

ORGANIZADORES

Antonio Liccardo e Gilson Burigo Guimarães

Geodiversidade na Educação

AUTORES

Antonio Liccardo – DEGEO – aliccardo@uepg.br

Camila Blum Corrêa – DEGEO – camila_cbc03@hotmail.com

Carla Sílvia Pimentel – DEMET – cpimentel@uepg.br

Gil Francisco Piekarz – MINEROPAR – gilp55@gmail.com

Gilson Burigo Guimarães – DEGEO – gilsonburigo@gmail.com

Gisele Pidhorodecki – DEGEO – gysele.p@hotmail.com

Idenir de Fátima Manerich Neto Sá – DEGEO – idenir.neguinha@hotmail.com

Jéssica Aparecida Prandel – DEGEO – jessicaprandel@yahoo.com.br

Mário Cezar Lopes – DEMET – mclopesgeo@gmail.com

Pedro Crist – DEGEO – pedrocrist12011@hotmail.com

Pollyne Teixeira de Lara – DEGEO – pollyne-poly@hotmail.com

Raony Tullio Carneiro – DEGEO – raony_tc@hotmail.com

Simone Aparecida de Almeida – DEGEO – simone.geouepg@yahoo.com.br

Vagner André Morais Pinto – DEGEO – vampmorais@gmail.com

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
Gestão 2013/2014

Reitor

Carlos Luciano Sant'Ana Vargas

Pró-Reitora de Graduação

Graciete Tozetto Góes

Pró-Reitora de Extensão e Assuntos Culturais

Gisele Alves de Sá Quimelli

EDITORA ESTÚDIO TEXTO

Diretora

Josiane Blonski

Editores-chefe

Ana Caroline Machado

Coordenadora de projetos

Lucia do Valle

Conselho Editorial

Ms. Antonio José dos Santos (IST/SOCIESC)
Esp. Carlos Mendes Fontes Neto (UEPG)
Dr. César Augusto Carneiro Benevides (UFMS)
Dr. Daniel de Oliveira Gomes (UNICENTRO)
Dr. Edson Armando Silva (UEPG)
Dr. Erivan Cassiano Karvat (UEPG)
Ms. Geraldo Dias Pedroso (SEED-PR)
Dra. Jussara Ayres Bourguignon (UEPG)
Dra. Keli Cristina Pacheco (UEPG)
Dra. Lucia Helena Barros do Valle (UEPG)
Dra. Luísa Cristina dos Santos Fontes (UEPG)
Dr. Marcelo Chemin (UFPR)
Dr. Marcelo Engel Bronosky (UEPG)
Dra. Marcia Regina Carletto (UTFPR)
Dra. Maria Antonia de Souza (UTP/UEPG)
Dra. Marilisa do Rocio Oliveira (UEPG)
Ms. Nei Alberto Salles Filho (UEPG)
Dr. Niltonci Batista Chaves (UEPG)

Geodiversidade na Educação

Antonio Liccardo
Gilson Burigo Guimarães
(Organizadores)

Apoio institucional:



© Antonio Liccardo e Gilson Burigo Guimarães

Permitida a reprodução parcial desde que citada a fonte.

Capa, projeto gráfico e diagramação

Eloise Guenther

Fotografia

Antonio Liccardo, Raony Tulio Carneiro e fontes citadas

Tratamento de imagens

Pollyne Teixeira de Lara

Acervos

Amostras do Laboratório de Geologia, maquete doada pelo IAP modificada e painéis doados pela Mineropar

Supervisão editorial

Ana Caroline Machado e Josiane Blonski

Assistente editorial

Sidnei Blonski

Ficha Catalográfica Elaborada pelo Setor de Tratamento da Informação BICEN/UEPG

G342 Geodiversidade na educação/ Antonio Liccardo; Gilson Burigo
Guimarães (Org.). Ponta Grossa : Estúdio Texto, 2014.
136p. p.; il.

ISBN: 978-85-67798-11-0

1. Geociências. 2. Mineralogia. 3. Gemologia. 4. Materiais
geológicos. 5. Paleontologia. 6. Arqueologia. 7. Geodiversidade.
8. Maquete. 9. Mapas. 10. Rochas. 11. Painéis geoturísticos. 12.
Painéis Geodidáticos. I. Licardo, Antonio. (Org.). II. Guimarães,
Gilson Burigo (Org.). III. T.

