuítas).

¹ Processo nº 1438-T-98, inscrito no número 556 do Livro Histórico em 19 de junho de 2000 (Arquivo Noronha Santos, IPHAN).

² Processo nº 1009—T-79, inscrições em dois livros de tombo, no Livro Histórico, sob o número 509, e no Livro Arqueológico, Etnográfico e Paisagístico, sob a inscrição 095, em 14 de agosto de 1986 (Arquivo Noronha Santos, IPHAN).

Em 1846 definiu-se por decreto o nome oficial do IORJ, estabelecendo-se também como a instituição deveria funcionar (Videira, 2002). Eram suas atribuições: fazer observações astronômicas e meteorológicas; formar e treinar os alunos da Escola Militar e da Academia da Marinha; publicar anuário astronômico; fornecer a hora certa para os navios fundeados no porto.

Em 1858 e 1865, o novo diretor Antonio Manuel de Melo organizou jornadas de observação dos eclipses solares e publicou algumas efemérides. O maior instrumento mencionado nessa época era um telescópio refrator Dollond de 7 cm de abertura. A Figura 1 apresenta imagem do IORJ no Morro do Castelo.

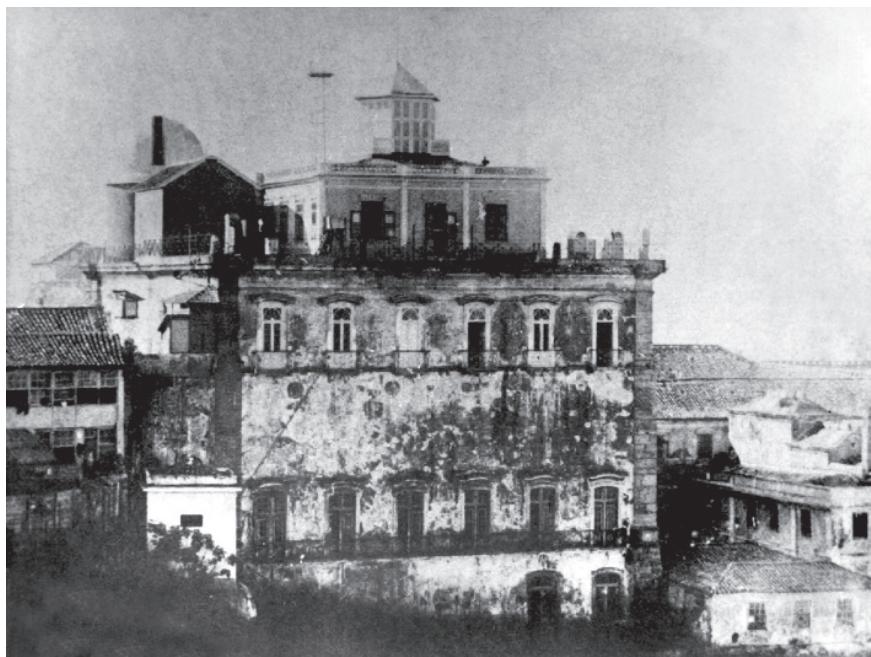


Figura 1. IORJ no Morro do Castelo, segunda metade do século 19 (Acervo MAST)

Após o fim da Guerra do Paraguai (1870), d. Pedro II, imperador interessado em astronomia, reorganiza o IORJ e coloca o astrônomo francês Emmanuel Liais como diretor (ver o Capítulo “Primeiras pesquisas em astronomia” neste Volume). Inicia-se aí período muito profícuo para o observatório, com os trabalhos produzidos na instituição sendo apresentados por seu diretor nas academias europeias. Nesse período estudado por Barboza (1994), o observatório é reconhecido como instituição científica à frente das demais existentes no país, fato caracterizado pelo convite para participar

do grande evento internacional organizado pela França, para a observação da passagem do planeta Vênus pelo disco solar³. O período de Liais na direção do IORJ foi caracterizado por intensa atividade científica, mas pouco preocupado com a aplicação dos conhecimentos gerados. Liais conseguiu o desmembramento do Observatório da Escola Militar, mas sua administração foi marcada por muitas polêmicas, tendo ele se demitido em 1881 (Videira, 2002).

Em seu lugar assume o engenheiro belga Luiz Cruls, principal colaborador de Liais. Destacam-se nesse período as expedições científicas por ele realizadas a Punta Arenas (Chile) para a observação da passagem de Vênus pelo disco solar (1882); ao Planalto Central para a determinação do quadrilátero de Brasília, futura capital do país (1890); à fronteira Peru/Brasil/Bolívia para a determinação do local exato da nascente do rio Javari, determinante no conflito entre esses países (1898) (Brasil, 1898). Também nesse período, em 1887, o observatório foi convidado a participar de outro grande projeto internacional (*Carte du Ciel*⁴), também organizado pela França para produzir o mapa completo da abóbada celeste (Turner, 1912). O instrumento científico padrão necessário para esse intuito, uma luneta **equatorial** fotográfica, chegou a ser adquirido. No entanto, a proclamação da República viria a interromper a trajetória da instituição inviabilizando a sua contribuição ao projeto. O instrumento jamais foi montado em seu pavilhão original, mas está presente na coleção preservada pelo MAST.

Com a República o IORJ passa a se chamar Observatório do Rio de Janeiro (ORJ) e, em 1909, Observatório Nacional (ON), sendo sua principal função à época, a organização de serviço meteorológico para todo o território nacional, a contragosto de seu diretor Henrique Morize. Muitos instrumentos relacionados à meteorologia foram adquiridos pelo observatório e fazem parte da coleção do MAST em razão dessa atividade.

Controvérsias sobre a instalação do observatório no Morro do Castelo remontavam a meados do século 19. Relatórios de seus diretores insistiam sobre a inadequação do local, onde a instabilidade do terreno impedia a instalação de instrumentos astronômicos de grande porte. Fatores políticos misturaram-se à necessidade de modernização da cidade e acabaram por determinar, nesse período (Morize, 1987), a escolha do Morro de São Januário, no então aristocrático bairro de São Cristóvão, para a construção da nova sede do observatório.

³ Planetas que orbitam ao redor do Sol no interior da órbita da Terra (Mercúrio e Vênus) podem ocasionalmente ser vistos da Terra passando na frente do disco solar.

⁴ Ver nota de rodapé 2 do Capítulo “Apresentação”, neste Volume.

Inicia-se então, em 1913, a edificação do novo conjunto arquitetônico. As obras são concluídas em 1920 e, no ano seguinte, o observatório instala-se no local. Enquanto isso, no Castelo, as demolições afetavam o imaginário popular, difundindo a crença de que ali se encontravam tesouros escondidos pelos jesuítas (Morize, 1987). A Figura 2 apresenta imagem do ON em sua nova sede, em 1922, no Morro de São Januário.



Figura 2. Vista do prédio principal do ON, no Morro de São Januário, primeira metade do século 20 (Acervo MAST)

Importantes atividades técnicas e de pesquisa, realizadas sob a responsabilidade do observatório, podem ser destacadas: a determinação da hora oficial no país (ver o Capítulo “Difusão da Hora Legal” neste Volume); a previsão do tempo; as efemérides astronômicas, a demarcação das fronteiras brasileiras (ver o Capítulo “Expedições astronômicas” neste Volume), observações sistemáticas dos eclipses do Sol no território nacional; o mapeamento magnético do solo brasileiro e muitas outras (Barreto, 1987). Um grande número de instrumentos científicos foi utilizado nessas tarefas, constituindo hoje uma das coleções de observatórios mais importantes do mundo.

A aquisição e funcionamento dos instrumentos nesse período foram marcados por muitas barreiras institucionais e financeiras. Há exemplos de instru-

mentos que levavam anos para serem reparados e outros anos para que fossem entregues. Isso, evidentemente, criava barreira para a rápida atualização técnica do instrumental apropriado para a pesquisa. Além disso, havia falta de recursos humanos, tanto em quantidade para as tarefas técnicas, quanto pela pequena capacitação dos quadros científicos. O observatório era extremamente enxuto de pessoal. Um caso notório foi o ocorrido com o estudo de variação de latitude, quando após todo um programa montado foi abandonado por falta de pessoal auxiliar para os cálculos (Morize, 1987).

Esses dois aspectos reforçam uma característica do período pós-proclamação da República, a falta ainda de institucionalização da atividade de pesquisa, o que só viria a ocorrer na segunda metade do século 20, viabilizando os instrumentos necessários para essa atividade.

Houve por parte de quase todas as diretorias um esforço de suprir o observatório com o que havia de mais moderno. Esta foi uma herança das primeiras diretorias, ainda no período imperial, que conseguiram inserir o trabalho do observatório no cenário internacional. As diretorias tinham clareza das limitações e das necessidades, tanto institucionais quanto financeiras para a prática da nova astronomia, mas as dificuldades eram muitas.

Instrumentos da coleção do MAST nos mostram hoje, por si só e por seu uso, que instituição era o ON, que papel era almejado e o que de fato foi a sua prática. A análise desses instrumentos nos mostra o que podia ser realizado, e permite inferir sobre a evolução ou, em alguns casos, a estagnação da prática dos métodos utilizados. O ON permanece como centro de pesquisa ativo até os dias de hoje, situado no mesmo sítio histórico em diversas construções, sendo a primeira inaugurada em 1985. Oferece cursos de mestrado e doutorado em astronomia, através de seu programa de pós-graduação que foi inicialmente credenciado pelo Conselho Federal de Educação (CFE) em 22 de janeiro de 1973 (ver “A multiplicação de centros de astronomia no país” no Capítulo “Pós-graduação em astronomia” no Volume II). Posteriormente, foi recredenciado pelo CFE para a área de Astronomia em nível de mestrado e doutorado, em 6 de dezembro de 1993.

A Coleção do MAST

O MAST, aberto ao público em 1985, é um instituto de pesquisa (ver o Capítulo “Museu e unidade de pesquisa” no Volume II) do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e possui como uma das suas principais atividades a preservação de suas coleções, em especial a mais importante, a de

instrumentos científicos, o que caracteriza o MAST como museu de ciência e técnica. O museu está situado no mesmo local onde esteve funcionando o antigo ON e engloba uma série de edificações que pertenceram àquela instituição. Essas edificações históricas, bem como as coleções daí originadas, são preservadas por Lei Federal de 1986, estando registradas no Livro Histórico volume 1, folhas 94-97, inscrição 509, de 14/8/1986 (IPHAN, 1994). O prédio sede do MAST abriga a reserva técnica visitável do museu, onde se encontra grande parte da coleção de instrumentos científicos históricos. A Figura 3 apresenta vista atual desse prédio.



Figura 3. Vista atual do prédio histórico principal sob a guarda do MAST (Acervo MAST)

A coleção do MAST é uma das mais importantes do gênero. É composta, até o momento, por cerca de 2 mil objetos, dos quais 1.600 pertenceram ao antigo ON e foram utilizados em serviços e pesquisas de grande importância para o país, como a determinação e a transmissão da hora oficial, a previsão do tempo, as efemérides astronômicas, a demarcação das fronteiras brasileiras, o mapeamento magnético do solo brasileiro e outros. A Figura 4 apresenta imagens de alguns desses instrumentos.

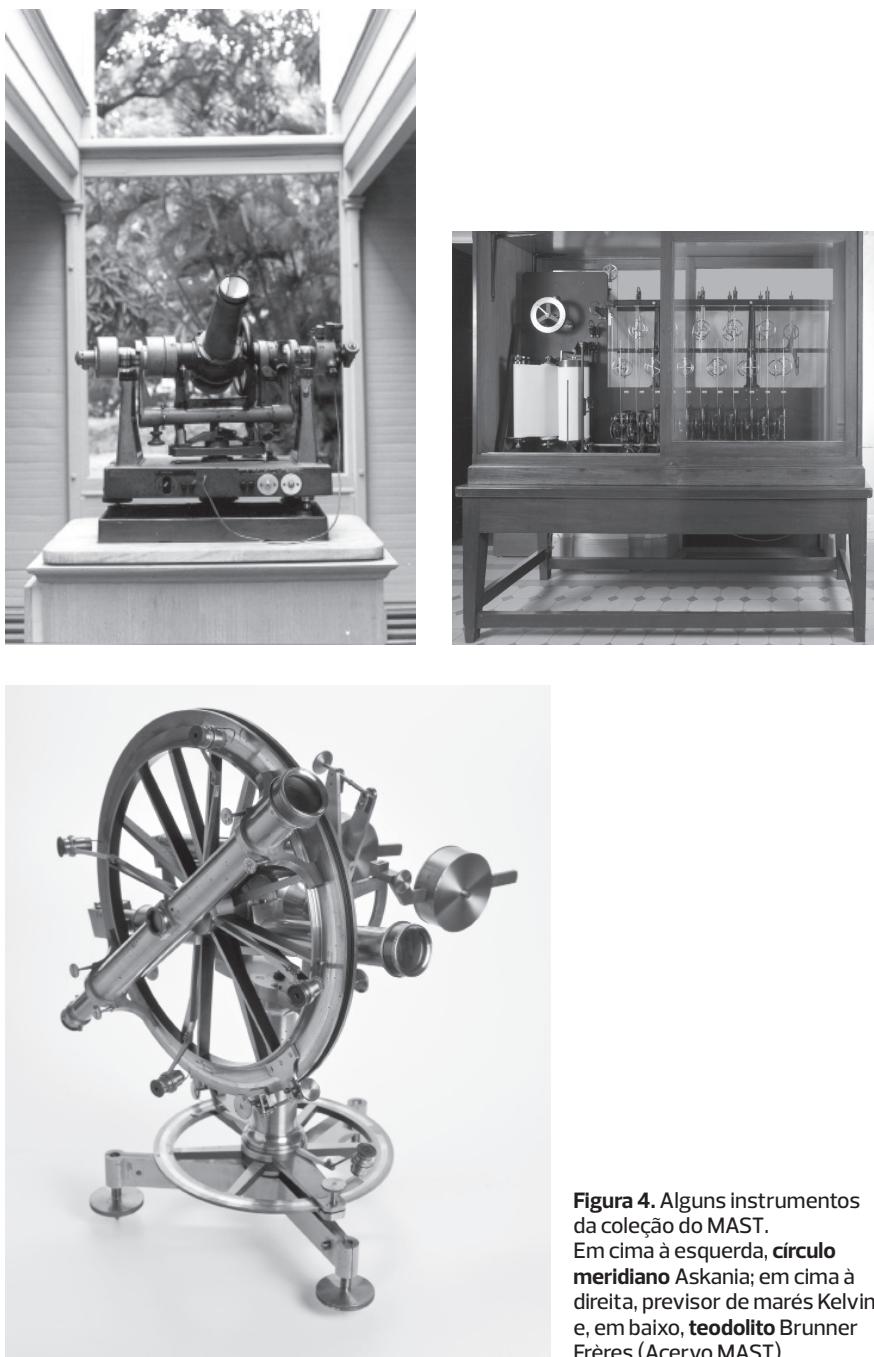


Figura 4. Alguns instrumentos da coleção do MAST.
Em cima à esquerda, **círculo meridiano** Askania; em cima à direita, previsor de marés Kelvin e, em baixo, **teodolito** Brunner Frères (Acervo MAST)

Os instrumentos pertencem em sua maioria ao século 19 e início do 20. Entretanto, algumas das peças, como o **quadrante** de J. Sisson e o **teodolito** de G. Adams remontam ao século 18. A coleção é extremamente rica e pode ser comparada às grandes coleções do mundo desse tipo (Brenni, 2000). Uma grande parte dos objetos relaciona-se à astronomia, topografia, geodésia, geofísica, meteorologia, metrologia, medida de tempo e óptica. Tais instrumentos são típicos desse tipo de instituição naquela época, mas a coleção também ilustra outras áreas das ciências como a eletricidade, o magnetismo e a química. A coleção tem crescido ininterruptamente, mas a ritmos muito variados e, mais recentemente, foram incorporados objetos do Instituto de Engenharia Nuclear, do Centro de Tecnologia Mineral e do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), todos institutos de pesquisa do MCTI.

Além do prédio sede do MAST, o conjunto tombado pelo patrimônio histórico abrange diversos pavilhões onde estão localizados alguns dos maiores instrumentos da coleção (lunetas **equatoriais** de 32 e de 21 cm de diâmetro de lente objetiva, instrumentos meridianos fabricados por Heyde, Bamberg, Gautier e Cooke & Sons e o **foto-heliógrafo** Zeiss) em seus locais originais de instalação. Esses instrumentos estão em boas condições, tendo todas as suas peças originais. Este fato é surpreendente considerando que em outras instituições similares no mundo muitos instrumentos astronômicos foram modernizados depois da II Guerra Mundial e frequentemente muitos elementos, como divisores de círculos, oculares e mecanismos de relojoaria foram eliminados e substituídos por outros mais modernos.

Alguns dos pavilhões e suas cúpulas foram restaurados e cabe citar a restauração do pavilhão da luneta **equatorial** de 32 cm (Granato *et al.*, 2005) que incluiu a restauração da cúpula metálica móvel, da edificação e da luneta astrológica, e a reabilitação do pavilhão da **luneta meridiana** Gautier, incluindo a restauração completa do instrumento (Granato *et al.*, 2007).

Os instrumentos de menor porte estão localizados, em sua maioria, em diversas estantes, em sete salas da reserva técnica visitável do MAST, a maioria deles também tombada pelo patrimônio. Foi estabelecida classificação desses instrumentos por tipologias, com base em critérios internacionais, que abrange as seguintes áreas: astronomia, cálculo e desenho, cosmografia e geografia, medição do tempo, eletricidade e magnetismo, geodésia e topografia, geofísica e oceanografia, mecânica, meteorologia, metrologia, navegação, óptica, termometria e química. Mais recentemente, foram incluídas as áreas de fotografia, energia nuclear e tecnologia mineral, de forma a acompanhar a ampliação da coleção.