CDD: 551

Depósito Legal na Biblioteca Nacional.

O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade dos autores,
permanecendo com os mesmos os direitos autorais.



Rua Augusto Severo, 1174, Nova Rússia – Ponta Grossa – Paraná – 84053-355
(42) 3027-3021
www.estudiotexto.com.br

SUMÁRIO

Prólogo	7
Apresentação	9
Prefácio	11
Cap. 01 – Geociências e Educação Não Formal	13
<i>Antonio Liccardo e Carla Silvia Pimentel</i>	
Cap. 02 – Geodiversidade, Patrimônio Geológico e Educação	23
<i>Gilson Burigo Guimarães e Antonio Liccardo</i>	
Cap. 03 – Tempo Geológico.....	27
<i>Gilson Burigo Guimarães</i>	
Cap. 04 – Mineralogia e Gemologia	41
<i>Antonio Liccardo</i>	
Cap. 05 – Rochas - Ambientes Ígneo, Sedimentar e Metamórfico.....	55
<i>Pedro Crist e Vagner André Moraes Pinto</i>	
Cap. 06 – Aplicações de Materiais Geológicos	67
<i>Camila Blum Corrêa e Pollyne Teixeira de Lara</i>	
Cap. 07 – Rochas que Caem do Céu	77
<i>Pollyne Teixeira de Lara, Gisele Pidhorodecki, Raony Tullio Carneiro</i>	
Cap. 08 – Paleontologia - a Vida Registrada nas Rochas.....	87
<i>Gisele Pidhorodecki, Camila Blum Corrêa, Pollyne Teixeira de Lara</i>	
Cap. 09 – Arqueologia - Vestígios Humanos de Outros Tempos	97
<i>Simone Aparecida de Almeida, Jéssica Aparecida Prandel, Pollyne Teixeira de Lara</i>	
Cap. 10 – Geodiversidade de Ponta Grossa - Base para Turismo e Educação	107
<i>Jéssica Aparecida Prandel, Simone Aparecida de Almeida</i>	

Cap. 11 – Maquete e Mapas como Representações do Território..... 115

Mário Cezar Lopes, Antonio Liccardo e Idenir de Fátima Manerich Neto Sá

Cap. 12 – Painéis Geoturísticos e Geodidáticos 123

Gil Francisco Piekarz e Antonio Liccardo

Bibliografia..... 129

P RÓLOGO

A ciência fornecerá sempre ao homem o único meio
que ele possui de melhorar a própria sorte.
(Ernest Renan – O Futuro da Ciência)

Comprovando o crescente interesse do setor acadêmico e refletindo uma nova forma de assegurar a geração, a organização e a divulgação do conhecimento geocientífico, os autores da presente obra, intitulada “Geodiversidade na Educação”, expressam, de maneira eminentemente didática, o processo ativo de construção das Geociências.

Destaca-se, nesta publicação, a abordagem de relevante tema, de especial interesse para a sociedade contemporânea, inovando na produção do conhecimento, por meio de novos olhares para a Geodiversidade e suas conexões com o desenvolvimento sustentável.

A CPRM/SGB – Serviço Geológico do Brasil, que tem por missão “Gerar e difundir o conhecimento geológico e hidrológico básico necessário para o desenvolvimento sustentável do Brasil”, prazerosamente vem apoiar esta oportuna iniciativa da Universidade Estadual de Ponta Grossa (PR), de elevado valor educativo e de caráter singular.

Esperamos que este exemplo prospere e estimule a produção de outras obras desta natureza em favor da democratização do saber.

Thales de Queiroz Sampaio
Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial
Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

APRESENTAÇÃO

Este livro reflete os resultados do projeto **“Geodiversidade na Educação”**, uma exposição de material geocientífico com caráter museológico que foi criada em 2011, em áreas de passagem da UEPG, com base na reserva técnica do Laboratório Didático de Geologia do Departamento de Geociências.