É importante destacar a grande variedade dos objetos da coleção. Com instrumentos que podem ser encontrados em instituições e museus similares

(telescópios, **teodolitos**, **círculos meridianos**, instrumentos de trânsito (**passagem meridiana**), relógios de precisão, magnetômetros, instrumentos de meteorologia, comparadores de chapas astrototográficas⁵ etc.), o MAST preserva também alguns instrumentos muito peculiares como o previsor de marés de Kelvin, o analisador harmônico de Henrici⁶, instrumento de alta precisão, puramente mecânico, complementar ao previsor de marés e utilizado para estudar as curvas nele produzidas, o instrumento de Salmoiraghi para determinar a **equação pessoal**, instrumentos para instalar fios de teia de aranha em retículos, máquinas de divisão de círculos graduados e outros instrumentos especiais. Um dos instrumentos é único e destaca a capacidade de fabricação de qualidade no Brasil, um altazimute (**altazimutal**) do fim do século 19, projetado pelo astrônomo Emmanuel Liais e fabricado nas oficinas de José Hermida Pazos, no Rio de Janeiro (Novo Alt-Azimut, 1880). Esse instrumento ganhou prêmios em diversas exposições no Brasil e na Europa (*Catalogue officiel*, 1889; Exposição Nacional de 1908, 1909).

Os fabricantes representados na coleção do MAST estão entre os mais famosos e hábeis da Europa e representam os nomes de maior prestígio na indústria de precisão da época. Exemplificando alguns dos fabricantes pode-se citar: Brunner Frères, de Paris (magnetômetros, **círculos meridianos** e **teodolitos**); A. Hilger (Hilger, 1924), de Londres (**espectroscópios** e acessórios); G. Heyde, de Dresden (instrumentos de trânsito e **teodolitos**); C. Zeiss (Zeiss, 1926), de Jena (instrumentos astronômicos e ópticos); P. Pellin (Pellin, 1913), de Paris (instrumentos de óptica física); T. Cooke & Sons, de York (telescópios e seus acessórios); P. Gautier, de Paris (**círculo meridiano** e acessórios de astronomia); L. Leroy, U. Nardin e C. Rieflres (relógios astronômicos e **cronômetros**); *Société Genevoise d'Instruments de Physique* (comparadores de alta precisão), de Genebra (Société ..., 1914). Além disso, como já mencionado, existem na coleção instrumentos de qualidade feitos no Rio de Janeiro por construtores locais: José Maria dos Reis e seu sucessor Hermida Pazos (Novo Alt-Azimut, 1880).

Uma análise de certos grupos de objetos da coleção, com os arquivos históricos do observatório, permite levantar questões interessantes para análise histórica. Alguns grupos possuem, por exemplo, cinco, seis ou mais instrumentos iguais, como **teodolitos** ou termômetros. Muitos instrumentos sequer foram retirados de suas caixas originais, estando em perfeito estado de conservação, como novos. Alguns instrumentos pertencem a áreas

⁵ Chapas para fotografia astronômica.

⁶ Fabricado por Coradi (Zurique).

onde o observatório não realizou quaisquer trabalhos. Essas questões fazem parte de pesquisas sobre a coleção, que estão sendo realizadas para esclarecer pontos ainda obscuros da história da ciência no Brasil, mesmo que muitas vezes determinem a descoberta de períodos bem menos produtivos das instituições científicas brasileiras.

O observatório, durante certos períodos de sua história, parece ter sido depósito de instrumentos para empréstimo a outras repartições, por exemplo, para as muitas expedições científicas e técnicas que foram realizadas pelo território nacional, ou mesmo para a realização de trabalhos de meteorologia em todo o país. A dificuldade de encontrar e contratar pessoal técnico especializado para o observatório pode ter determinado que muitos instrumentos tenham sido adquiridos e não utilizados.

A maioria dos instrumentos da coleção encontra-se em bom estado de conservação, fato a ser destacado, principalmente em razão do clima tropical do Rio de Janeiro. Além disso, os instrumentos não foram canibalizados e, portanto, a maioria deles se encontra completa, com muitos deles em condições de funcionamento, o que permitiria levantar outras questões: teriam sido realmente utilizados (a grande maioria), teriam ocorrido períodos de descontinuidade nas atividades do observatório que explicassem possível abandono de instrumentos pela perda de sua atualidade?

O registro dos objetos através de inventário foi iniciado em 1993 e continua até os dias atuais. Todos os objetos possuem um número de inventário (MAST, 2000, 2011) e localização definidos. Os instrumentos foram também fotografados e foi montado arquivo iconográfico da coleção, além de banco de imagens digitalizadas. Foi implantado o registro informatizado através de *software* desenvolvido no MAST especialmente para esse tipo de coleção.

Com relação à socialização desse acervo, o MAST realiza exposições de caráter permanente e temporário, muitas vezes utilizando peças do acervo (Granato, 2010) e, recentemente (Granato e Acioli, 2010) foi publicado livro sobre o patrimônio sob a guarda do MAST, constituindo importante registro documental sobre as coleções e edificações que são objeto de preservação na instituição.

Observatório do Valongo (OV)

As origens do atual OV remontam a um pequeno observatório construído pelo astrônomo Manoel Pereira Reis em sociedade com Joaquim Galdino Pimentel e André Gustavo Paulo de Frontin (ver o Capítulo “Ensino superior de astronomia” neste Volume). Pereira Reis era pesquisador, professor e astrônomo do então IORJ e se desliga dessa instituição devido a desentendimentos com seu diretor à época, Emmanuel Liais. O local escolhido para a construção do novo observatório na capital é o Morro de Santo Antônio, vizinho à EP situada então no Largo de São Francisco, no centro da cidade do Rio de Janeiro.

Galdino Pimentel e Pereira Reis ingressam no quadro de professores catedráticos da EP e doam o observatório à Escola com todos os instrumentos que haviam sido cedidos por pesquisadores e instituições. Em 5 de julho de 1881 é criado oficialmente o observatório da EP, origem do atual OV (UFRJ, 2008: 43).

Em 1901, iniciou-se a compra dos instrumentos e, em 1907, chega o telescópio refrator fabricado por Cooke & Sons, equipado para fotografia astronômica, que existe até hoje, tendo sido reformado entre 1997 e 2000. A Figura 5 apresenta imagem do observatório em seu local original.



Figura 5. Observatório da EP do Rio de Janeiro (Fonte: Acervo OV)

Com a derrubada do Morro de Santo Antônio, no âmbito das reformas urbanas ocorridas no centro da cidade do Rio de Janeiro em 1921, todos os equipamentos existentes no observatório foram transferidos para a Chácara do Valongo, no Morro da Conceição. Nesse local, em 1924, foi inaugurado o OV, onde permanece até os dias atuais (Boechat-Roberty, 2004: 180). As instalações no

Morro da Conceição são praticamente idênticas às do Morro de Santo Antônio como a entrada do observatório, assim como os prédios que abrigam as cúpulas do telescópio de Cooke e da luneta de Pazos.

Entre 1930 e 1957 o observatório fica praticamente abandonado, quando se transferem dois astrônomos do ON e iniciam a organização do curso de graduação em astronomia na Faculdade Nacional de Filosofia (FNF), da antiga Universidade do Brasil (UB) (Boechat-Roberty e Videira, 2003: 10). O curso é oficialmente criado em 22 de setembro de 1958.

Incorporado à UFRJ após a Reforma Universitária de 1968, o OV passou a ser a sede do Departamento de Astronomia e vem fornecendo, desde então, infraestrutura para o desenvolvimento de suas atividades de ensino, pesquisa e extensão.

O MAST, a partir de 2009, vem trabalhando em parceria com essa instituição para a preservação de um grupo de instrumentos científicos existente no local. Embora pequeno, o acervo retrata a história dessa instituição e os instrumentos, em sua maioria, foram fabricados entre 1880 e 1970. O destaque entre os objetos da instituição é uma luneta construída pelo fabricante brasileiro José Hermida Pazos, em 1880, com 110 mm de diâmetro de lente objetiva. A luneta está abrigada em prédio próprio, desde 1920. A Figura 6 apresenta imagem recente da luneta e do prédio que a abriga situado no campus do OV.



Figura 6. Imagem recente da luneta fabricada nas oficinas de Hermida Pazos (esquerda) e da edificação que a abriga (direita). Fonte: Acervo OV

A partir do trabalho desenvolvido em conjunto com o MAST, foram registrados 300 objetos, além de higienizados, fotografados e marcados de forma semipermanente. Em seguida, foi produzido e publicado inventário (OV, 2010) e alimentado o banco de dados do registro informatizado, para futura disponibilização da coleção na *internet*⁷. A partir do levantamento realizado, alguns instrumentos podem ser mencionados: luneta astronômica, telescópio **coudé** refrator, comparador de placas astrofotográficas, rede de difração, prisma solar polar e estojo com oculares (Carl Zeiss); **pêndula** astronômica e **cronômetro** (Favarger & Cie.); **astrolábio** de prisma (A. Jobin); **teodolito** (P. Gautier); luneta **meridiana** acotovelada (Julius Wanschaff); luneta azimutal (E. Troughton & Simms); **teodolito** T4 (Wild Heerbrugg). Há que se destacar ainda, no âmbito dessa colaboração, a realização de uma dissertação de mestrado sobre a trajetória de formação da coleção de instrumentos científicos do OV, onde se verificou que muitos instrumentos que participaram das atividades do OV foram perdidos no tempo, por outro lado foram identificados momentos singulares na trajetória construída, tais como:

- o momento inicial quando foram adquiridos os primeiros objetos, antes da fundação do próprio observatório, a partir da criação da EP em 1874;
- a fundação do observatório da EP em 5 de julho de 1881;
- a transferência do observatório do Morro de Santo Antônio para a Chácara do Valongo (no Morro da Conceição) entre 1924 e 1926;
- o período de pouca utilização observatório entre 1936 e 1957;
- a criação do curso de astronomia em 1958;
- a aquisição do conjunto de instrumentos pelo acordo do MEC com países do leste europeu⁸ na década de 1970;
- a mudança de olhar para os instrumentos, marcada pelo desenvolvimento de projetos de preservação da memória institucional a partir de 1996;
- a formação da coleção, a partir das atividades realizadas em parceria com o MAST (Oliveira, 2011: 128).

A Figura 7 apresenta imagens de alguns instrumentos da coleção do OV.

⁷ <http://www.ov.ufrj.br>

⁸ Convênio MEC/RDA (República Democrática Alemã). Sobre esse Convênio ver “Plane-tários” no Capítulo “Divulgação e educação não formal na astronomia” no Volume II.



Figura 7. Imagens de alguns instrumentos da coleção do OV. Em cima à esquerda, um relógio de pêndulo; em cima à direita, uma luneta Zeiss e, em baixo, uma luneta meridiana Julius Wanshafé (Acervo MAST)

O OV possui curso de graduação em astronomia, oferecendo o diploma de astrônomo desde 1961 quando se formou o primeiro estudante. Conta ainda, desde 2002, com um curso de mestrado em astronomia (ver “A multiplicação de centros de astronomia no país” no Capítulo “Pós-graduação em astronomia” no Volume II).

Observatório Central

No fim do século 19 a cidade de Porto Alegre, RS, passa por intensas obras de melhoria. Entre elas destaca-se a instalação da rede de fornecimento de energia elétrica, da rede de esgotos, do transporte elétrico, do sistema de água encanada, de hospitais, da rede de telefonia e de indústrias. Nesse contexto são criadas as primeiras instituições de ensino superior da região, entre as quais a Escola de Engenharia (EE de Porto Alegre) em 1886. Um pouco mais tarde, em 1889, esboça-se projeto para a construção de observatório a ela associado (ver neste mesmo Capítulo “O Observatório Astronômico da UFRGS: patrimônio histórico nacional”).

Em 18 de setembro de 1906 (Vasconcelos *et al.*, 2008: 13), é fundado o Instituto Astronômico e Meteorológico (IAM) da Escola de Engenharia e tem início a construção de sua sede. Em 24 de janeiro de 1908, o prédio do IAM é inaugurado e, meses mais tarde, os primeiros instrumentos científicos, uma luneta **equatorial** de 190 mm e uma luneta de **círculo meridiano** de 75 mm, ambas fabricadas por Gautier, chegam de Paris (Livi, 1996: 48). Ao fim desse ano o observatório passa a ter em seus quatro pavimentos, uma oficina, uma secretaria, a sala meridiana com Serviço da Hora e a sala equatorial encimada por cúpula metálica para observação do céu. A Figura 8 apresenta imagem dos prédios do Instituto Técnico e do Observatório em 1909.

O trabalho de maior destaque nesse período foi a implantação, a pedido do governo estadual, do Serviço Meteorológico do Estado, com a instalação de rede meteorológica constituída por 34 estações, sendo 26 meteorológicas e 8 pluviométricas. Em 1911 é contratado o astrônomo alemão Friedrich Rahnen-führer, de Königsberg, cujas principais atividades eram determinar a hora local, chegando à precisão de 0,03 s, e ministrar o curso de astronomia de Campo para os alunos de engenharia civil. No ano seguinte, é adquirida na Alemanha a luneta de **passagem meridiana** fabricada por Repsold, com duas **pêndulas** da marca Riefler e **cronômetros** de marinha. Os instrumentos são instalados em abrigo construído ao lado do observatório, com isolamento térmico adequado para propiciar a estabilidade necessária aos relógios.



Figura 8. Vista dos prédios do IAM e do Observatório, 1909 (Acervo Observatório Central)

Em junho de 1921 a Seção de Meteorologia é instalada em novo prédio, com as funções administrativas do IAM. Em 1942, o Serviço de Meteorologia desliga-se do observatório, que se mantém associado à EE, constituindo o Instituto de Astronomia (IA/EE).

Nos anos 1960 é aberta para o público em geral a visitação dos espaços do observatório. Nesse período, os principais trabalhos de pesquisa e ensino desenvolvidos foram: a formação de engenheiros habilitados em Geodésia, a determinação e distribuição da hora certa local, o apoio logístico e participação ativa nas observações do eclipse solar em Bagé (1966), medidas da **declinação magnética** através do estado, serviços e boletins meteorológicos, medidas seismográficas, observação de estrelas duplas e variáveis, determinação da **altura do pólo** (latitude) de Porto Alegre e registro fotográfico de cometas, planetas e aspectos da Lua. O observatório foi também responsável, durante décadas, pela publicação mensal das “Efemérides Astronômicas”, incluindo o mapa do céu, no tradicional jornal da região “O Correio do Povo”.

Com a reforma universitária no início dos anos 1970, o observatório passa a ser órgão auxiliar do Instituto de Física (IF) da UFRGS. As pesquisas astronómicas no Observatório Central já não são efetivas, pela luminosidade da cidade de Porto Alegre e, nesse mesmo ano, com a vinda de telescópio Zeiss de 500 mm, da República Democrática Alemã (RDA), iniciam-se as obras do Observatório do Morro Santana, que é inaugurado em 1972.

Em 1986 o Departamento de Astronomia monta equipe de observadores e registra a passagem do cometa Halley e, em 1994, retomando a tradição de registrar os grandes eventos astronómicos, é montado um sítio observational do eclipse solar de 11 de novembro em Erechim, cidade do mesmo Estado.

Em agosto de 2002 é concluída a restauração do prédio do observatório, de estilo *art-nouveau*, como parte do projeto de recuperação dos prédios históricos da universidade. A Figura 9 apresenta imagem atual do prédio do Observatório Central.



Figura 9. Vista atual do prédio do Observatório Central (Acervo MAST)

A partir de 2006, o MAST desenvolve parceria com a UFRGS para a realização de um projeto de preservação dos acervos do observatório. Foram realizados diagnósticos da situação do conjunto de instrumentos científicos, da edificação e dos acervos arquivístico e bibliográfico. Além disso, foi cedido o *software* para registro informatizado dos instrumentos e elaborado projeto de ocupação para exposição institucional. O acervo encontrado no Observatório Central não é grande em termos numéricos, são cerca de 60 itens, contudo apresenta objetos de fabricantes de instrumentos importantes, com destaque para a *Maison Gautier*. Os considerados mais relevantes são os seguintes:

- Luneta **equatorial** Gautier de 190 mm (1907), **Luneta meridiana** Gautier de 75 mm e **Luneta meridiana** Repsold de 75 mm;
- **Cronógrafo** impressor (Gautier) e **Cronógrafo** registrador (Favarger);
- **Cronômetros** de marinha: de tempo médio (Kullberg) e de tempo sideral (Nardin);
- Relógios de pêndulo: **pêndula** de tempo médio (Oppermann), **pêndula** padrão de tempo sideral (Riefler), mostrador elétrico da hora sideral (Riefler) e mostrador elétrico de tempo médio (Salmoiraghi);
- **Sextante** de bolso (Hurlimann), **sextante** (Zeiss) e **sextante** (Fairchild);
- **Teodolito** com bússola (W. & L. E. Gurley Troy), **teodolito** astronômico (Chasselon), **teodolito** astronômico (Gautier), **teodolito** (Troughton & Simms) e **teodolito** (Hurlimann, Ponthus & Therrode);
- **Termógrafo** com armação de vidro (Richard), barômetro de mercúrio (Tonnellot), **inclinômetro** (Casella) e **declinômetro** (Bamberg).

A Figura 10 apresenta imagens de alguns objetos da coleção do Observatório Central.



Figura 10. Alguns dos instrumentos preservados no Observatório Central: luneta equatorial Gautier (1907) acima à esquerda; teodolito magnético Chasselon (início do século 20) acima à direita e cronógrafo Favarger (início do século 20) abaixo. Acervo Observatório Central

Observatório de São Paulo (OSP)/IAG

As primeiras observações astronômicas realizadas na região onde se situa a cidade de São Paulo remontam ao fim do século 18, realizadas por dois astrônomos portugueses, Bento Sanches Dorta e Francisco de Oliveira Barbosa (Marques dos Santos, 2005: 17). Mais tarde, outras observações foram realizadas no local, no século 19, destacando-se as relacionadas ao primeiro astrônomo de São Paulo, frei Germano de Annecy. Desse período resta ainda hoje o instrumento de astronomia que talvez seja considerado o mais antigo da região, um relógio solar projetado pelo frei em 1859 e construído pelo artista francês Jules-Victor André Martin. Originalmente instalado no pátio interno do Seminário Episcopal de São Paulo, foi posteriormente transferido para o OSP na Avenida Paulista e, finalmente, em 1941, realocado nas dependências do Observatório Astronômico no Parque do Estado, no bairro da Água Funda, onde permanece até hoje. Nas palavras de Marques dos Santos (2005: 22): “o gnomon de coluna, ficou definitivamente instalado em frente ao pavilhão do grande **equatorial**, onde permanece, embora corroído pela ação do tempo”.