Buscando uma ponte entre o conhecimento acadêmico e o público geral, foram expostos minerais, rochas, fósseis, meteoritos e artefatos arqueológicos de maneira a disponibilizar um interessante e variado acervo. Desde o início da implantação, vários ajustes vêm sendo realizados para a otimização do processo de transposição didática. Atualmente, com uma visita anual de cerca de 2000 pessoas, entre escolares de ensino médio e fundamental, faculdades, público leigo e alunos e professores da própria instituição, a análise de questionários avaliativos vem permitindo algumas adequações e a constatação de alguns resultados.

A inserção de conceitos patrimoniais referentes ao meio ambiente se mostra efetiva quando existe a valorização da informação, e a exposição qualificada do acervo permitiu a conexão desta informação com o ambiente externo natural. Vistas como “pedaços da geodiversidade”, as amostras do acervo foram muito valorizadas e a exposição de seus dados técnicos conduziu a uma sensibilização em relação aos conceitos de patrimônio geológico. O uso de uma maquete geológico-geomorfológica também permitiu contextualizar a geodiversidade estadual e integrar territorialmente os conceitos expostos.

Estas páginas propõem um panorama simplificado sobre o impacto deste projeto na conscientização ambiental, no ensino-aprendizagem de maneira não formal e na valorização do acervo exposto.

Acreditamos que o valor da exposição está na sua capacidade informativa (e atrativa), atingindo os visitantes em sua curiosidade natural e na sua sede de conhecimentos. Frequentemente o valor da informação que as amostras oferecem é muito superior ao seu valor venal, não obstante alguns minerais serem bastante raros.

Esperamos que esta publicação contribua com a divulgação das geociências, forjando novas ideias nas mentes dos leitores e apreciadores do tema.

Antonio Liccardo e Gilson Burigo Guimarães
Organizadores

PREFÁCIO

Escrever o prefácio de um livro requer estabelecer um recorte sobre a obra. Isto significa que a autora do prefácio certamente emite uma opinião a partir de um olhar subjetivo, fundamentado em sua história de vida e não na dos autores do livro. Desta forma, ao me debruçar sobre o livro **Geodiversidade na Educação**, elementos como Educação e Extensão não puderam deixar de ser percebidos por mim, já que por algum tempo fui responsável pela Pró-reitoria de Extensão e Assuntos Culturais da instituição.

Por se tratar de uma obra decorrente de um Projeto de Extensão Universitária da Universidade Estadual de Ponta Grossa, o livro retrata a articulação entre uma narrativa acadêmica-científica sobre uma exposição geocientífica e uma diversidade de interlocutores, desde acadêmicos da UEPG, alunos de escolas visitantes, professores de diferentes departamentos e cursos da UEPG, técnico da MINEROPAR e a comunidade.

Esta rede que sustentou a formatação do livro revela que a obra não se limita a pensadores científicos sobre o tema. Ao contrário, busca alternativas para transformar este conteúdo em assunto de interesse da comunidade leiga. Isto não significa que a obra tenha perdido a sua profundidade e/ou rigor acadêmico. Ao invés disso, podemos sem sombra de dúvidas, declarar que se engrandece, pois é capaz de transmitir cientificidade a todos. Este compartilhar da cientificidade com a comunidade é um dos objetivos da Extensão Universitária, o que na realidade o é também da Universidade, pois estamos aqui para dar respostas às demandas da comunidade e não nos encastelarmos com mais e mais conhecimento sem compartilhá-lo.

Por fim, o leitor poderá verificar ao longo dos capítulos que o tema Educação perpassa e os costura numa trama consistente. Afinal, pensamos, debatemos e escrevemos sobre variados objetos de estudo para que possamos ser conjuntamente educados com a comunidade interna e externa à universidade. Desta forma, a obra contempla o seu objetivo maior que é “Educar para a Cidadania”.

Prof^a Dra. Gisele Alves de Sá Quimelli
Vice-reitora da UEPG

CAPÍTULO 01 –

GEOCIÊNCIAS E EDUCAÇÃO NÃO FORMAL

Antonio Liccardo

Carla Silvia Pimentel

Apresentar a produção científica, seja por meio de vídeos, fotos e ilustrações ou por meio de produtos, objetos e amostras, é um importante caminho de estímulo ao aprendizado e à divulgação do conhecimento, pois contextualiza o fenômeno científico e fornece fundamento para o seu entendimento consistente.

As Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL 2006) recomendam o desenvolvimento de práticas externas ao espaço escolar como motivadoras para os alunos, justamente por deslocarem o ambiente de aprendizagem para o local de ocorrência dos fenômenos. Neste sentido, as atividades externas à sala de aula dão relevo ao aprendizado a respeito da natureza e dinâmica do meio ambiente, entretanto, muitas vezes, exigem deslocamentos e logística que nem sempre são viáveis.

Um conjunto de amostras sobre a geodiversidade, associado a imagens e informações de seu ambiente de origem, não substituem, evidentemente, a atividade de campo, mas podem proporcionar um interessante elo entre a teoria e o meio ambiente abiótico. Para Mansur (2009), se existem dificuldades na divulgação da ciência para a sociedade em geral, maiores ainda são os obstáculos para a disseminação de conceitos geológicos, normalmente restritos aos meios acadêmicos. Assim, essa autora considera premente a necessidade de desenvolvimento de projetos educativos ligados à geoconservação, reconhecendo as ligações entre geologia, solos, habitats, paisagens e processos naturais.

Para o entendimento a respeito de meio ambiente, patrimônio ou preservação, é indispensável um conhecimento mínimo sobre as rochas, seu

contexto evolutivo e sua importância, por isso, são direcionados esforços para a difusão junto ao público em geral, na busca de um desenvolvimento sustentável. A introdução deste tema, de forma interativa, em museus de ciência e exposições é uma forma de despertar o interesse e a curiosidade das pessoas para a compreensão da evolução geológica da Terra e de conceitos como geodiversidade, patrimônio geológico e geoconservação.

Por essa perspectiva, externalizar o conteúdo de um laboratório de geologia foi o caminho natural para a difusão desse conhecimento de base e mostrou-se um instrumento útil para contribuir com o desenvolvimento de uma consciência ambiental coletiva.

O Laboratório de Geologia

O Laboratório Didático de Geologia da UEPG (L-12) apresenta uma área aproximada de 60 m² e uma capacidade real de atendimento para 20 alunos, com bancadas específicas, equipamentos de exames físicos e químicos, além de um considerável acervo de minerais, rochas e fósseis proveniente de vários lugares do mundo, mas com ênfase na geodiversidade regional. Criado no início da década de 1970 e transferido para o Campus de Uvaranas em 1991, conforme os conceitos da época, seu projeto previa a disposição das amostras em numerosas gavetas que, apesar de garantirem uma excelente organização sistemática e boa preservação dos espécimes, não oferecem contato visual e não permitem acesso irrestrito. Curiosamente, uma consequência positiva desse tipo de organização ao longo dos anos foi uma quantidade excedente de material e uma melhora seletiva na qualidade dos espécimes, preservados pelos vários professores que por ali passaram e deixaram suas contribuições, fruto das coletas de campo ou doações, gerando um acervo e uma infraestrutura bastante completa e autossuficiente.



Vista geral do laboratório de geologia, com as bancadas de trabalho no início das atividades de reforma e instalação externa da reserva técnica. Imagem: Liccardo.

A oferta do conteúdo geocientífico para diversos cursos (Geografia Licenciatura/Bacharelado; Ciências Biológicas Licenciatura/Bacharelado; Agronomia; Engenharia Civil; Química Licenciatura/Bacharelado; e outros) e a demanda surgida nas últimas décadas pelo conhecimento ambiental geraram um uso mais intenso do laboratório, principalmente em função do manuseio de amostras. Além do uso em aulas convencionais, o laboratório promove minicursos e disponibiliza eventuais horários ociosos para a utilização por alunos, sob o acompanhamento de um monitor. Essa conjuntura fez com que sua ocupação passasse a ser praticamente constante, e fez disso, nos últimos anos, um fator de limitação ao acesso e manuseio extraclasse de amostras, com consequente perda na qualidade do aprendizado, devido ao contato insuficiente com o material nas aulas práticas convencionais.