No início do século 20 registram-se as primeiras observações astronômicas sob a responsabilidade de instituição estadual, o Serviço Meteorológico, ligado à Secretaria de Agricultura. Essa é a origem formal do IAG de São Paulo (ver o Capítulo “Chegada da astronomia oficial a São Paulo” neste Volume). Em 1912 o Serviço Meteorológico ganha sede própria na Av. Paulista nº 69 (Mantovani e Marques dos Santos, 1994: 515), que ficou conhecida como Observatório de São Paulo (OSP). Apesar de não oficializadas, o Serviço Meteorológico realizou ali atividades ligadas à astronomia, com o auxílio de instrumentos como: uma luneta **equatorial** fornecida pela Casa Leduc de Paris, além de duas lunetas Bardou, um heliógrafo Campbell fabricado por Casella, um instrumento de **trânsito** meridiano portátil Gustav Heyde, um **cronômetro** sideral Nardin, um **teodolito** universal, um pequeno **teodolito** Gurley (Marques dos Santos, 2005: 55-56) e pêndulos (**pêndula**) Wichert, fabricados pela Casa Spindler & Hoyer. Nas palavras de Mantovani e Marques dos Santos:

O Observatório de São Paulo, além de constituir a sede da Diretoria do Serviço Meteorológico e Astronômico do Estado de São Paulo, executava serviços de determinação e disseminação da hora do estado de São Paulo, utilizando-se dos processos disponíveis na época. Além disso, para a Diretoria estavam previstos estudos de física solar (manchas solares), magnetismo terrestre e sismologia, sendo que para estes estavam destinados dois pêndulos Wichert de fabricação alemã (Mantovani e Marques dos Santos, 1994: 515).

Somente mais tarde, em 1927, com a criação da Diretoria do Serviço Meteorológico e Astronômico do Estado de São Paulo (DSMA), esses serviços foram formalizados, bem como a denominação Observatório de São Paulo. O IAG teve seu advento a partir da mudança de nome da DSMA e com sua transferência para a EP de São Paulo em 1930⁹. Nesse período é instalado no local o telescópio refrator Zeiss de 175 mm, equipado com **espectroscópio** de grande dispersão e micrômetro¹⁰ (Marques dos Santos, 2005: 59).

Posteriormente, em abril de 1941, foi inaugurada nova sede no então Parque do Estado¹¹. A Figura 11 apresenta imagem do conjunto arquitetônico após sua construção.



Figura 11. Conjunto arquitetônico do Observatório Astronômico de São Paulo no Parque do Estado. Da esquerda para direita: o Pavilhão Cooke, que abriga o telescópio Zeiss de 175 mm; o Pavilhão do Serviço Meridiano e o Pavilhão Fotográfico que abrigava o telescópio Grubb de 200 mm (Acervo IAG)

⁹ Na verdade, em razão do golpe de estado ocorrido em 1930, que impediu a posse de Júlio Prestes, e de seus reflexos em São Paulo e na EP, somente em 1931 o IAG foi de fato incorporado à Escola.

¹⁰ O telescópio ainda se encontra hoje na antiga sede do IAG no Parque do Estado, atual Parque CienTec, criado em 2001 (CienTec, USP <http://www.usp.br/cientec/historico/historico.htm>, acesso em 10/3/13).

¹¹ Atualmente Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (bairro da Água Funda).

Entre 1930 e 1946, o Observatório Astronômico de São Paulo passa por diversas vinculações e, em 1946, o IAG é incorporado definitivamente à USP com a mesma denominação e finalidades, propiciando o início de sua atividade de pesquisa regular em astronomia (Marques dos Santos, 2005: 14). Alypio Leme de Oliveira continuou como seu diretor até 1955, sendo substituído por Abrahão de Moraes, que permaneceu no cargo até sua morte, em dezembro de 1970. Em maio de 1972 estabeleceu-se a departamentalização do instituto que passou a ser constituído pelos Departamentos de Astronomia, de Geofísica e de Meteorologia, sendo este último alterado em 1991 para Departamento de Ciências Atmosféricas (Mantovani e Marques dos Santos, 1994: 516).

Cabe mencionar que a EP construiu pequeno observatório astronômico, que funcionou a partir de 1936 no local onde aconteciam as aulas práticas de astronomia de campo (Praça Buenos Aires, no bairro de Higienópolis). Esse observatório possuía três pavimentos e alguns instrumentos científicos instalados, destacando-se uma luneta **equatorial** Zeiss de 130 mm de abertura, montada no último pavimento, sob cúpula Zeiss de 4 m de diâmetro. A luneta foi transferida para o IAG na década de 1960 (Marques Santos, 2005: 93).

Outros instrumentos que documentam a história do IAG podem ser mencionados como: a câmara de Markowitz; o **astrolábio** impessoal de **Danjon**¹²; o **celóstato** Zeiss de 300 mm¹³ e o refrator Grubb de 200 mm¹⁴.

Infelizmente a maioria desses instrumentos não mais existe e alguns foram transferidos para outros sítios. Segundo fontes do próprio IAG¹⁵ não há projeto de preservação dos artefatos históricos ainda existentes, sendo que alguns permanecem no local pela atuação pessoal de alguns professores do instituto.

O curso de pós-graduação em astronomia e astrofísica no IAG/USP foi instituído em 1973 (ver “40 anos de pós-graduação em astronomia no IAG/USP: uma história de sucessos” no Capítulo “Pós-graduação em astronomia” no Volume II) e o curso de bacharelado em astronomia foi criado em 2009.

¹² O **astrolábio** está desmontado e guardado no Observatório Abrahão de Moraes, em Valinhos, SP.

¹³ Esse **celóstato** foi levado para um local a 10 km da cidade de Bebedouro, SP, para a observação do eclipse total do Sol de 20 de maio de 1947, que atraiu a atenção de astrônomos do mundo inteiro por ser de longa duração (5 min e 14 s) (Marques dos Santos, 2005: 111). Nessa oportunidade foram levados também um **astrógrafo** duplo com duas câmaras de distâncias focais de 2,67 m e 0,80 m; uma grande câmara solar com distância focal de 10 m e dois **espectrógrafos** Zeiss, acoplados ao **celóstato**, além de **cronógrafos** para registro de tempo.

¹⁴ Está instalado no campus da USP em São Carlos, ligado ao Setor de Astronomia do Centro de Divulgação Científica e Cultural, CDCC (CDCC/USP <http://www.cdcc.sc.usp.br/>, acesso em 10/4/13).

¹⁵ Professores Enos Picazzio e Roberto Costa.

Considerações finais

O patrimônio material científico no Brasil está, em sua grande maioria, para ser descoberto. O conhecimento atual sobre o tema é restrito e, em especial, os objetos dessa área já podem ter sido submetidos a modernizações ou descarte, na maioria das vezes na busca de instrumento ou aparato mais moderno. A fim de contribuir para a ampliação do conhecimento sobre o tema, o MAST desenvolve projeto de pesquisa¹⁶ que tem, entre suas frentes de estudo, o levantamento nacional de conjuntos de artefatos relacionados à pesquisa científica e ao desenvolvimento tecnológico. A partir dos resultados já obtidos, verifica-se que cerca de 30 mil objetos espalhados pelo país estão em sua maioria fora de programas de preservação, impondo uma ação imediata para seu salvamento. Cabe ressaltar que os observatórios e as universidades são, potencialmente, grandes fontes desse patrimônio.

Instituições que têm por função preservar esses acervos são raras e têm trabalho árduo, em razão da escassez de financiamento e de profissionais capacitados. No entanto, algumas iniciativas, como as aqui apresentadas, merecem destaque, e outras podem ser verificadas em trabalho anterior já publicado (Granato e Câmara, 2008: 180).

A partir do breve panorama descrito, verifica-se a existência de atividade de pesquisa e ensino em astronomia no Brasil, já a partir do século 19. Outro ponto importante é a constatação de que existem projetos de preservação em curso em três das quatro instituições citadas, sendo que o MAST é responsável pelo acervo do antigo IORJ e colabora nos trabalhos nas outras duas. Esses projetos fazem parte de uma política institucional do MAST que visa o salvamento do patrimônio científico e tecnológico brasileiro. No entanto, essas iniciativas são recentes e em todos os casos aqui analisados observa-se a perda substancial de instrumentos, equipamentos, aparelhos e utensílios utilizados por essas instituições no decorrer de suas trajetórias, resultando em redução do patrimônio histórico relacionado.

Entre as coleções de instrumentos científicos relativas aos observatórios apresentados, destaca-se a que está sob guarda do MAST, pelo porte da coleção, qualidade dos objetos e pelo extenso trabalho de preservação realizado. Por outro lado, algumas preciosidades podem ser encontradas nas demais coleções, como o conjunto de objetos fabricados no Brasil por José Hermida Pazos, em especial a luneta astronômica pertencente à coleção do OV; e o con-

¹⁶ Valorização do Patrimônio Científico e Tecnológico Brasileiro em <http://www.mast.br/projetovalorizacao/index.html>, acesso em 10/4/13.

junto de objetos fabricados por Gautier, somado às cartas de próprio punho escritas pelo fabricante, pertencentes à coleção do Observatório Central.

Uma iniciativa do Observatório de Hamburgo (Alemanha) e do Conselho Internacional de Monumentos e Sítios (Icomos) de realização de simpósio internacional sobre o patrimônio relacionado à astronomia e aos observatórios e de publicação dos anais do evento (Wolfschmidt, 2009), permite uma visão panorâmica sobre a história de diversos observatórios pelo mundo, descrevendo o patrimônio edificado associado e identificando as coleções de instrumentos científicos ainda existentes, resultando numa obra de referência que merece ser consultada pelos interessados no tema.

A situação dos acervos relacionados à astronomia no Brasil merece atenção, mas pode ser considerada em melhor nível do que a situação da maioria dos conjuntos de patrimônio móvel e imóvel relacionados às demais áreas das ciências, em razão das iniciativas existentes de preservação aqui mencionadas.

Referências

- Barboza, Christina H. M. (1994), “O Encontro do Rei com Vênus”, *Dissertação de mestrado em História*, Niterói: Instituto de Ciências Humanas e Filosofia da UFF.
- Barreto, Luiz M. (1987), *Observatório Nacional: 160 anos de história*, Rio de Janeiro: Observatório Nacional.
- Boechat-Roberty, Heloísa M. (2004), “O Observatório do Valongo e o ensino da astronomia” in Heloísa Maria Bertol Domingues (Ed.), *Memória da Astronomia, MAST Colloquia series*, v.1, 171-185, Rio de Janeiro: MAST/MCT.
- Boechat-Roberty, Heloísa M. e Videira, Antonio A. P. (2003), *Imagens da Astronomia na Cidade do Rio de Janeiro: os 120 anos do Observatório do Valongo*, Rio de Janeiro: Observatório do Valongo.
- Brasil (1898), “Relatório do 2º Commissario Brazileiro” sobre a “Comissão de Limites entre o Brazil e a Bolivia — Manáos, 11 de janeiro de 1898”, *Relatório do Ministério das Relações Exteriores*, 1, 241, Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, Arquivo do Ministério das Relações Exteriores, Palácio do Itamarati, Rio de Janeiro.
- Brenni, Paolo (2000), Instruments in South America: the collection of the Museu de Astronomia e Ciências Afins do Rio de Janeiro, *Bulletin of the Scientific Instrument Society*, 65, 25-28.
- Catalogue officiel (1889), *Exposition universelle de Paris 1889 — Empire du Brésil...*, 35.

Exposição Nacional de 1908 (1909), *Prêmios concedidos pelo Juri Superior da Exposição Nacional*, 240 e 296, Rio de Janeiro: Imprensa Nacional.

Granato, Marcus (2010), “As exposições e o uso de acervos em Museus de Ciência e Tecnologia”, in Aline Montenegro Magalhães; Rafael Zamorano Bezerra e Sarah Fassa Benchetrit (Orgs.), *Museus e Comunicação: exposições como objeto de estudo*, Rio de Janeiro: Museu Histórico Nacional, 237-258.

Granato, Marcus e Acioli, Jaime (2010), *Imagens da Ciência. O Acervo do Museu de Astronomia e Ciências Afins*, Rio de Janeiro: MAST.

Granato, Marcus e Câmara, Roberta Nobre da (2008), “Patrimônio, Ciência e Tecnologia; inter-relações”, in Marcus Granato, Claudia S. Rodrigues de Carvalho, Rafael Zamorano R. Bezerra e Sarah F. Benchetrit (Eds.), *Um olhar contemporâneo sobre a preservação do patrimônio cultural material*, 175-204, Rio de Janeiro: Museu Histórico Nacional.

Granato, Marcus; Duarte, Jusselma e Suzuki, Cristiane (2005), “Restauração do Pavilhão, Cúpula Metálica e Luneta Equatorial de 32 cm: Conjunto Arquitetônico do Museu de Astronomia e Ciências Afins — MAST”, *Anais do Museu Paulista*, 13, 1, 273-314.

Granato, Marcus; Resende, Ive Luciana C. da Costa; Martins, Antonio Carlos; Reis, Durval Costa e Suzuki, Cristiane (2007), “Restauração do Círculo Meridiano de Gauzier e reabilitação do pavilhão correspondente — Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST)”, *Anais do Museu Paulista*, 15, 2, 319-357.

Herrmann, Dieter B. (1984), *The History of Astronomy from Herschel to Hertzsprung*, Cambridge: Cambridge University Press.

Hilger, Adam (1924), *General Catalogue of the manufacturers of Adam Hilger, Ltd.*, Dresden.

IPHAN, Departamento de Promoção (1994), *Bens Móveis e Imóveis Inscritos nos Livros do Tombo do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional*.

Livi, Silvia H. Becker (1996), “Observatório Central da UFRGS: o mais antigo do Brasil?” *Episteme*, 1, 1, 45-57.

Mantovani, Marta Silvia Maria e Marques dos Santos, Paulo (1994), “Instituto Astronômico e Geofísico”, *Estudos Avançados*, 8, 22, 515-527.

Marques dos Santos, Paulo (2005), *Instituto Astronômico e Geofísico da USP. Memória sobre sua formação e evolução*, São Paulo: Editora da USP.

MAST, Coordenação de Museologia (2011), *Inventário da Coleção de Objetos de Ciência e Tecnologia do MAST*, Rio de Janeiro: MAST/MCTI.

MAST, Departamento de Museologia (2000), *Inventário da Coleção de Instrumentos Científicos do MAST*, Rio de Janeiro: MAST/MCT.

Morize, Henrique (1987), *Observatório Astronômico: um Século de História (1827-1927)*, Rio de Janeiro: Museu de Astronomia e Ciências Afins/Salamandra.

Novo Alt-Azimut (1880), Invenção do Dr. E. Liais, *Descrição succincta e dimensões do novo alt-azimut com prisma e collimador construído nas officinas de instrumentos mathemáticos, physicos, nauticos e ópticos de José Hermida Pazos*, Rio de Janeiro: Typ. Academica, 6.

Oliveira, Maria Alice Ciocca de (2011), “A trajetória da formação da Coleção de Objetos de C&T do Observatório do Valongo”, *Dissertação de Mestrado*, Rio de Janeiro: Programa de Pós-Graduação em Museologia e Patrimônio, UNIRIO/MAST.

OV (2010), *Coleção de Instrumentos Científicos do Observatório do Valongo*, Rio de Janeiro: UFRJ.

Pellin, Ph. (1913), *Instruments d'Optique et de Précision: Polarimétrie, Saccharimétrie, Colorimétrie*, VIII fascicule, Paris.

Société Genevoise d'Instruments de Physique (1914), Genève, Suisse.

Turner, Herbert Hall (1912), *The Great Star Map, Being a Brief General Account of the International Project Known as the Astrographic Chart*, London: John Murray.

UFRJ (2008), *Observatório do Valongo: 50 anos de criação do curso de astronomia*, Rio de Janeiro: UFRJ.

Vasconcelos, César A. Z.; Bernasiuk, Christoph e Bica, Eduardo D. (2008), *Observatório Astronômico da Universidade Federal do Rio Grande do Sul: 100 anos*, Porto Alegre: UFRGS.

Videira, Antonio A. P. (2002), *Os 175 anos do Observatório Nacional*, 3-11, Rio de Janeiro: Observatório Nacional.

Wolfschmidt, Gudrun (Ed.) (2009), *Cultural Heritage of Astronomical Observatories. From Classical Astronomy to Modern Astrophysics*, Berlin: Icomos.

Zeiss (1926), *Catalogue des Appareils pour la Microphotographie*, Jena.

Parte 2

Observatório de uma centenária Escola de Engenharia e sua função hoje

Gilson Antônio Nunes

(Departamento de Museologia, Escola de Direito, Turismo
e Museologia, MCT/EM/UFOP)

O Observatório Astronômico da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto (EM/UFOP) foi criado no fim do século 19 para dar suporte às disciplinas de astronomia e geodésia dos cursos de engenharia da Escola, criada em 1876. Com as mudanças no currículo dos cursos de engenharia e a extinção das disciplinas de astronomia, o Observatório voltou suas atividades à divulgação científica, atendendo escolas e público visitante, integrando-se às atividades das exposições de longa duração de astronomia, topografia e desenho do Museu de Ciência e Técnica (MCT) da EM/UFOP.

Astronomia e engenharia

Imagine-se um engenheiro geólogo ou simplesmente um geólogo, com a missão de descobrir novas riquezas minerais para serem exploradas e impulsionar o desenvolvimento econômico e social do Brasil. Após semanas de trabalho em meio ao cerrado goiano ou na selva amazônica, distante centenas de quilômetros do povoado mais próximo, finalmente o profissional encontra indícios de uma jazida de ferro ou, talvez, nióbio, manganês ou mesmo ouro ou, quem sabe, as populares pedras preciosas ou gemas, como são definidas academicamente.