A partir de 2011 teve início um projeto de externalização do conteúdo e “abertura” do laboratório, de maneira que o acesso às amostras pudesse ser otimizado e disponibilizado ao máximo. O excesso de amostras da reserva

técnica passou a constituir uma exposição permanente nas áreas de passagem da universidade (corredores e saguão do Bloco L) dentro de vitrines padronizadas. Este projeto, denominado “Geodiversidade na Educação” sofreu uma evolução muito rápida e, em 2013, recebeu cerca de 2.000 visitantes, entre o público acadêmico, escolas do município e comunidade em geral. Em pouco tempo de existência, o projeto mostrou um alcance maior do que o esperado com a realização de visitas técnicas mediante agendamento. Esta exposição revelou-se um vínculo entre os diferentes saberes científicos existentes na universidade - com desdobramentos em projetos paralelos com outras áreas de conhecimento - e um excelente dispositivo de aproximação com a comunidade de Ponta Grossa e região.



*Disposição da reserva técnica de minerais, rochas e fósseis em áreas de passagem da universidade, com o uso de vitrines e etiquetas informativas associadas. A visibilidade das amostras foi potencializada e a informação disponibilizada ao máximo.
Imagem: Liccardo.*



Instalação de uma maquete do Paraná em que se apresenta o relevo do estado correlacionado com o mapa geológico e as principais rochas que compõem a geodiversidade regional. Esta maquete foi implantada no saguão do Bloco L do Campus Uvaranas e permite aos alunos um contato com a geologia antes mesmo de iniciar o curso formal. Imagem: Liccardo.

A limitação de espaço nos corredores e saguão, onde a exposição foi inicialmente implantada, levou a um melhor aproveitamento de algumas áreas externas da universidade. Amostras de rochas da região em tamanho maior (na faixa de 40 kg) foram dispostas em suportes especiais de ferro no jardim que conduz à cantina do bloco, intercaladas com painéis geoturísticos externos (resistentes às intempéries) e receberam etiquetas com a identificação e dados essenciais. O impacto estético, somado à disponibilidade de público constante, potencializou a visibilidade para a geodiversidade e seu conteúdo educativo.

Educação não formal em geociências

A temática ambiental já é parte integrante dos currículos escolares, mas a abordagem refere-se, na maioria esmagadora dos casos, somente ao meio biótico (fauna e flora), desprezando a geodiversidade como parte integrante do meio ambiente. A educação voltada aos conceitos de patrimônio, seja natural ou cultural, também tem sido objeto de discussão e, muitas vezes, se mescla com a conscientização ambiental.

Os espaços não formais de educação variam enormemente em suas características e funções sociais, podendo inclusive não ser destinados primariamente à educação. As ações educativas praticadas em museus, por exemplo, fazem parte de sua função como divulgação científica e comunicação do conteúdo, o que se caracteriza como educação não formal, pois são percebidas como reflexos da educação formal, aproximando-se das propostas curriculares de universidades e escolas (OLIVEIRA e GASTAL 2009).

As definições de educação formal, não formal e informal podem apresentar limites bastante tênues, dizendo respeito normalmente aos espaços onde se dá o processo educativo e são extensamente discutidas por vários autores (e.g. ARANTES 2008; FERNÁNDEZ 2006; VIEIRA et al. 2005).

Vieira et al. (2005), por exemplo, sugerem que as situações de educação informal são aquelas do cotidiano das pessoas em seus ambientes familiares, profissionais, de lazer e entretenimento, entre outros que são passíveis de acontecer em diferentes espaços.

Para Garcia (2005), na educação formal o saber é sistematizado e é característico do ambiente escolar clássico. Esse autor, no entanto, defende uma relação, mesmo que indireta, entre a educação formal e a não formal, sendo ambas independentes.

Para a educação não formal enquadra-se qualquer tentativa educacional organizada e sistemática que, normalmente, realiza-se fora dos quadros do sistema formal de ensino (BIANCONI e CARUSO 2005).

Por outro lado, há uma concepção que considera a existência de um *continuum* conceitual, que passa por educação formal e educação não formal, até chegar à informal (FERNÁNDEZ 2006; ARANTES 2008). Nesta abordagem as diferentes estratégias e práticas educacionais não são tão delimitadas e podem apresentar características que frequentemente escapam da formalidade. Possivelmente o espaço físico e a estrutura sejam os fatores mais determinantes para que práticas formais, não formais e informais possam acontecer com maior ou menor incidência em diferentes locais. A universidade, apesar de se constituir

em um espaço de educação formal, pode ser palco de ações educativas não formais e informais.