Para validar a descoberta, determinar o volume da reserva mineral, a sua concentração e outras informações que definirão a viabilidade de implantação de nova mina, novas análises serão necessárias com equipe maior e equipamentos mais sofisticados. Mas como retornar ao local exato onde foram identificados os minerais?

Atualmente bastaria ao geólogo em questão utilizar um aparelho GPS (*Global Positioning System*) ou Sistema de Posicionamento Global. Ao acionar o GPS, o aparelho troca informações com uma rede de satélites artificiais em órbita da Terra que, por sua vez, retornam as coordenadas geográficas da posição do aparelho. Adicionalmente é fornecida também a altitude em relação ao nível médio do mar.

De posse das coordenadas geográficas do local da descoberta, o geólogo poderá retornar ao acampamento base ou à sede da empresa, e organizar a nova expedição com os equipamentos e equipe técnica para prosseguimento da pesquisa geológica.

Mas se o engenheiro geólogo ou de minas realizasse a mesma descoberta há cinquenta, cem anos atrás, antes mesmo da invenção do GPS, como poderia retornar ao local para continuar as pesquisas e promover a abertura da mina e iniciar sua exploração?

Se esse engenheiro de minas, já que o curso de engenharia geológica é mais recente, tivesse se formado na Escola de Minas (EM) de Ouro Preto, poderia utilizar os conhecimentos aprendidos na disciplina de Astronomia e Geodésia.

O regulamento da EM aprovado pelo Decreto 1258 de 10 de janeiro de 1891 e publicado no livro organizado pelo secretário da Escola, Francisco Lopes (Lopes, 1922), designava para o segundo período do segundo ano do curso fundamental a cadeira Astronomia, precedida da Trigonometria Esférica, Geometria Celeste e noções de **Mecânica Celeste**.

Uma pesquisa no Arquivo Permanente da EM, atualmente vinculada à Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), revela que pelo menos desde 1893 os alunos dessa escola de engenharia frequentavam a disciplina de Astro-

nomia e Geodésia (Figura 1). Nela, o futuro engenheiro aprendia, a partir da observação da posição de estrelas com coordenadas astronômicas conhecidas, a realizar cálculos e encontrar as coordenadas geográficas terrestres do local da observação. Para tanto o engenheiro necessitava em sua formação de aulas teóricas para aprender a fundamentação sobre o movimento aparente¹ das estrelas, sobre o sistema de coordenadas astronômicas e sua relação com as coordenadas geográficas terrestres. Além disso, necessitava de aulas práticas para conhecer e operar os aparelhos de observação astronômica e reconhecer no céu as estrelas a serem observadas.

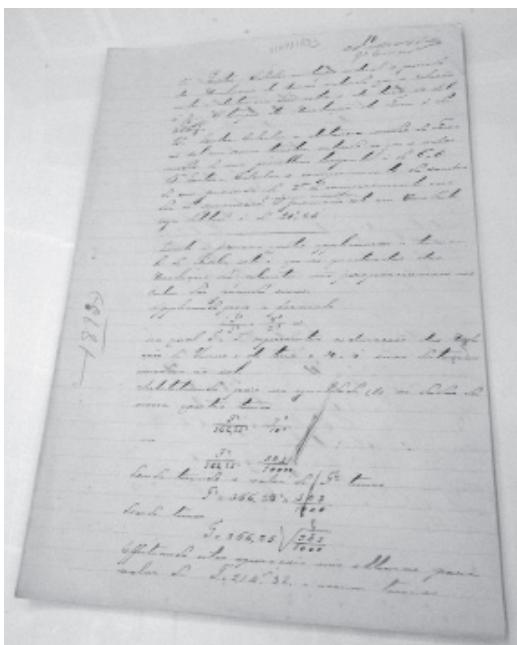


Figura 1. Prova de aluno da disciplina Astronomia e Geodésia da EM em 1893 (Arquivo Permanente da EM/UFOP)

Visando dar suporte à disciplina de Astronomia e Geodésia, os professores e administradores da EM não pouparam esforços e importaram diversos equipamentos de observação astronômica e dispositivos didáticos que passariam a constituir o Gabinete de Topografia e o Observatório Astronômico.

Assim, aplicada às necessidades do ensino de engenharia, tem início o ensino de Astronomia em Ouro Preto.

¹ Movimento aparente na astronomia significa o movimento tal como ele se apresenta segundo a nossa perspectiva. Um exemplo é o movimento diurno dos astros de L para O, pois esse movimento decorre do fato de estarmos na superfície de um Planeta que gira no espaço.

A Escola de Minas e o ensino de astronomia

Assim como para introduzir a história da astronomia em Ouro Preto utilizamos como fio condutor a mineração, a própria cidade se inicia por esse processo a partir da descoberta de pepitas de ouro enegrecidas por uma camada de óxido de ferro, o ouro preto que atualmente dá nome à cidade.

Dessa descoberta em 1698 à exaustão das minas de ouro da cidade, passaria quase um século. Justamente para empreender a descoberta de novos recursos minerais e principalmente explorá-los com o conhecimento e tecnologias mais modernas disponíveis à época é que em 1874 chega ao Brasil o jovem professor francês Claude Henri Gorceix, como um cientista botânico, zoólogo, paleontólogo e geólogo (Lima, 1977).

Contratado pelo Império por seu mandatário, d. Pedro II, Gorceix desembarca no Rio de Janeiro, visita o Rio Grande do Sul e realiza viagem a Minas Gerais para escolher o local onde seria instalada a futura Escola para formação de engenheiros qualificados à exploração mineral.

Após visitar algumas cidades da província, Gorceix decide pela cidade de Ouro Preto que, além de ser então a capital de Minas Gerais, se prestava admiravelmente para estudos mineralógicos (Pinheiro Filho *et al.*, 1976). Finalmente em 12 de outubro de 1876 é inaugurada a EM de Ouro Preto (Figura 2), iniciando no Brasil a formação de profissionais em Geologia, Mineração e Metalurgia (Carvalho, 2002).



Figura 2. Fachada principal do Palácio dos Governadores, sede histórica da EM/UFOP (Foto Sérgio Ricardo de Freitas)

Não foi apenas na disciplina de Astronomia e Geodésia que os professores e administradores da EM se esforçaram para equipar o respectivo Gabinete de Topografia (Figura 3). Outros gabinetes, correspondentes aos atuais laboratórios de ensino, proliferaram na Escola em diversas áreas do conhecimento como Física, Química, Desenho, Eletrotécnica, Botânica, Zoologia, Paleontologia, Mineralogia e Construção Civil, contribuindo nas atividades de ensino dessas disciplinas.



Figura 3. Gabinete de Topografia da EM/UFOP no início do século 20
(Acervo do MCT/EM/UFOP)

Observatório Astronômico

Concebido para as atividades observacionais da disciplina de Astronomia e Geodésia, ainda não foi possível identificar a prova documental da criação do Observatório Astronômico (Figura 4).



Figura 4. Fotografia aérea do Palácio dos Governadores. Destaque para as cúpulas do Observatório Astronômico (ACI/UFOP)

Além das atividades de ensino de astronomia, o Observatório Astronômico também abrigou equipamentos de observações meteorológicas iniciadas em 1888, conforme documentação preservada pelo Arquivo Permanente. O último desses registros encontrado no arquivo data de 1985.

No livro de registros dos inventários realizados no ano de 1897 nos gabinetes de topografia, mecânica, metalurgia, minas, mineralogia, geologia, química, física e botânica da EM, constata-se a existência nessa época de equipamentos destinados à observação astronômica, de acordo com a documentação preservada no Arquivo Permanente da EM/UFOP.

No ano de 1911 a empresa alemã Gustav Heyde, da cidade de Dresden, elaborou o projeto arquitetônico das instalações do Observatório Astronômico (Figura 5) e comercializou um telescópio refrator, existente até a atualidade.



Figura 5. Cúpulas do Observatório Astronômico da EM/UFOP
(Acervo do MCT/EM/UFOP)

A representação gráfica em corte das cúpulas de 5 e 3 m de diâmetro (Figura 6) está exposta ao público visitante do Setor de Astronomia do Museu de Ciência e Técnica (MCT) da EM/UFOP.

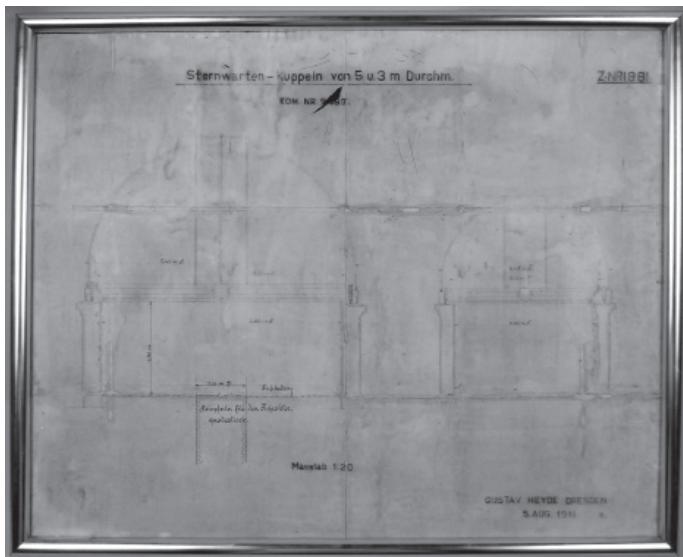


Figura 6.
Representação
em corte das
cúpulas do
Observatório
Astronômico
da EM/UFOP.
(Acervo do
MCT/EM/UFOP.
Foto Sergley
Matos)

Em 1974 o Observatório passou por completa reforma, quando o professor Bernardo Riedel, da UFMG, foi convidado a colaborar. Assim o telescópio principal Gustav Heyde, fabricado por volta de 1911 (Figura 7), teve sua objetiva original de 175 mm de diâmetro substituída por uma de 200 mm da firma francesa Clavé, de Paris. O mesmo aconteceu com as antigas oculares de Huygens, substituídas por novas e modernas do tipo Plossl, também da Clavé.

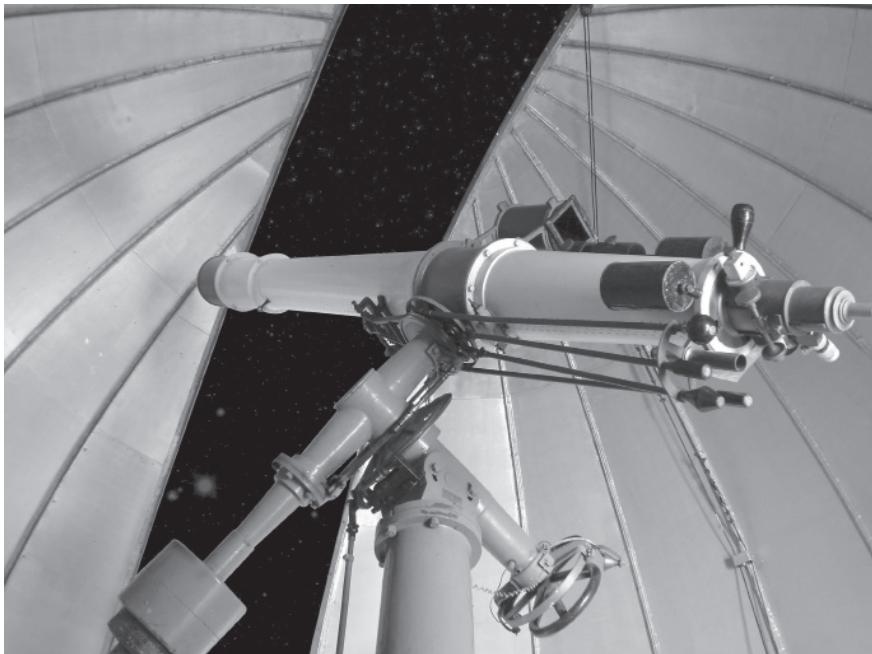


Figura 7. Telescópio refrator Gustav Heyde (Foto Leonardo Hossni)

O telescópio menor, um refrator Mailhat (Paris) com 100 mm de abertura, também recuperado, porém em 1994, data provavelmente do fim do século 19, sendo assim o mais antigo de Minas Gerais. Atualmente esse telescópio encontra-se na exposição do Setor de Astronomia do Museu, tendo sido substituído por um telescópio Meade Schmidt-Cassegrain de 250 mm, adquirido com recursos de projeto financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) em 2002.

A caderneta de professor de Astronomia e Geodésia disponível no Arquivo Permanente da EM indica que essa disciplina foi ministrada regularmente até fins de 1978 (23/11/1978), quando seu professor era José Martins Loiola. Com o avanço tecnológico, outros meios mais práticos e eficazes foram introduzidos

para auxiliar os profissionais na determinação de sua localização na superfície do Planeta, o que levou à extinção da disciplina.

O prédio atual do Observatório Astronômico, construído entre 1922 e 1930 (Pinheiro Filho *et al.*, 1976) possui entrada independente pela rua que atualmente homenageia o fundador da EM, rua Henri Gorceix (Figura 8).



Figura 8. Fotografia do Observatório Astronômico da EM/UFOP
(Foto Leonardo Hossni)

Internamente há ligação para um conjunto de salas de aulas que historicamente foram destinadas às aulas de Topografia, onde hoje se encontram justamente os Setores de Astronomia, Topografia e Desenho do Museu. Duas portas no pavimento térreo dão acesso ao telescópio principal. Uma escada curva em ferro fundido conduz ao pavimento superior. Nesse nível está a cúpula principal de 5 m de diâmetro. Ainda nesse nível, uma porta leva a um pequeno pátio externo que faz ligação com uma edificação em madeira, com paredes de aproximadamente 3 m de comprimento e telhado *roll off*² com abertura na direção N-S. Sobre uma profunda base em concreto, como a do telescópio principal, foi instalada a **luneta meridiana Heyde**.

² Cobertura de observatório que, em vez de cúpula giratória, consiste num telhado de duas águas, dividido em duas partes que deslizam em direções opostas para se abrir.

Por fim, o pátio externo executado em concreto armado também dá acesso à cúpula secundária de 3 m de diâmetro. As paredes das cúpulas são em alvenaria e o piso dos três espaços de observação astronômica são tablados, dotados de recuo em relação à base de concreto dos instrumentos.

Do fim da década de 70 até meados da década de 80 o Observatório manteve atividades de atendimento ao público com observações astronômicas, sem grande periodicidade.

Com a passagem do cometa Halley pelas proximidades da Terra em 1986, a atenção dada pela mídia e o grande interesse da população levaram o Observatório a intensificar suas atividades voltadas à comunidade.

No entanto, somente a partir de 1992, com a criação da Sociedade de Estudos Astronômicos de Ouro Preto (SEAOP), entidade constituída por professores, alunos e ex-alunos da UFOP com o objetivo de difundir a astronomia, é que o Observatório iniciou programa efetivo de atendimento à população (ver o Capítulo “Divulgação e ensino não formal de astronomia” no Volume II).

Dessa forma, com o estabelecimento dos projetos de extensão “Astronomia vai às Escolas”, atendendo escolas do ensino fundamental ao superior e “Astronomia na Comunidade”, disponibilizando o conhecimento científico para a comunidade de Ouro Preto e região, além de turistas, foi institucionalizada a prática de atendimento ao público no Observatório (Nunes, 2003).

Com esses projetos a SEAOP, por meio do Departamento de Física do Instituto de Ciências Exatas e Biológicas (ICEB) e da Pró-Reitoria de Extensão da UFOP, conseguiu obter recursos no Ministério da Educação (MEC) para promover reforma nos equipamentos ópticos do Observatório. A reforma dos telescópios, as atividades do Observatório e o apoio da SEAOP estimularam a direção da EM a criar em 1995 o Setor de Astronomia do MCT/EM/UFOP.

Coleção do Gabinete de Topografia. Criação do MCT/EM/UFOP

Em um esforço para preservar a coleção de equipamentos científicos e dispositivos didáticos da EM, em 1994 a direção da Escola, na gestão do prof. Antônio Gomes de Araújo, do Museu de Mineralogia e professores elaboraram o projeto do MCT/EM/UFOP.

A implantação foi iniciada pelo setor de Metalurgia, pela transferência da exposição do setor de História Natural e a criação do setor de Eletrotécnica. Nas comemorações da fundação da Escola em 1995, foram inaugurados os Setores de Astronomia, Topografia e Desenho do Museu.

O livro de registro dos inventários realizados nos gabinetes da EM no ano de 1897, existente no Arquivo Permanente, apresenta os seguintes equipamentos de astronomia do Gabinete de Topografia: luneta astronômica e seis aparelhos para demonstração de experimentos do estudo de cosmografia. No mesmo inventário de 1897, porém, do Gabinete de Química e Física, estão relacionados dois barômetros de Fortin destinados ao Observatório Astronômico, sendo um aparelho para a realização de experiências.

Esse documento registrou ainda a chegada em 1898 para o Gabinete de Topografia de mais uma luneta astronômica, dois **sexantes** e dois mapas celestes. E na área de cosmografia, um aparelho para explicação das fases da Lua, outro para a explicação do duplo movimento terrestre e das estações, um aparelho para explicação das estações e retrogradação dos planetas, um instrumento para a explicação dos eclipses, outro para a explicação dos movimentos da Lua, mais dois mapas celestes e, finalmente, mais uma luneta astronômica.

O acervo do Setor de Astronomia, oriundo do Gabinete de Topografia da EM, inclui peças únicas no Brasil como esfera armilar, simulador de eclipses, globo das **constelações**, do planeta Marte e da Lua (Figura 9), constituindo uma das coleções mais expressivas na área de ensino de astronomia da América Latina (Mourão, 1995). Além dos instrumentos de demonstração e dispositivos de ensino, a coleção desse setor possui luneta de campo, **lunetas meridianas, teodolitos** astronômicos, relógio sideral, relógio de sol e **cronômetros**. Desta forma, a exposição do Setor de Astronomia resulta, como na maioria dos museus de ciência e técnica brasileiros, de acervos oriundos de instituições dedicadas ao ensino (Granato e Lourenço, 2010).



Figura 9.
Setor de
Astronomia
do MCT/
EM/UFOP
(Foto Heber
Bezerra)

No Setor de Astronomia está exposta ainda uma parte da coleção de **meteoritos** da instituição, inclusive fragmentos provenientes de Marte e da Lua (ver “Breve histórico dos meteoritos brasileiros” no Capítulo “Meteorítica” neste Volume).

A importância da coleção de astronomia e outras do MCT/EM/UFOP levou a instituição a integrar o projeto internacional de elaboração do “*Thesaurus de Instrumentos Científicos*” em língua portuguesa liderado no Brasil pelo Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST) e em Portugal pelo Museu de Ciências da Universidade de Lisboa, com financiamento do CNPq no Brasil e da Fundação para a Ciéncia e Tecnologia de Portugal. Esse projeto foi iniciado em 2006 e após anos de trabalho o *Thesaurus* teve seu lançamento em 2013 (<http://thesaurusonline.museus.ul.pt>).

Portanto, a coleção de instrumentos científicos, a história, os processos e metodologias do ensino de astronomia e sua divulgação e a caracterização dos **meteoritos** são temas recorrentes das pesquisas e publicações realizadas pela equipe do Núcleo de Astronomia.

Em 1997 o reitor da UFOP, Dirceu do Nascimento, determinou que a Fundação Educativa Ouro Preto (FEOOP) assumisse a gestão financeira do Museu possibilitando a contratação de novos funcionários, o que permitiu a abertura dos Setores implantados ao público, tornando efetivo o funcionamento do MCT/EM/UFOP.

Assim, a partir de 1997 as ações de atendimento ao público desenvolvidas pelos alunos da SEAOP foram incorporadas à rotina de atendimento ao público das exposições dos Setores de Astronomia, Topografia e Desenho do MCT/EM/UFOP, desta vez como projeto de extensão vinculado ao Departamento de Engenharia de Controle, Automação e de Técnicas Fundamentais (DECAT) da EM/UFOP.

Além da rotina de inaugurar as exposições dos setores do MCT/EM/UFOP nas comemorações do aniversário da EM, cada exposição recebeu o nome de um patrono, normalmente um professor de destacada atuação na área de conhecimento do referido Setor. Assim o Setor de Astronomia tem como patrono o professor de Astronomia e Geodésia, Fausto Alves de Brito, vice-diretor da EM entre 1922 e 1930 e que, no exercício do cargo, construiu as atuais instalações do Observatório Astronômico (Pinheiro Filho *et al.*, 1876).

As atividades de atendimento ao público em geral se concentram nos sábados e às escolas durante a semana mediante agendamento. Durante a visita monitorada, além de conhecer o acervo em exposição, o visitante pode utilizar o telescópio refrator Gustav Heyde para observação de planetas, estrelas e demais astros.

Em 2004 o MCT/EM/UFOP teve regimento interno aprovado pelo Conselho Universitário da UFOP por meio da Resolução nº 665 de 20 de setembro. Nessa normativa o Museu instituiu seu Núcleo de Astronomia, instância responsável pelo desenvolvimento das atividades relacionadas à área de astronomia e ciências correlatas no âmbito da UFOP, se reportando ao Conselho Acadêmico e Administrativo do Museu.

Função de um observatório histórico no século 21

Cumprindo seu papel de polo regional de difusão e ensino da ciência astrológica, o Observatório, através da parceria entre a SEAOP e o DECAT em conjunto com outras instituições, promoveu diversos eventos como as edições de 1997, 1998 e 2002 do Encontro Mineiro de Astronomia, o II e o V Encontro Nacional de Astronomia (ENAST) respectivamente em 1997 e 2002, o V Encontro Brasileiro de Ensino de Astronomia e V Reunião da Associação Brasileira de Planetários (ABP) no ano 2000.

Ao longo dos anos cursos e oficinas de extensão foram oferecidos com sucesso à comunidade. Neste particular, a SEAOP, com o DECAT, ofereceu oficinas de astronomia nos Festivais de Inverno promovidos pelas Universidades Federais de Minas Gerais (UFMG), de São João del Rei (UFSJ) e pela própria UFOP. Também foram concebidos cursos de extensão para a capacitação de professores da rede pública em diversos programas da Universidade como mais recentemente na ação “UFOP com a Escola”.

Outra iniciativa da SEAOP/DECAT/UFOP no contexto educacional, foi o oferecimento, com enorme sucesso, do Curso Superior de Complementação de Estudos³ em Astronomia, único no país. Com esse curso na modalidade sequencial, a UFOP retornou às suas origens, promovendo curso que contou com a participação de professores com elevada qualificação e titulação, permitindo a capacitação de professores, astrônomos amadores e demais interessados em astronomia.

Todas essas iniciativas conduziram a SEAOP/DECAT/UFOP a mais uma parceria, desta vez com a Sociedade Astronômica Brasileira (SAB), sendo a UFOP convidada a integrar o projeto “Ensinando Ciências através da Astro-

³ Os Cursos Superiores de Complementação de Estudos, ou Cursos Sequenciais, são uma modalidade de cursos superiores pós-médios criados pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei Nº 9394/96) que, após sua conclusão, dá direito a certificado.

nomia” financiado pelo CNPq, configurando uma das primeiras iniciativas do Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT) em financiar projetos de divulgação científica.

No âmbito do referido projeto, desenvolvido a partir de 2002, foram projetados os *kits* para o ensino de astronomia reunindo modelos e equipamentos simples concebidos pelo professor Francisco de Borja López de Prado com a colaboração do presente autor. Com recursos adicionais do CNPq e da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), novas versões do *kit* para o ensino de astronomia foram concebidas e distribuídas a professores de escolas públicas mediante a realização de curso de capacitação.

Desejando contribuir ainda mais para a divulgação da ciência astronômica e para a contínua capacitação de profissionais da área de educação e divulgação científica através do Núcleo de Educação Continuada da Pró-Reitoria de Extensão (PROEX) da UFOP e, posteriormente, pelo Núcleo de Astronomia do MCT/EM/UFOP, foi implantado em 2003 o primeiro curso de especialização *lato sensu* em Ensino de Astronomia do Brasil.

A partir de 2004 o MCT/EM/UFOP reuniu todas as ações de divulgação científica desenvolvidas nos Setores da instituição no Programa Integrado para o Ensino da Ciência (PROCIÊNCIA) devidamente registrado e apoiado pela PROEX na liberação de bolsas aos alunos da UFOP que realizam as atividades com o público.

Em 2006 e 2009 projetos aprovados na FAPEMIG possibilitaram a importação de projetores e cúpula inflável de um planetário móvel possibilitando, a partir de então, o atendimento itinerante e a realização de seções em escolas e para os mais diversos grupos da comunidade de Ouro Preto e outras cidades do Estado. As ações do planetário somam-se ao projeto de extensão “Astronomia Itinerante” que integra o PROCIÊNCIA e realiza palestras, identificação do céu e observação com telescópio de campo.

Na continuidade das ações, as exposições do Setor de Astronomia do Museu foram revitalizadas em 2009 com o apoio da FAPEMIG, da Fundação Victor Deqhech e da empresa Geosol.

As exposições do museu e as instalações do Observatório Astronômico podem ser visitadas *in loco* (Figura 10), ou conhecidas por meio de publicações como o “Guia do MCT” de 2009 ou pelos livros “A História da Escola de Minas” editados em 2012 e em 2013 na versão trilíngue (Lemos *et al.*, 2013). Outra possibilidade é a visita virtual pela *internet*. Trata-se de projeto desenvolvido pelo Museu em parceria com a empresa “Empório de Relacionamentos Artísticos” (<http://www.eravirtual.org>).

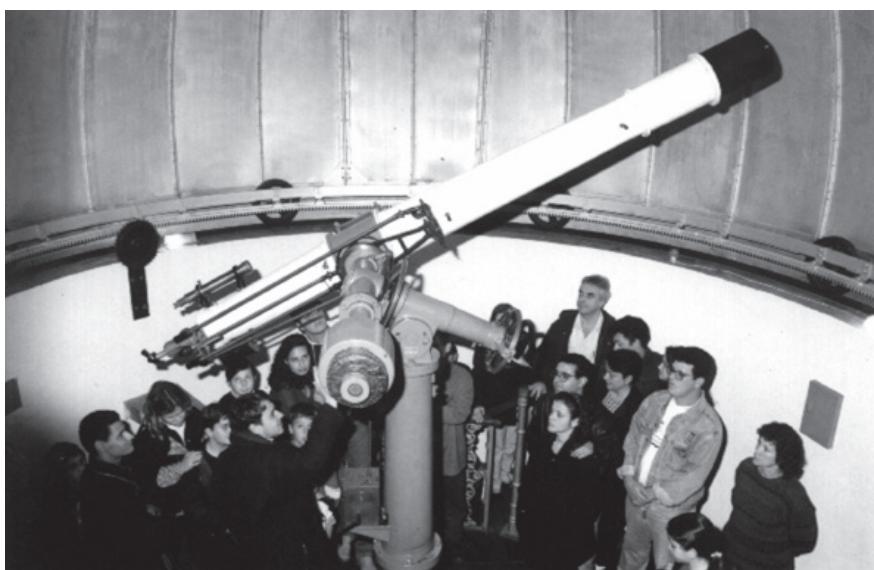


Figura 10. Visitantes atendidos no Observatório Astronômico em 1997
(Foto Heber Bezerra)

Novas perspectivas

Com recursos do Tesouro Nacional obtidos na administração do reitor João Luiz Martins com o MEC, a UFOP realizou ao longo do ano de 2012 e em 2013 completa reforma na cobertura do prédio histórico da EM que incluiu a substituição das telhas, da estrutura de madeira do telhado e do forro, bem como a instalação de manta de isolamento. Essa obra incluiu o telhado dos Setores de Astronomia, Topografia e Desenho do Museu.

Já na gestão do reitor Marcone Jamilson Freitas Souza, neste ano de 2013 foi a vez das duas cúpulas terem seus cabos de aço substituídos e a instalação de motor para o movimento da cúpula menor, já que a principal conta com este mecanismo desde 2008.

Para o ano de 2014 estão previstas a pintura interna dos Setores de Astronomia, Topografia e Desenho do Museu e sua reabertura para o público, já que as exposições estão fechadas desde o início das intervenções no telhado. Apenas o Observatório Astronômico tem realizado o atendimento.

Assim espera-se que o Núcleo de Astronomia do Museu continue capacitando novas equipes de bolsistas, aprovando anualmente novos projetos de pesquisa e extensão, e dê continuidade ao desenvolvimento das atividades de

ensino e divulgação da astronomia, mantendo o funcionamento regular do Observatório Astronômico da EM/UFOP, um dos primeiros do país dedicado exclusivamente ao ensino.

Referências

- Carvalho, José Murilo (2002), *A Escola de Minas de Ouro Preto: o peso da glória*, Belo Horizonte: Editora da UFMG.
- Granato, Marcus e Lourenço, Marta (2010), O Patrimônio Científico do Brasil e de Portugal: uma introdução *in* Granato, Marcus e Lourenço, Marta (Eds.), *Coleções Científicas Luso-Brasileiras: patrimônio a ser descoberto*, Rio de Janeiro: MAST.
- Lemos, Paulo (Org.) (2013), *A História da Escola de Minas*, Ouro Preto: Editora Le Graphar.
- Lima, Margarida Rosa de (1977), *d. Pedro II e Gorceix: A Fundação da Escola de Minas de Ouro Preto*, Ouro Preto: Fundação Gorceix.
- Lopes, Francisco (Org.) (1922), *Centenário da Independência — A Escola de Minas*, Ouro Preto: Editora Mineira.
- Mourão, Ronaldo Rogério de Freitas (1995), *Dicionário Enciclopédico de Astronomia e Astronáutica*, Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira.
- Nunes, Gilson Antônio (2003), *Projeto do Curso de Especialização lato sensu em Ensino de Astronomia*, Ouro Preto: Núcleo de Educação Continuada da Pró-Reitoria de Extensão da UFOP.
- Pinheiro Filho, Antonio; Gomes, Paulo Andrade Magalhães; Lisboa, Moacyr do Amaral; Silva, Christiano Barbosa da e Calaes, Antonio Moreira (1976), *A Escola de Minas de Ouro Preto 1876 — 1976 1º Centenário*, 1º volume, Ouro Preto: Gráfica UFOP.

Parte 3

O Observatório da UFRGS: patrimônio histórico nacional

Claudio Miguel Bevilacqua (OA/UFRGS)

O Observatório Astronômico da UFRGS (OA/UFRGS) foi criado no início do século 20 como Instituto Astronômico e Meteorológico (IAM) com inspiração positivista. Seus objetivos eram fornecer a hora certa para a cidade de Porto Alegre e implantar rede de estações meteorológicas no Estado. A trajetória dessas atividades é relatada no presente trabalho. O prédio — tombado como patrimônio histórico nacional — tem detalhes arquitetônicos aqui evidenciados. Além desses objetivos, o OA/UFRGS também realizou trabalhos científicos, muitos dos quais em colaboração com o Observatório Nacional (ON) do Rio de Janeiro. No início dos anos 70, com a Reforma Universitária, sofreu transformações significativas. Atualmente desenvolve atividades de um centro de divulgação científica e museu de ciências. O OA/UFRGS reivindica a primazia de ser o mais antigo do Brasil, que manteve seu prédio, parte significativa dos instrumentos e funcionalidade originais até hoje.

Instituto Astronômico e Meteorológico (IAM): inspiração positivista

A história do Observatório Astronômico da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (OA/UFRGS) começa no fim do século 19, quando predominava o ideário positivista (**positivismo**), e após o término de embates sangrentos entre pica-paus (ximangos)¹ e maragatos² e intervenções da recém-criada República Brasileira (Freitas, 2009). É nesse contexto histórico que é fundada a Escola de Engenharia (EE) de Porto Alegre em 1897.

Na sua transferência em 1899 para o local que atualmente é o Campus Central da UFRGS, foi esboçado projeto para a construção de um pequeno observatório astronômico para a formação dos futuros engenheiros em Geodésia e Astronomia de Campo. Em 1906, o governo do Estado concede terreno e verbas para a construção desse observatório, bem como a compra da instrumentação necessária para o seu funcionamento. Em 18 de setembro desse ano é fundado o IAM, como um órgão da EE. A pedra fundamental foi colocada pelo então presidente (governador) do Estado do Rio Grande do Sul, Borges de Medeiros. O prédio foi inaugurado em 24 de janeiro de 1908 e o Observatório Astronômico fazia parte do IAM (Vasconcellos *et al.*, 2008).

A Figura 1, mostrando os prédios dos institutos da EE, ilustra o caráter utilitário da ciência concebido pela filosofia positivista (ver o Capítulo “Positivismo e utilidade da astronomia” neste Volume). O IAM não estava destinado à pesquisa científica, mas sim, à prestação de serviços. A missão do IAM era fornecer a hora certa para Porto Alegre e implantar uma rede de estações meteorológicas no Estado. O conjunto todo tinha caráter de escola politécnica, conforme declara o engenheiro-chefe do IAM no Relatório da EE de 1913:

...vereis que nosso instituto progride e em breve estará em condições de poder hombrear com os institutos irmãos de modo a formar um conjunto homogêneo. A Escola de Engenharia, centro de ensino polytechnico sólido, base da grandeza de um paiz... (Relatório da EE, 1913).

¹ Pica-paus ou ximangos eram os partidários de Júlio de Castilhos, positivistas e republicanos. Usavam um lenço branco como identificação e defendiam a política da federação (legalistas). Na revolução de 1923 ficaram mais conhecidos como ximangos (gavião típico do bioma pampa).

² Maragatos, partidários de Gaspar Silveira Martins, usavam lenço vermelho e combatiam a política da federação (dos adversários federalistas), já que Castilhos se perpetuava no poder no estado sul-rio-grandense e era aliado da federação.



Figura 1. Fotografia colorida utilizando tricromia³, do conjunto de institutos da EE. Em primeiro plano a praça Independência. À esquerda o IAM e o Instituto Técnico Profissional, no centro a EE e à direita o Instituto Ginásial Júlio de Castilhos. Atrás, o Campo da Várzea, atual Parque Farroupilha (Acervo do OA/UFRGS)

Aspectos arquitetônicos

O projeto do prédio do IAM foi concebido pelo engenheiro Manoel Assumpção Barbosa Itaquy (1876-1945), seu executor e também primeiro engenheiro-chefe até o ano de 1910 (Relatório da EE, 1908 e 1910). A tipologia funcional do prédio tinha a finalidade precípua de abrigar um observatório astronômico (Figura 2).

³ Tricromia designa aqui a técnica do início da fotografia colorida, quando esta era produzida a partir de três negativos em preto e branco do mesmo objeto obtidos com filtros em três cores primárias. Depois as cores na cópia fotográfica eram recompostas com a ativação de corantes que respondiam seletivamente à iluminação feita através dos negativos obtidos anteriormente.



Figura 2.
O prédio do
OA/UFRGS na
atualidade.
Ao fundo a Escola
de Engenharia.
Foto do autor

Construído em três pavimentos, o prédio possuía duas torres, uma cilíndrica até hoje conservada, que comporta a luneta **equatorial** Gautier (Figura 3) e outra, de base quadrada, que abrigava a **luneta meridiana** Gautier de 75 mm, ambas circundadas por paredes (ver a planta baixa da Figura 5). Os pisos são todos em madeira, apoiados nas paredes, inclusive o da cúpula da luneta **equatorial**, com exceção do térreo e terraço, este último no topo do prédio.