O projeto Geodiversidade na Educação é caracterizado como um processo de educação não formal contínuo, já que escapa da rigidez do processo convencional de ensino-aprendizagem (com horário e laboratório definidos, intermediação do professor, etc.). Contudo, eventualmente pode apresentar características tanto de formalidade (aulas de geologia já tem sido dadas neste espaço) quanto de informalidade, já que é aberto a visitantes sem vínculo com a universidade.

Os frutos deste projeto

Um dos primeiros resultados após o início da implantação desta estratégia foi que as áreas de passagem e convivência de alunos transformaram-se num ambiente de percepção de geociências, levando à visita de mais grupos e pessoas, internos e externos à universidade, incluindo escolas de Educação Básica. A exposição externa das amostras permitiu um considerável aumento no tempo de visualização e absorção do conteúdo, além de tornar a prática em sala mais proveitosa, agradável e menos ritualizada para os alunos que utilizam esse laboratório. Diferentemente dos espaços museológicos, a ideia de exposição em local de passagem de pessoas mostrou potencial de atração espontânea, o que costuma ser um dos principais desafios para a maioria dos museus convencionais.

Além de proporcionar um novo espaço de estudos com maior eficiência no ensino de uma geologia “multiusuário”, e do evidente ganho de aprendizado para os participantes, esse mecanismo promoveu a integração de estudantes e professores de diferentes áreas e criou uma interface da universidade com o Ensino Fundamental e Médio. O uso de várias mídias e linguagens contribuirá também para tornar mais palatáveis os conceitos geocientíficos, além de aproximar outros segmentos da sociedade e transformá-los em agentes potenciais na multiplicação dos valores vinculados ao patrimônio geológico.

Alguns trabalhos técnicos resultantes deste projeto têm sido apresentados em eventos científicos (e.g. LICCARDO et al. 2011; LICCARDO et al. 2012; PRANDEL et al. 2012a; PRANDEL et al. 2012b) revelando receptividade na comunidade geocientífica. Este projeto prevê ainda a formação de alunos de licenciatura e bacharelado para a apresentação da exposição a professores e alunos de escolas da Educação Básica, o que tem proporcionado fértil troca de experiências entre as duas vertentes dos cursos de Geografia. Aos alunos da licenciatura, a mostra proporcionou oportunidades de criação e participação em experiências de ensino com práticas didáticas integradas e de caráter inovador,

que buscam a superação de modelos tradicionais de ensinar geociências. Aos alunos de bacharelado, o contato com as amostras e os conceitos tem trazido novas possibilidades de pesquisa e estudos ou de práticas.

Esse modo de expor o conhecimento científico se revelou uma ponte entre o conhecimento acadêmico, muitas vezes hermético, e o público leigo ou estudantes. Os resultados obtidos podem ser atribuídos à atratividade visual oferecida pelo conjunto de amostras e pelo acesso em áreas públicas, constituindo um espaço de aprendizado não formal. A participação do grupo de alunos ligados ao PIBID/Geografia (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência/CAPES) na difusão deste projeto nas escolas de Educação Básica, levando um conjunto de amostras da geodiversidade local, também se mostrou uma experiência positiva, pois a simbiose com os projetos didáticos potencializa o ensino e aprendizado em geociências.

O conjunto de ações implantado propõe o aprendizado sobre o meio ambiente na sua vertente abiótica a partir do patrimônio geológico *ex situ*, atuando de maneira similar a museus e mostras de geociências. Além de amostras, essa exposição apresenta o conjunto completo de painéis geoturísticos/geodidáticos do Paraná, disponibilizando lado a lado o conteúdo resultante do levantamento que o Serviço Geológico Estadual (MINEROPAR) realiza desde 2003.



Alunos do ensino fundamental de Ponta Grossa em visita agendada na área externa da universidade, monitorada por estagiários do projeto.

Imagem: Liccardo.



Alunos do ensino fundamental de Ponta Grossa em visita agendada na área interna da universidade, monitorada por estagiários do projeto.

Imagem: Liccardo.