Figura 3. Luneta equatorial Gautier de 190 mm (diâmetro da objetiva), razão focal⁴ 15, fabricada em 1907, na cúpula restaurada em 2002 e ainda utilizada nas observações públicas. Foto do autor

A trapeira da **luneta meridiana** Gautier era constituída por duas folhas de madeira que se abriam pelo acionamento de uma corrente conectada a engrenagens e fusos (Figura 4). Acima desse sistema havia uma cobertura deslizante, com função de cúpula, acionada simultaneamente pelo mesmo mecanismo, de cujo formato infelizmente não há registro. A torre da meridiana foi demolida e todo o sistema desativado em 1967 devido à obsolescência instrumental e necessidade de espaço físico (Relatório do IA-EE, 1967).

⁴ Razão focal é o quociente entre a distância focal e o diâmetro da objetiva. Esse número adimensional quantifica a chamada “velocidade” da objetiva, sendo que quanto menor esse número, maior é a intensidade de luz no plano focal, reduzindo assim o tempo de exposição fotográfica.

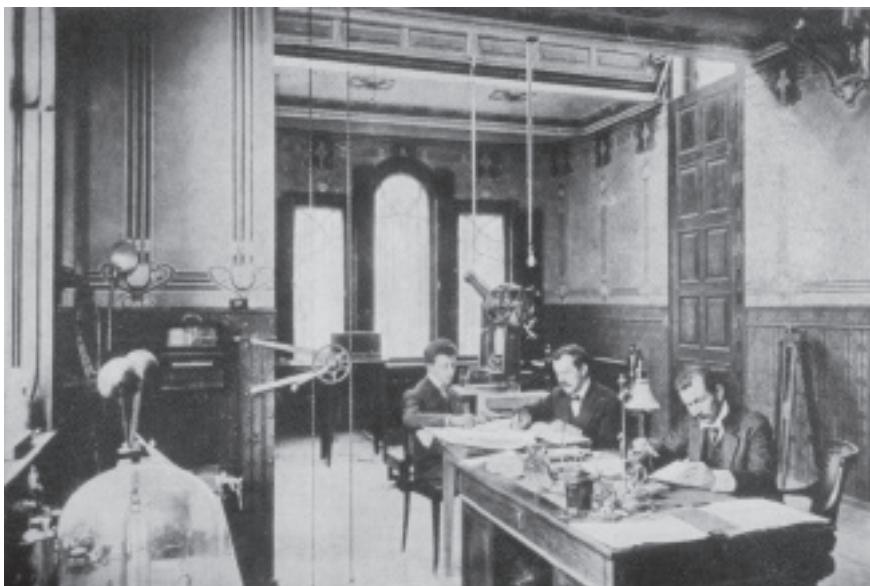


Figura 4. Aspecto da sala meridiana em 1910. Em primeiro plano o engenheiro Itaquy e seus auxiliares. A esquerda, a engrenagem que movimentava a trapeira da **luneta meridiana** que se visualiza aberta sobre esta. Acervo do OA/UFRGS

A circulação das pessoas no prédio é vertical, através de escadas helicoidais em torno das torres. O acesso ao segundo e terceiro pavimentos é feito em torno das paredes retangulares que envolviam a torre quadrada que ficam próximas à entrada principal do prédio (lado esquerdo da Figura 5). O prédio é orientado em relação aos pontos cardinais, estando a fachada principal com a entrada voltada para o Oeste (Figura 5). O acesso do terceiro pavimento para a cúpula da luneta **equatorial** e o terraço se dá pela escada que contorna as paredes da torre da **equatorial** (lado direito da Figura 5 e visualizada na Figura 10).

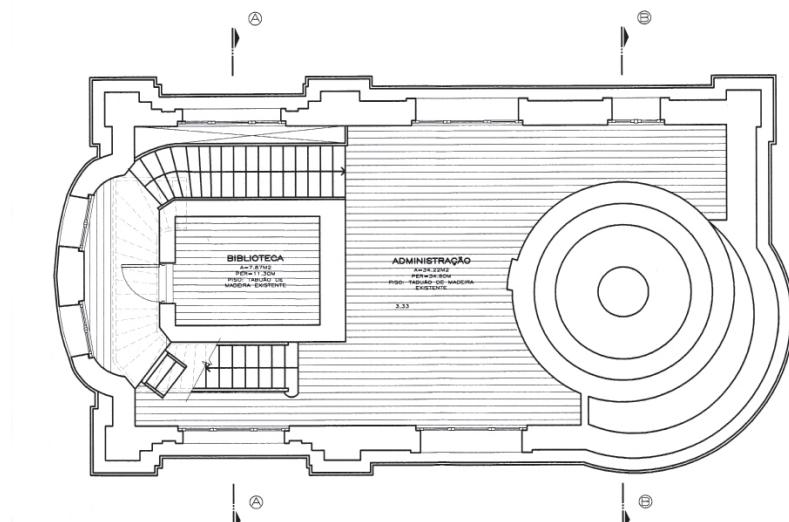


Figura 5. A planta baixa do primeiro pavimento ilustra a circulação pelas escadas em torno das paredes da torre da **luneta meridiana**. A entrada principal fica à esquerda, na fachada Oeste. Acervo do OA/UFRGS

Quanto à tipologia estilística, a edificação aflora no auge do estilo *art-nouveau* em Porto Alegre. Segundo o arquiteto responsável pelo primeiro projeto de restauração dos prédios históricos da UFRGS, “há um balanço entre linhas decorativas e a ornamentação, que resulta num equilíbrio estético fascinante numa clara influência da arquitetura belga contemporânea” (Leite, 1986).

A Figura 6 mostra a fachada Norte em que, no alto, nota-se a cúpula que abriga a luneta **equatorial** Gautier. Feita em chapas de aço e revestimento interno de madeira, a cúpula tem 5 m de diâmetro.



Figura 6. Vista atual da fachada Norte. Foto do Autor

As Figuras 7, 8 e 9 ilustram a riqueza de detalhes deste raro exemplar da arquitetura brasileira.



Figura 7. Estátua de Urânia, a musa da Astronomia, que está na fachada principal, alto da Figura 2. A Lua aparece acima. Foto do autor

No lado externo das muretas que cercam o terraço e a cúpula, estão representadas em alto relevo as **constelações** zodiacais e, logo no friso abaixo, contornando todo o prédio, visualizam-se os símbolos dos oito planetas intercalados por ícones representando o Sol (Figura 8).



Figura 8. Vista da cúpula e detalhes das muretas do terraço na fachada Norte. Em cima, as **constelações** zodiacais e, no friso abaixo, os símbolos dos planetas Urano e Netuno e, à sua esquerda e direita, representações do Sol. Foto do autor



Figura 9. Vista em detalhe das janelas do segundo pavimento na fachada Norte.
Foto do autor

Antes da restauração do prédio, iniciada em 2001 e finalizada em agosto de 2002, ocorreu seu tombamento no IPHAN (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional), com o prédio histórico da Faculdade de Direito, sob o número de inscrição 1.438-T-98.

Serviço astronômico: Hora Certa

Uma das principais tarefas do IAM era fornecer a hora certa para Porto Alegre. Este Serviço estava instalado no terceiro pavimento do prédio onde ficava a sala meridiana (Figura 4). Na parede da torre da luneta **equatorial** Gautier foi pintado o afresco de Cronos — deus grego do tempo, Saturno para os romanos — obra realizada pelo pintor alemão Ferdinand Sehlatter em 1908 (Figura 10).



Figura 10. O afresco de Cronos. Abaixo o relógio de péndulo Joseph, de tempo médio, fabricado em 1907 especialmente para o IAM pelo relojoeiro do Observatório de Paris, Charles Joseph. À sua esquerda uma esfera armilar e, à direita, uma estante da época. Nota-se a escada helicoidal de acesso à cúpula. Foto do autor

Logo no início o serviço não funcionava muito bem e os astrônomos contratados, um suíço e outro italiano, não conseguiram a eficiência desejada. Em 1912 aporta o astrônomo alemão Friedrich Rahnenführer⁵ (1883-1919). Este retifica a **luneta meridiana** Gautier e instala o sinal horário no torreão do Ins-

⁵ O alemão Rahnenführer cursou Matemática e Física e, depois, Astronomia na Universidade de Königsberg (atual Kaliningrado, na Rússia). Ao concluir o curso em 1907, foi nomeado calculador do Observatório de Königsberg. Em 1912 chegou a Porto Alegre contratado para o cargo de astrônomo do IAM. Aí faleceu em 1919 após prolongada doença.

tituto Gymnasial Júlio de Castilhos na atual Avenida João Pessoa (Relatório da EE, 1912). Esse Instituto, destruído por incêndio em 1951 (Figura 11), era obra arquitetônica com um bloco central que terminava em zimbório de telhas metálicas, encimado por um lanternim de vidros vermelhos que era iluminado minutos antes das 20 h, dando todos os dias a hora certa à população de Porto Alegre (Lima e Ledur, 2000).

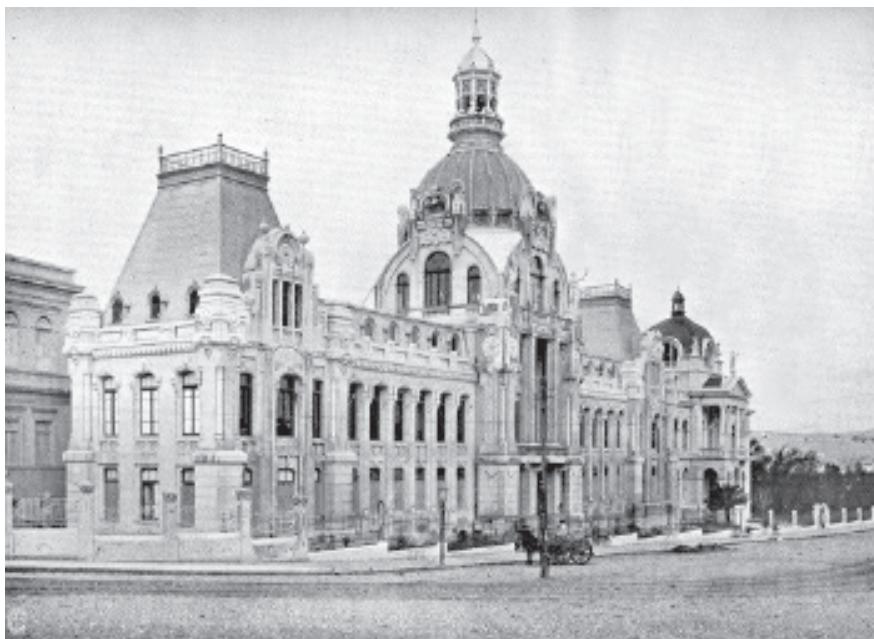


Figura 11. Foto do Instituto Júlio de Castilhos e, mais à direita, o prédio da Faculdade de Direito, em 1911. Acervo do OA/UFRGS

Em 11 de novembro de 1912 foi emitido o primeiro sinal horário: “uma lâmpada encarnada acende às 19 h 55 min (sinal preparatório) e às 20 h 00 min é desligada” (Relatório da EE, 1912). No ano de 1913 chegam novos instrumentos para melhorias na precisão do Serviço da Hora Certa. Entre eles, dois relógios de pêndulo (**pêndula**) elétricos Rieffler, a **luneta meridiana** Repsold de 75 mm e **cronômetros** de marinha (Kullberg e Dent, de tempo médio e Nardin, de tempo sideral), entre outros. Esses instrumentos somados aos da época da inauguração constituem o núcleo da coleção de instrumentos do OA/UFRGS (ver o texto “Patrimônio científico da astronomia no Brasil” neste mesmo Capítulo). O relógio Rieffler nº 292 foi instalado com a luneta Repsold num abrigo externo ao prédio denominado “casinha Rep-

sold” (Figura 12). Este foi demolido nos anos 1960 para dar lugar ao novo prédio da EE. O relógio Riefler de nº 303 foi instalado num oco da torre da luneta **equatorial** pela estabilidade térmica, funcionando como relógio padrão (Relatório da EE, 1914).

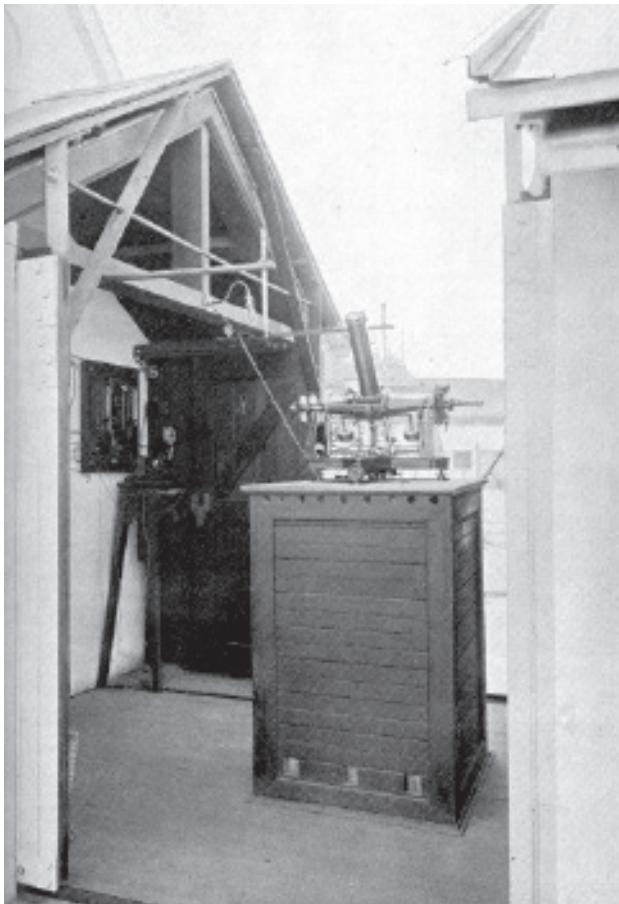


Figura 12. Em 1913 a “casinha Repsold” abrigava a luneta meridiana Repsold de 75 mm, razão focal 10 e o cronógrafo registrador Favarger. Acervo do OA/UFRGS

Em 1918 o sinal horário passou a ser dado no Paço Municipal, próximo ao porto e, posteriormente, também foi instalado na Confeitaria Rocco e na Casa Masson, tradicional relojoaria de Porto Alegre (Relatório da EE, 1918, 1923 e 1926). Até a II Guerra Mundial esse era o sistema que fornecia a hora certa para a cidade de Porto Alegre.

Com o avanço das comunicações através de ondas de rádio, o OA/UFRGS passou a receber sinais horários de observatórios oficiais mais avançados trans-

mitidos por rádio. Os sinais horários PPE do Observatório Nacional (ON) do Rio de Janeiro⁶, LSD e LOL da Argentina e DAN da Alemanha, entre outros, eram os mais utilizados (Relatório do IA/EE, 1961).

Com a inauguração da Rádio da Universidade em 1957, o OA/UFRGS passou a emitir o sinal horário através do rádio desde 1958, de hora em hora, a partir de uma pêndula Rosat (Relatório do IA/EE, 1958). Com o advento das novas tecnologias digitais e sinais fornecidos por rádios comerciais, o sinal deixou de ser transmitido pela Rádio da Universidade em 1990 e o Serviço da Hora Certa foi desativado, encerrando-se assim um ciclo de relevantes serviços prestados à sociedade sul-rio-grandense.

Serviço de meteorologia

O IAM foi encarregado pelo governo do Estado de implantar um conjunto de estações meteorológicas no interior do Estado. Já nas primeiras medições meteorológicas os relatórios da EE citam o cumprimento das normas utilizadas pelo ON (Relatório da EE, 1911 e 1913).

Nesse período desponta um jovem engenheiro, Ladislau Coussirat de Araújo (1889-1929), que mais tarde se tornaria engenheiro-chefe do IAM. Este fez visitas técnicas a estações meteorológicas da França, Inglaterra e Estados Unidos para conhecer o estado da arte, sendo que seus trabalhos se destacaram pela alta qualidade. Até 1918, já haviam sido instaladas 34 estações meteorológicas no Estado do Rio Grande do Sul (Relatório da EE, 1918). Devido à imensa quantidade de dados transmitidos por telegrafia e sendo as instalações deficientes, foi construído um novo prédio (Figura 13) para a Seção de Meteorologia em 1921 (Relatório da EE, 1921).

O IAM estava, então, composto por cinco seções: Astronomia — que compreendia o Serviço da Hora Certa, ensino de Geodésia e Astronomia, Sismografia e **Declinação Magnética** — e que permaneceu no prédio antigo; Previsão do Tempo; Climatologia; Meteorologia Agrícola e Administração que passaram para o novo prédio. A excelência do trabalho em Meteorologia fez com que o governo de Minas Gerais convidasse Coussirat para reorganizar o serviço meteorológico daquele Estado (Relatório da EE, 1926).

Mas, Coussirat faleceu precocemente em 1929 e, em sua homenagem, o IAM passou a se chamar Instituto Coussirat de Araújo (ICA) em 1930 (Relatório da EE, 1929 e 1930).

⁶ Ver o Capítulo “Difusão da hora legal” neste Volume.



Figura 13. O prédio da Seção de Meteorologia inaugurado em 1921, atual Rádio da Universidade.
Acervo do OA/UFRGS

Em 1934 é criada a Universidade de Porto Alegre que incorporou a EE e, com ela, todos os seus setores, inclusive o ICA (Relatório da EE, 1934). Nesse momento o ICA passou a ser denominado Observatório Astronômico da EE (OA/EE). Em 1942, o governo Vargas federalizou os serviços meteorológicos existentes no país e todas atividades meteorológicas do OA/EE passaram para o que é hoje o 8º Distrito de Meteorologia do INMET/MAPA (Instituto Nacional de Meteorologia/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) de caráter regional e sediado no bairro Jardim Botânico em Porto Alegre. Em 1947, a Universidade de Porto Alegre se transformou na Universidade do Rio Grande do Sul (URGS), quando então o Observatório passou a se denominar Instituto de Astronomia da EE (IA/EE). Em 1950, ingressou na esfera federal com a criação da UFRGS (Relatório do IA/EE, 1947 e 1950).

Finalmente, na Reforma Universitária implementada em 1969/70, a área de Astronomia foi agrupada com a área de Física e o OA/UFRGS passou a ser um órgão auxiliar do Instituto de Física (IF) da UFRGS com a denominação atual de Observatório Astronômico da UFRGS.

Trabalhos científicos e colaboração com o ON

Nos anos iniciais do IAM, temas do nosso Planeta que hoje pertencem à Geofísica eram considerados astronômicos, na medida em que não diziam respeito à Terra com exclusividade. Assim, desde o seu início o IAM realizou, além de observações meteorológicas, também medidas de sismografia e **declinação magnética**. Os relatórios contêm registros de sismos, cujos resultados eram sempre enviados ao ON.

Rahnenführer planejou e iniciou em 1913 os trabalhos da medida da latitude com o objetivo de obter o movimento de variação do polo, com auxílio de Henrique Morize, diretor do ON, que forneceu a lista com a posição das estrelas (Relatório da EE, 1913). O trabalho ficou inconcluso em razão da I Guerra Mundial, pois necessitava dos anuários e catálogos atualizados de estrelas e da colaboração dos poucos observatórios do hemisfério norte dedicados a essa questão.

Rahnenführer também fez cálculos de eclipses, observações de cometas e determinação de suas órbitas, ocultações de planetas pela Lua, observação de estrelas duplas, além de um trânsito de Mercúrio pelo disco solar em 7 de novembro de 1914, trabalho publicado no nº 4788 do *Astronomische Nachrichten* (Relatório da EE, 1914).

Em 1918 o ON envia ao IAM um sismógrafo do tipo Wiechert, cuja massa oscilante pesava 200 kg. Em 1919, um mecânico do ON visitou o IAM para realizar o conserto desse instrumento (Relatório da EE, 1918 e 1920). Quanto à meteorologia, desde 1911 os dados de pluviometria, temperatura, ventos, umidade e irradiação eram enviados ao ON em forma de boletins mensais e anuais (Relatório da EE, 1911, 1913 e 1914).

O OA/UFRGS também participou da elaboração da carta isogônica⁷ brasileira, sob coordenação do astrônomo Lélio Gama do ON, instalando estações magnéticas no Estado do Rio Grande do Sul. Este trabalho foi retomado em 1964, sendo que algumas estações que tiveram problemas operacionais foram reativadas em 1968-1969 e funcionaram pelo menos até 1974 (Relatório do IA/EE, 1964, 1968 e 1969; Relatório do DA/UFRGS, 1974).

Nos anos 60 o OA/UFRGS participou ativamente com sua equipe, da escolha do sítio observacional brasileiro no Estado do Rio Grande do Sul e da preparação e apoio logístico para o eclipse total do Sol de 1966, em Bagé e Rio Grande. Houve intensa colaboração com o ON, especialmente com Luiz Muniz Barreto, diretor dessa Instituição, que realizou visitas ao Rio Grande

⁷ Carta isogônica é um mapa com curvas que unem pontos com o mesmo valor da **declinação magnética**.

do Sul (Relatório do IA/EE, 1966). Muniz também foi convidado para orientar os trabalhos iniciais de pesquisa em **fotometria** estelar no Observatório do Morro Santana (OMS) e realizou visita às suas instalações em novembro de 1969 (Plano de Atividades de Pesquisa — OA/UFRGS, 1970).

Com a criação do Departamento de Astronomia (DA) da UFRGS e a inauguração do OMS⁸ em 1970, as pesquisas científicas e atividades de ensino que eram realizadas pelo OA/UFRGS ficaram a cargo desse Departamento e as observações para as primeiras pesquisas foram feitas no OMS. Nesse mesmo ano, o professor Edemundo da Rocha Vieira retornou ao IF/UFRGS após se doutorar em **radioastronomia** na Argentina. Em 1971, foram contratados os astrônomos Frederico Strauss e Zulema Abraham, iniciando assim a astrofísica na UFRGS (Ata nº 1 do DA da UFRGS, 1971). Ver “A multiplicação de centros de astronomia no país” no Capítulo “Pós graduação em astronomia” no Volume II.

Já em 1986 o DA e o OA/UFRGS participaram do programa *International Halley Watch* (IHW) fazendo observações do cometa Halley no OMS que resultaram em duas publicações (Ducati *et al.*, 1987) e (Bevilacqua and Ducati, 1991), além de uma comunicação (Ducati *et al.*, 1986).

Até 1970, quando foi criado o DA da UFRGS, Rahnenführer havia sido o único astrônomo profissional a trabalhar por longo período no OA/UFRGS (de 1912 a 1918). Sob a sua coordenação, engenheiros foram treinados para as funções básicas do OA/UFRGS, capacitados para fazer previsões de eclipses, observações de duplas, manter o Serviço da Hora Certa, elaborar efemérides, coletar dados de sismografia e magnetismo, entre outras tarefas.

O mais antigo observatório ininterruptamente ativo

O mais antigo observatório do Brasil para a prática astronômica segundo a ciência moderna foi construído no Recife, PE, por Jorge Marcgrave, patrocinado pelo conde Maurício de Nassau no período do domínio holandês (Matsuura, 2010). Mas desse observatório nada restou (ver “Um observatório de ponta no Novo Mundo” no Capítulo “Brasil holandês”, neste Volume).

⁸ O OMS foi equipado com um telescópio Zeiss/Jena de 50 cm, adquirido pelo governo brasileiro na década de 1970, que fazia parte de um grande lote de equipamentos astronômicos, principalmente planetários, através do Convênio MEC/RDA (RDA: República Democrática Alemã). Ver “Planetários” no Capítulo “Divulgação e ensino não formal de astronomia” no Volume II.

Posteriormente, em 1827 foi criado o Imperial Observatório no Rio de Janeiro (IORJ) pelo imperador d. Pedro I, mas somente entre 1846-1850 monta-se um observatório no Morro do Castelo, sobre as paredes de uma igreja construída no século anterior pelos jesuítas. Nos anos 1920 esse observatório, hoje demolido, foi transferido do Morro do Castelo para o bairro de São Cristóvão no Rio de Janeiro. Mas, desde 1985 quando foi criado o Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST), o prédio original do ON em São Cristóvão, assim como todo o acervo histórico, incluindo instrumentos, lunetas e cúpulas, passou à guarda do MAST, continuando o ON no campus de São Cristóvão, mas em outro prédio.

Em 1855, no Recife outra vez, foi construída a Torre Malakoff⁹, réplica de uma torre de mesmo nome na Rússia em homenagem ao herói da guerra da Crimeia, general Malakoff. Em 1858 foi visitada pelo imperador d. Pedro II, que nela fez observações astronômicas registradas em seu diário. A Torre funcionou como observatório astronômico, marítimo e, depois, meteorológico. Compôs com o Arsenal da Marinha e o porto do Recife os equipamentos de acesso e recepção aos que chegavam à cidade por mar. Mas por bom período as atividades astronômicas foram descontinuadas e os instrumentos astronômicos originais removidos. Hoje a Torre, cujo endereço é Rua do Observatório, é uma dependência subordinada à Secretaria de Cultura de Pernambuco. Os andares térreo, primeiro, segundo e terceiro são usados para exposições culturais e artísticas. Já o quarto andar (sala do relógio) e o quinto (cúpula e terraço), a partir de 1990 passaram a ser usados como observatório didático em que são feitas observações, palestras e minicursos de astronomia por professores e monitores do Espaço Ciência, da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e Coordenadoria do Ensino de Ciência do Nordeste da Universidade Federal de Pernambuco (CECINE/UFPE).

Em 1876, havia sido criada a Escola de Minas em Ouro Preto, MG, mas o prédio atual do seu observatório só foi construído entre 1922 e 1930 (ver “Observatório de uma centenária Escola de Engenharia e sua função hoje” neste Capítulo).

Mais tarde, em 1881, no Rio de Janeiro foi fundado o Observatório Astronômico da Escola Polytechnica (EP) no Morro de Santo Antônio que, em 1924, seria transferido para a chácara do Valongo, Morro da Conceição e que foi o precursor do atual Observatório do Valongo, OV (Coordenadoria

⁹ As informações sobre a Torre Malakoff foram gentilmente fornecidas pelo professor Antonio Carlos Miranda, do Departamento de Ensino a Distância da UFRPE.

de Comunicação UFRJ, 2008). Ver o Capítulo “Ensino superior de astronomia” neste Volume.

No ano de 1890, em Olinda, foi construído o Observatório da Sé, desativado nos anos 1960 e que, em 2011 teve seu prédio restaurado, mas sem sua instrumentação e funcionalidade originais.

O Observatório de São Paulo, que deu origem ao Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (IAG/USP) foi inaugurado em 1912, na Avenida Paulista, 69 (ver o Capítulo “Chegada da astronomia oficial a São Paulo” neste Volume).

Livi (1996) conjecturou que o prédio do OA/UFRGS inaugurado em 1908 seria o mais antigo prédio de observatório remanescente no Brasil. Considerando que os observatórios que estavam nos morros do Castelo e de Santo Antônio no Rio de Janeiro foram demolidos, o levantamento feito acima demonstra que a Torre Malakoff e o Observatório da Sé são as edificações mais antigas que o OA/UFRGS que ainda sobrevivem. Mas o último perdeu sua funcionalidade e o outro não manteve ininterruptamente até hoje, nem os instrumentos originais, nem o seu uso astronômico. Assim, a primazia que o OA/UFRGS pode reivindicar é a de ser o mais antigo observatório astronômico brasileiro a permanecer até hoje com o prédio, instrumentação e funcionalidade praticamente originais.

De um convênio celebrado com o MAST em 2006 resultaram dois relatórios técnicos sobre o estado do prédio e acervos. Um destes caracteriza o OA/UFRGS como um centro e museu de ciências (MAST, 2007). Ver o Capítulo “Divulgação e educação não formal na astronomia” no Volume II.

O OA/UFRGS e a sociedade

O OA/UFRGS foi uma instituição técnica e científica muito demandada pela sociedade sul-rio-grandense, perante a qual gozava de muito prestígio. A hora certa era solicitada por telefone e eram atendidos centenas de pedidos anuais, chegando a 2.090 em 1927 e 4.725 em 1932 (Relatório da EE, 1927 e 1932). A previsão do tempo também era demandada de modo semelhante. Considerando-se as condições da época, estes números assumem grande relevância.

O OA/UFRGS publicava diariamente boletim do tempo nos principais jornais da época como “A Federação”, “Correio do Povo” e “A Manhã”. Também publicava as efemérides astronômicas no “Céo do Mez”, seção que perdurou no “Correio do Povo” até os anos 1980 com outras denominações. Aos fenômenos notáveis como eclipses e cometas eram dedicados artigos especiais tanto

nos jornais, quanto na revista “Egatea” da EE, periódico de divulgação muito difundido nos órgãos públicos e escolas do interior.

No eclipse solar total de 11 de novembro 1994, o OA/UFRGS montou um sítio observacional no aeroclube da cidade de Erechim, RS, onde foram feitos registros fotográficos do evento com grande participação do público local.

Na passagem do cometa Hale-Bopp em 1996, montou estrutura observacional com vários telescópios na Usina do Gasômetro, em Porto Alegre, por onde passaram mais de 5 mil pessoas. Na máxima aproximação de Marte em 2003 promoveu a exposição ExpoMarte nas dependências do prédio histórico do OA/UFRGS e disponibilizou telescópios para observações do planeta vermelho, das quais participaram mais de 800 visitantes. Em 2004, novamente na Usina do Gasômetro, promoveu a observação pública dos cometas C/2001 Q4 (NEAT) e C/2002 T7 (LINEAR) e do cometa McNaught em 2007. No Ano Internacional da Astronomia (AIA) em 2009, foi promovida a exposição “Em casa, no Universo” com o DA da UFRGS, o Planetário José Baptista Pereira da UFRGS e o Museu da UFRGS, complementada com observações do céu para o público.

A missão atual do OA/UFRGS é ampliar o acesso da sociedade às ciências astronômicas e afins através da divulgação da ciência e da sua história, do ensino não formal e do apoio ao ensino formal; preservar, restaurar e divulgar o acervo histórico; prestar serviços na área da astronomia; prestar apoio técnico às atividades de observações astronômicas locais do DA e fomentar a inter, multi e transdisciplinariedade conforme consta no Plano de Desenvolvimento Estratégico (PDE) do OA/UFRGS (Santiago e Bevilacqua, 2010).

No PDE agregam-se ao OA/UFRGS os demais órgãos criados recentemente no DA: Observatório Educativo Itinerante (OEI), o Observatório do Campus do Vale (OCV), o Laboratório de Observação Remota (LAOR), além do OMS. Desde os anos 1970, o prédio histórico passou a se denominar Observatório Central (OC) para se diferenciar do OMS, sendo que a sede e a direção do OA/UFRGS ficam localizadas no OC.

O OEI tem por objetivo a realização de cursos de formação de professores do ensino básico e visitas a escolas, inclusive do interior do RS e SC, com observação do céu e palestras através dos programas “Aventureiros do Universo: Universidade e Escola trilhando juntos novos caminhos” e “Observatório Educativo Itinerante — OEI”. O OEI tem como estrutura um furgão equipado com um telescópio Meade de 30 cm e experimentos de física e astronomia.

O OCV é voltado à parte prática das disciplinas de graduação e pós-graduação do DA, especialmente do recém-implantado curso de **Astrofísica**, além de receber grupos de universitários e escolas.

O LAOR é uma estrutura voltada a observações remotas em sítios observacionais utilizados pelos pesquisadores do DA, como o SOAR e GEMINI (ver “Participação do Brasil em consórcios internacionais” no Capítulo “Empreendimentos internacionais” no Volume II), além de proporcionar teleconferências.

O OMS atualmente encontra-se desativado em razão das condições locais de segurança e infraestrutura. Com a futura implantação de uma reserva ambiental da UFRGS abrangendo a área do OMS, está planejada a revitalização do mesmo.

No OC são realizadas atividades voltadas ao público através do programa permanente “Astronomia para a Comunidade” (Figura 14). O público-alvo é diversificado, sendo constituído de escolares e professores do ensino básico, estudantes universitários das disciplinas do DA, alunos dos institutos técnicos federais e estaduais do RS e SC, alunos do EJA (Educação de Jovens e Adultos), escolas indígenas e quilombolas, público geral e turistas. São oferecidas observações do céu noturno, observações do Sol com palestra e vídeos, visitas guiadas à exposição “Observatório da UFRGS: 100 anos”, comemorativa do seu centenário em 2008 e ao acervo instrumental durante os turnos da tarde e da noite, das segundas às sextas-feiras.



Figura 14. Alunos do ensino fundamental assistindo a uma minipalestra sobre manchas solares. Ao fundo a **luneta meridiana** Gautier de 75 mm, razão focal 10, o **cronógrafo** impressor Gautier e, nas paredes, as **pêndulas** Opperman de tempo médio (1914) e Rieffler de tempo sideral (1910). Foto de José Menote Aquino

Referências

Ata nº 1 do DA/UFRGS (1971), *Reunião de 23 de março de 1971*, Acervo do OA/UFRGS.

Bevilacqua, C. M. and Ducati, J. R. (1991), Photometry in Molecular Bands of Comets: P/Wilson (1986 I), P/Halley (1986 III), P/Brorsen-Metcalf (1989o), Okazaki-Levy-Rudenko (1989r), Austin (1989c1) and Levy (1990c) in J. A. Fernandez and H. Hickman (Eds.), *Proceedings of the IAU Workshop on Periodics Comets*, 125-129, Montevideo, Uruguay.

Coordenadoria de Comunicação UFRJ (2008), *50 anos Criação do curso de Astronomia — Observatório do Valongo*, Série Memorabilia 7, Rio de Janeiro: CoordCOM/UFRJ.

Ducati, J. R.; Bergman, T. S.; Bevilaqua, C. M.; Bonatto, C. J.; Cavalcanti, R. L.; Costa, R. D.; Girardi, L.; Hadjimichef, D.; Kepler, S. O.; Livi, S. H. B.; Pastoriza, M. G.; Santos, J. F. C.; Schmidt, A. A. and Schroeder, M. F. S. (1987), Strip Photometry of Comet Halley, *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica*, 14, 1, 664-667.

Ducati J. R.; Bergmann, T. S.; Bonato, C.; Cavalcanti, R. L.; Costa, R. D. D.; Dottori, H. A.; Girardi, L. A.; Hadjimichef, D.; Kepler, S. O.; Pastoriza, M. G.; Santos, J. F.; Schmidt, A.; Schröder, M. F. S. (1986), Strip Photometry of Halley's Comet in B. Battrick, E. J. Rolfe and R. Reinhard (Eds.), *The Exploration of Halley's Comet*, Volume 1: Plasma and Gas, *Proceedings of the 20th ESLAB Symposium*, 475, Heidelberg, Paris, France: ESA SO-25.

Freitas, Décio (2009), *O homem que inventou a ditadura no Brasil*, Porto Alegre: Editora Sulina.

Leite, Fernando Ávila de Carvalho (1986), *Projeto de Restauração: Observatório Meteorológico, Engenharia Nuclear e Chateau*, documento mimeografado, Acervo do OA/UFRGS.

Lima, Otavio Rojas e Ledur, Paulo Flávio (2000), "Julinho: 100 Anos de História" in Otavio Rojas Lima e Paulo Flávio Ledur (Orgs.), *Histórico do Colégio Estadual Júlio de Castilhos*, Porto Alegre: Editora AGE Ltda.

Livi, Silvia Helena Becker (1996), "Observatório Central da UFRGS: o mais antigo do Brasil?", *Episteme*, 37-46, Porto Alegre: Editora UFRGS.

MAST (2007), *Preservação de Acervos do Observatório Astronômico da UFRGS*, Relatório Técnico, Rio de Janeiro: MAST/MCTI.

Matsuura, Oscar T. (2010), *O Observatório no Telhado*, Recife: Companhia Editora de Pernambuco.

Plano de atividades de Pesquisa — OA/UFRGS (1970). Documento interno. Acervo do OA/UFRGS.

Relatório da EE (1908, 1910, 1911, 1912, 1913, 1914, 1918, 1920, 1921, 1923, 1926, 1927, 1929, 1930, 1932 e 1934), Acervo do OA/UFRGS.