A contextualização do conteúdo exposto com a distribuição territorial do Paraná tem um papel integrador fundamental. A visualização de mapas e maquetes permite esta síntese das informações.

Imagem: Liccardo.

CAPÍTULO 02 –

GEODIVERSIDADE, PATRIMÔNIO GEOLÓGICO E EDUCAÇÃO

Gilson Burigo Guimarães

Antonio Liccardo

Um traço marcante do que chamamos de mundo natural, responsável pela admiração e até mesmo assombro do ser humano, é o quanto ele é diversificado. Pode-se dizer que a existência de uma imensa variedade de formas de vida e suas associações, a biodiversidade, seja uma característica melhor conhecida pela sociedade - pelo cidadão leigo ou pela comunidade científica - independente da área considerada.

Já a compreensão da multiplicidade e extensão do que representa a riqueza do mundo “não vivo”, da contraparte abiótica da natureza, é nitidamente menos encorpada. Apesar de todos os dias as pessoas se depararem com exemplos claros de que nossas paisagens, rurais ou urbanas, têm como base rochas, solos e elementos do relevo variados, muitas vezes estes não são percebidos, acabando por serem incorporados como um pano de fundo homogêneo e imutável.

No entanto o planeta Terra possui diferentes tipos de minerais, rochas, fósseis, solos, formas de relevo, os quais são originados, movimentados e retrabalhados por um rico conjunto de processos naturais, tais como o ciclo hidrológico, erupções vulcânicas, o transporte e deposição de sedimentos em uma praia, a formação de cordilheiras, o deslocamento de continentes ou o deslizamento de encostas. A estes produtos e processos damos o nome de **geodiversidade** (GRAY 2004), a qual ao longo da história geológica da Terra trouxe as condições para que a vida surgisse há bilhões de anos e evoluísse até os dias de hoje. Também é esta geodiversidade que está intimamente atrelada às diferentes fases de desenvolvimento e distribuição global da espécie humana,

sustentando sua escalada tecnológica desde a Idade da Pedra à Idade do Silício atual.

A relevância econômica de materiais geológicos tradicionalmente é tida como sua principal forma de valor, com a natureza passando a ser vista como simples mercadoria. Isto ocorre, dentre outros, como lastro em transações financeiras (por ex., ouro e prata), matéria-prima na construção civil (por ex., argila e areia), como fonte de diversos metais amplamente utilizados na indústria (por ex., minérios de ferro, cobre e alumínio) ou na geração de energia (por ex., carvão mineral e petróleo).

Mas à geodiversidade também podem ser associados outros valores, conforme discutido por Gray (2004). O pleno funcionamento de ecossistemas implica necessariamente na operação de mecanismos físico-químicos (por ex., aporte de nutrientes por correntes oceânicas; velocidade da decomposição e desagregação de rochas para a formação de solos), atestando seu valor ecológico. Obstáculos naturais como corredeiras, aptidões inerentes a diferentes tipos e espessuras de solos e/ou posições nas vertentes de encostas fornecem condições apropriadas para distintos usos pela sociedade, tais como áreas adequadas para alocação de zonas industriais ou residenciais, instalação de hidrelétricas ou plantio de variedades selecionadas (por ex., arroz em áreas de várzeas, uvas específicas conforme a altitude e solos). Esses exemplos da importância da geodiversidade são reunidos na categoria de valor funcional (GRAY 2004).

Elementos da geodiversidade componentes de paisagens naturais frequentemente povoam o imaginário popular, conduzindo a significados de ordem religiosa, folclórica ou inspirando diferentes manifestações culturais e artísticas (lendas, canções, pinturas, poemas etc.), em especial o sentimento de pertencimento a um local específico. Também formas de relevo excepcionais, por sua dimensão, raridade ou beleza, ou mesmo pela situação favorável para a prática de atividades em contato com a natureza (esportivas, de meditação ou contemplação) atraem grupos locais ou de áreas muito distantes, abrigando práticas de lazer e turismo. Essas várias facetas da geodiversidade são reconhecidas nos valores cultural e estético (GRAY 2004).

Além de exercer fascínio ou encanto, sustentar a biodiversidade e atividades da sociedade ou mesmo ter valor econômico, a geodiversidade tem uma grande importância como repositório da história geológica do planeta. Assim exemplares da geodiversidade possuem valor científico e educativo, seja na formação de novos profissionais das Ciências da Terra ou na de cidadãos plenos, conscientes das peculiaridades e implicações das relações homem-natureza.