Relatório do DA/UFRGS (1974), Acervo do OA/UFRGS.

Relatório do IA/EE (1947, 1950, 1958, 1961, 1964, 1966, 1967, 1968, 1969), Acervo do OA/UFRGS.

Santiago, Basílio Xavier e Bevilacqua, Claudio Miguel (2010), *Plano de Desenvolvimento Estratégico (PDE) 2010-2015*, documento interno do DA da UFRGS que integra o Plano de Desenvolvimento Institucional do IF/UFRGS. Acervo do OA/UFRGS.

Vasconcellos, César A. Zen; Bernasiuk, Chistoph e Bica, Eduardo L. Damiani (2008), *Observatório Astronômico da Universidade Federal do Rio Grande do Sul: 100 anos*, Porto Alegre: Editora da UFRGS.

Autores



Alfredo Tiomno Tolmasquim — É graduado em Engenharia Química (1983), tem mestrado em Engenharia de Produção (1987) e doutorado em Comunicação (1993). Foi pesquisador visitante da *Hebrew University of Jerusalem* (Israel) e do *Max Planck Institute for the History of Science* (Alemanha), diretor do MAST de 2003 a 2010. Atualmente é pesquisador titular do IBICT e dedica-se à história da ciência no Brasil, divulgação científica e informação em ciência e tecnologia.



Alvaro Penteado Crósta — Graduou-se em Geologia na USP, fez mestrado em Sensoriamento Remoto no INPE e doutorado no *Imperial College, University of London*. É professor titular do IG/Unicamp, professor convidado do *Petroleum Institute*, Abu Dhabi, Emirados Árabes Unidos. Na Unicamp foi chefe de departamento, diretor, pró-reitor de Desenvolvimento Universitário e atualmente é vice-reitor. Suas áreas de atuação acadêmica são sensoriamento remoto, exploração mineral e geologia planetária.



Antonio Augusto Passos Videira — Bacharel em Filosofia pela UFRJ, tem especialização e doutorado em Epistemologia e História das Ciências pela Universidade de Paris VII. Professor associado do Departamento de Filosofia da UERJ, pesquisador do CNPq, colaborador do CBPF e professor colaborador dos programas de pós-graduação PEMAT e HCTE, ambos da UFRJ.



Antonio Carlos S. Miranda — Bacharel (1978) e licenciado (1985) em Física pela Unicap, obteve mestrado em Física pela PUC-Rio (1983) e doutorado em Astrofísica pela UFRN (2003). Foi professor adjunto da Unicap (1977-2011) e, atualmente, da UFRPE na unidade de Educação a Distância e Tecnologia. Foi gerente de divulgação científica do Espaço Ciência de Olinda-Recife (1995-1999), diretor de apoio à inovação científica e tecnológica da Prefeitura do Recife (2005-2008). Tem experiência em astrofísica estelar e atua em extensão universitária no ensino e divulgação de ciências, da física e da astronomia.



Bruno Capilé — Mestre em história das ciências (HCTE/UFRJ), tem atuado em história da ciência, história da cartografia e história ambiental. Foi pesquisador, bolsista PCI/CNPq do MAST e é doutorando em História Social (PPGHIS/UFRJ).



Carlos Aurélio Nadal — Engenheiro civil pela UFPR, tem aperfeiçoamento em Astrometria pela USP, mestrado e doutorado em Ciências Geodésicas pela UFPR. Pesquisador do grupo de pesquisa em Geodésia Aplicada à Engenharia na UFPR, atualmente é professor titular do Departamento de Geomática dessa Universidade.



Claudio Miguel Bevilacqua — É físico pela UFRGS. Desde 1984 trabalha no OA/UFRGS, do qual é diretor atualmente.



Cristina Leite — Licenciada em Física (1998), mestre em Ensino de Ciências (2002) e doutora em Educação (2006) pela USP. É professora doutora do IF/USP na área de Ensino de Física desde 2008 e orientadora no programa interunidades de pós-graduação dessa Universidade em Ensino de Ciências.



Flavia Pedroza Lima — Tem graduação em Astronomia pela UFRJ (2000), mestrado em História da Ciência pelo HCTE/UFRJ (2004) e está finalizando seu doutorado em Ensino e História das Ciências da Terra no IG/UNICAMP. É astrônoma da Fundação Planetário da Cidade do Rio de Janeiro desde 2006. Suas áreas de interesse em pesquisa são: astronomia nas culturas, história da astronomia e educação não formal.



Germano Bruno Afonso — Licenciado em Física, mestre em Ciências Geodésicas pela UFPR e doutor em Astronomia pela Universidade Paris VI. Fez pós-doutorado em Astronomia no *Observatoire de la Côte d'Azur*. É coordenador do projeto de pesquisa “Etnoastronomia dos Povos Indígenas do Amazonas” (CNPq/FAPEAM). Atualmente é pesquisador visitante de Etnoastronomia no IFAM de São Gabriel da Cachoeira, AM.



Gil Alves Silva — Tem graduação em Astronomia pela UFRJ (2003), mestrado (2009) e doutorado (2013) em História das Ciências, das Técnicas e Epistemologia pelo HCTE/UFRJ. Tem interesse na área de história das ciências com ênfase em história da astronomia e da cartografia celeste.



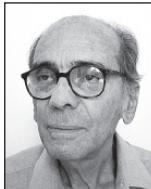
Gilson Antônio Nunes — (Foto Roberto Ribeiro) Graduado em Engenharia Civil, especialista em Ensino de Astronomia, mestre em Engenharia de Materiais é professor assistente do Departamento de Museologia, coordenador do Observatório Astronômico e do MCT/EM/UFOP. Desenvolve pesquisas na área de gestão de museus, instrumentos científicos históricos, história e metodologias do ensino de astronomia, engenharia e museologia, divulgação científica e caracterização de meteoritos.



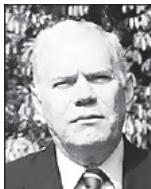
Heloisa Meireles Gesteira — Graduada em História pela PUC-Rio (1988), mestre em História Social da Cultura pela PUC-Rio (1996) e doutora em História Social pela UFF (2001). Atualmente é pesquisadora titular do MAST e professora do PPGH/UNIRIO. Tem experiência em história do Brasil, com ênfase nos séculos 16 ao 18, e interesse no estudo das relações entre a produção de conhecimento em história natural e astronomia e o processo de conquista da América pelos europeus, das representações da natureza americana, das viagens ao Novo Mundo e expedições pelos sertões da América.



Henrique Lins de Barros — É doutor em Física e pesquisador titular do CBPF. Foi diretor do MAST de 1992 a 2000. Dedica-se ao estudo de micro-organismos magnéticos e à história da técnica no Brasil. É autor de livros sobre biodiversidade, renovação da vida, Santos Dumont e a invenção do voo. Foi curador de exposições científicas e recebeu as medalhas da Ordem Nacional do Mérito Científico (2001) e da Ordem Nacional do Mérito Aeronáutico (2004).



Jair Barroso Junior — Obteve licenciatura em Física em 1959 pela Universidade do Estado da Guanabara (UERJ a partir de 1975), mestrado em Astrofísica pelo ITA em 1971. É membro fundador da SAB. Pesquisador aposentado do ON, trabalha atualmente em ensino e divulgação da astronomia.



Jorge Pimentel Cintra — Tem graduação (1974), mestrado (1981) e doutorado (1985) pela EP/USP, onde é professor titular. Leciona Cartografia Digital e Evolução da Tecnologia Cartográfica. É diretor do Instituto Histórico e Geográfico de São Paulo e editor associado do *Boletim de Ciências Geodésicas* e da *Revista Brasileira de Cartografia*. Suas áreas de pesquisa são: História da Cartografia no Brasil, Cartografia Digital e Qualidade em Cartografia.



José Adolfo S. de Campos — É graduado em Astronomia pelo OV/UFRJ (1971), mestre em Informática pelo IM/NCE/UFRJ (2004) e doutor em História da Ciência pelo HCTE/UFRJ (2012). É professor adjunto e vice-diretor do OV. Foi chefe do Departamento de Astronomia do IGEO/UFRJ. Áreas de interesse: ensino de astronomia, atividades de extensão em astronomia e história da astronomia no Brasil.



Levy Pereira — É engenheiro aeronáutico (ITA, 1972), especialista em Engenharia de Sistemas (UFRN, 1980) e em Gerência de Redes de Computadores (UnP, 1998). Foi pesquisador no IAE/CTA (1973) e no INPE (1974-1975), gerente de tecnologia da informação em empresas de eletricidade e telecomunicações do Rio Grande do Norte (1975-2005). Desde que se aposentou em 2006 dedica-se ao estudo da cartografia histórica do Brasil holandês.



Luiz Carlos Borges — É licenciado em Letras (UFPA, 1978), mestre e doutor em Linguística (Unicamp, 1991 e 1999), pesquisador titular do MAST e professor do PPG-PMUS (UNIRIO/MAST). Desenvolve pesquisas em história da ciência sobre política e discurso científico, e sobre as relações céu-terra dos Guarani Mbyá na área de astronomia cultural, e em museologia e patrimônio focalizando questões conceituais sobre museus e políticas patrimoniais, além de análise sobre objetos culturais.



Luiz Carlos Jafelice — Bacharel (1973) e licenciado (1976) em Física, mestre em Física das Partículas Elementares (1976) e doutor em Astronomia (1989) pela USP. Fez pós-doutorado em astrofísica de plasma (1990-1992) na Universidade de Cambridge (Inglaterra). É professor associado na UFRN, membro do Grupo de Pesquisa em Ensino de Física e de Astronomia, coeditor de RELEA, membro da Divisão C (educação, história e patrimônio) da IAU e coordenador de projetos sobre educação intercultural e etnoconhecimentos realizados em Carnaúba dos Dantas (RN). Há mais de quinze anos trabalha exclusivamente nas áreas de educação e antropologia.



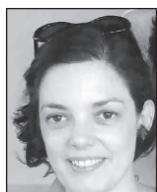
Marcio D'Olne Campos — É bacharel em Física (PUC-Rio, 1965), mestre e doutor em Física de Sólidos (*Université de Montpellier*, 1972). Foi professor do Departamento de Física Aplicada do IFGW/Unicamp até 1992 e do Departamento de Antropologia do IFCH/Unicamp até 1998. É professor colaborador do PPG-PMUS na UNIRIO. Tem trabalhado sobre etnografia de saberes e técnicas, relações céu-terra e etnoastronomia.



Marcus Granato — É engenheiro metalúrgico e de materiais (UFRJ), mestre e doutor em engenharia metalúrgica e de materiais (COPPE/UFRJ). Pesquisador do MAST, é vice-diretor e coordenador de Museologia e vice-coordenador e professor do PPG-PMUS da parceria UNIRIO/MAST. Seus principais temas de pesquisa se relacionam ao patrimônio cultural de ciência e tecnologia e conservação de acervos culturais.



Maria Elizabeth Zucolotto — Astrônoma formada pelo Departamento de Astronomia/UFRJ, onde também obteve o título de mestre com tese sobre meteoritos metálicos. Doutora em Engenharia Metalúrgica e de Materiais pela COPPE/UFRJ (1995). Desde 1997 é docente da UFRJ e curadora da coleção de meteoritos do Museu Nacional. Estuda principalmente os seguintes temas: meteoritos, meteoritos brasileiros, meteoritos metálicos e bólidos.



Moema de Rezende Vergara — É pesquisadora titular do MAST e professora do programa PPGH da UNIRIO e do Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências da UFBA/UEFS.



Oscar Toshiaki Matsuura — (Foto: Felipe Shikama) Bacharel em Filosofia (1962) e em Física (1967), mestre em física solar (1972) e doutor em astrofísica de cometas (1976). Liderou o Grupo de Astrofísica do Sistema Solar desde a sua implantação no IAG/USP até se aposentar (1997). Foi pesquisador do MAST (1997-2000), diretor do Planetário e Escola Municipal de Astrofísica em São Paulo (2003-2005) e editor associado da revista *Astronomy Brasil* (2006-2008). Atualmente é colaborador do MAST e do Programa HCTE/UFRJ, e vice-presidente do Grupo de Trabalho “Arquivos” da Comissão de História da Astronomia da IAU.



Paulo Marques dos Santos — É bacharel e licenciado em Física, mestre e doutor em Astrofísica respectivamente pelo CRAAM e pelo ON/CNPq. Na Universidade Mackenzie foi Professor Pesquisador Sênior junto ao CRAAM. No IAG/USP foi chefe do Departamento de Ciências Atmosféricas e responsável pelas disciplinas Rádio Meteorologia, Meteorologia com Radar e Meteorologia Física. É membro efetivo da IAU e docente aposentado da USP na categoria de professor doutor desde 1997.



Paulo Roberto Martini — É geólogo pela UFRGS, mestre em Sensoriamento Remoto pelo INPE e doutor *ad hoc* pelo Centro Japonês de Sensoriamento Remoto e sabático em Planejamento Estratégico pela ESG. Estuda crateras meteoríticas em imagens de satélites, colaborou no planejamento da Expedição Andes-Amazonas que definiu as novas nascentes para o rio Amazonas e o qualificou como o rio mais extenso do Planeta. É gerente do Projeto Panamazônia que trata de desenvolver novos métodos de monitoramento da cobertura vegetal em biomas com base em imagens de satélites.



Paulo Sergio Bretones — Graduado em Química. Mestre em Geociências e doutor em Ensino e História de Ciências da Terra pela Unicamp em temas relacionados à educação em astronomia. É professor adjunto do Departamento de Metodologia de Ensino da UFSCar e coeditor da RELEA. Desenvolve pesquisas e atividades em educação em astronomia e química e na formação de professores.



Priscila Faulhaber Barbosa — É bacharel em Sociologia e Política pela PUC-Rio (1978), mestre em Antropologia Social pela UnB (1983) e doutora em Ciências Sociais pela Unicamp (1992). É pesquisadora titular da CHC/MAST e professora de pós-graduação na UNIRIO e na UFAM. É pesquisadora associada do Museu Goeldi, onde trabalhou com vínculo permanente de 1985 a 2009. Publicou artigos e capítulos de livros no âmbito da antropologia histórica e da história da ciência no Brasil.



Ramiro de la Reza — Pesquisador titular do ON, desde 2012 é pesquisador emérito dessa Instituição. Suas atividades normais de pesquisa em astrofísica são sobre evolução estelar e suas relações com a Galáxia. Interessou-se pelo evento de Curuçá, tema do trabalho apresentado neste livro em 1995, quando teve a ideia de realizar uma investigação que nunca tinha sido feita no Brasil, à qual consagrou dois anos de pesquisa.



Rodolfo Langhi — Tem licenciatura em Ciências e pós-graduação pelo programa “Educação para a Ciência” da UNESP/Bauru. É professor da graduação e pós-graduação dessa Universidade, de disciplinas relacionadas ao ensino de física e astronomia. Desenvolve pesquisas, projetos e publicações na área de educação em astronomia, formação de professores e ensino de ciências e física.



Selma Junqueira — É bacharel em Física, mestre e doutora em Astrofísica (1993) pelo ON. É tecnóloga sênior do ON dedicada à pesquisa sobre métodos de transferência de tempo e frequência e à organização do FHLB.



Sérgio Mascarello Bisch — Bacharel e mestre em Física pela UFRGS. Doutor em Educação pela USP. É professor associado da UFES, diretor técnico-científico do Planetário de Vitória e docente do programa de pós-graduação em Ensino de Física da UFES. Ministra disciplinas de Física e de Introdução à Astronomia e Astrofísica. Desenvolve projetos de extensão e pesquisa nas áreas de educação em astronomia, educação não formal e formação continuada de professores.



Teresinha Rodrigues — É engenheira química formada pela UFRJ, onde também se titulou mestre em processos químicos e bioquímicos e doutora em engenharia de produção. No ON desde 2003, integra o grupo de pesquisa de asteroides em órbitas próximas da Terra e vem se dedicando ao estudo das instituições científicas no Brasil, particularmente o ON.



Vania Patalano Henriques — Graduada em Letras, com licenciatura plena em língua portuguesa e inglesa pela Faculdade de Humanidades Pedro II, mestre em comunicação social pela UnB e doutora em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia pelo HCTE/UFRJ. Professora da Secretaria Municipal de Educação do Rio de Janeiro e da Fundação de Apoio à Escola Técnica.

Projeto gráfico e capa Luiz Arrais

Produção gráfica Joselma Firmino de Souza

Tratamento de imagem Pedro Zenival, Edlamar A. Soares,
China Filho e Célia Lins

Editoração eletrônica Ednaldo Muniz de Oliveira,
Edlamar A. Soares e China Filho

Revisão Ayrton Poeta e autores

Este livro foi composto em Minion Pro corpo 10,5/13,
o papel utilizado para o miolo é o Pólen Soft 80g/m²
e para a capa é o Supremo 250g/m².

Companhia Editora de Pernambuco — dezembro de 2014.



A última história abrangente da astronomia brasileira foi narrada por Abrahão de Moraes em 1955. Faltava, portanto, uma história da nossa astronomia que incorporasse tanto os novos estudos sobre episódios do passado (Volume I), quanto os episódios mais recentes, a partir da década de 60, ocorridos no bojo da modernização da ciência no Brasil (Volume II). A astronomia aqui é entendida no sentido amplo, incluindo não só aquela dos astrônomos propriamente ditos, mas também os estudos em raios cósmicos, ondas gravitacionais, astrobiologia, meteorítica etc., as disciplinas fronteiriças da astronomia (arqueoastronomia, etnoastronomia, história da astronomia, ensino da astronomia, popularização da astronomia etc.) e as atividades dos astrônomos amadores. A obra foi elaborada incluindo também em seu público-alvo os profissionais da divulgação e ensino da astronomia (em todos os níveis), da gestão da ciência, tecnologia, inovação, desenvolvimento e educação, e profissionais liberais e cidadãos em geral, interessados em ciência e tecnologia.



Secretaria de
Ciência e Tecnologia