Com base no reconhecimento dessas diferentes categorias de valor da geodiversidade são identificados pontos ou áreas específicos, emblemáticos e/ou excepcionais, merecedores de máxima atenção de modo a que estejam disponíveis para as próximas gerações. Nessas situações, esses pontos/áreas configuram-se em exemplos de um **patrimônio geológico**, que podem demandar diferentes estratégias de proteção por parte da sociedade. A criação de unidades de conservação (parques, monumentos naturais, reservas particulares do patrimônio natural etc.) e o tombamento quando do valor funcional, científico, cultural e estético, ou mesmo a regulação por agências governamentais ou comitês especiais, quando do valor econômico, cultural e funcional (IPHAN, DNPM, comitês de bacias hidrográficas etc.) são algumas das possíveis alternativas para o cuidado com expoentes da geodiversidade.



O Parque Nacional de Iguaçu é um dos melhores exemplos dos múltiplos valores da geodiversidade. Graças a um substrato geológico especial, as cachoeiras em degraus sobre os derrames basálticos são um cartão postal do Brasil.

Imagem: Liccardo

Um aspecto fundamental é o potencial didático que os elementos da geodiversidade têm para divulgação e fixação de conceitos ligados ao funcionamento do planeta Terra, sua influência na existência, variedade e

distribuição das formas de vida e de como a humanidade se insere neste contexto. Exemplos da geodiversidade *in situ* (unidades de conservação; geossítios sinalizados, tombados ou não; roteiros) ou *ex situ* (em museus e exposições) trazem uma rica experiência de contato (por ex., em questões de escala e atributos sensoriais) e devem ser incorporados ao arsenal obrigatório da abordagem de temas das Geociências e Ciências Ambientais, no ensino fundamental, médio e superior (CARNEIRO et al. 2004; LICCARDO et al. 2008; LETENSKI et al. 2009; LICCARDO et al. 2012; ALENCAR et al. 2012; ALENCAR 2013; GUIMARÃES et al. 2013).

O conhecimento geocientífico deve ser um fator de educação geral e também de cultura para a sociedade, assim como acontece com a música ou com a arte, para que a futura massa crítica gerada enfrente com conhecimento os desafios da ocupação humana neste planeta. É crucial que os conceitos de geodiversidade alcancem outras áreas do pensamento humano para o entendimento pleno sobre o meio ambiente.



Marcas da passagem de uma geleira com cerca de 300 milhões de anos em Witmarsum, Paraná, são um exemplo científico que se tornou ponto de visitação turística.

Imagem: Liccardo

CAPÍTULO 03 –

T EMPO GEOLÓGICO

Gilson Burigo Guimarães

Tempo... Palavra com poucas letras, mas com uma imensidão de significados. É motivo de intensos debates acadêmicos e filosóficos, opondo visões como as de Isaac Newton (1543-1727) e Immanuel Kant (1724-1804) (afinal, o **tempo** é real ou uma mera abstração?) e rendendo famosos questionamentos como o de Santo Agostinho (354-430): “*O que então é o tempo? Se ninguém me pergunta, eu sei; se eu quiser explicar isso para quem me pergunta, eu não sei...*”.

É também um tema que inspira as mais variadas manifestações culturais. Passa por uma frequente sensação de sua volatilidade, como no depressivo registro na canção *Time*, da banda britânica de rock Pink Floyd; estranheza e desgaste, como nos surreais relógios das obras de Salvador Dalí; ou ordenamento e aplicação, funcional ou simbólica, como se vê em diversos sistemas de contagem do tempo, alguns verdadeiros ícones de fases da história humana (de Stonehenge ao Big Ben).

Há ainda a questão do reconhecimento de dois aspectos dos ditos “fenômenos temporais”, a recorrência e o caráter direcional de alguns eventos, ambos fartamente ilustrados na análise da geodiversidade. No primeiro caso, ao se examinar uma situação em particular, torna-se difícil ou praticamente impossível precisar sua posição em uma sequência de acontecimentos, os quais parecem se suceder e repetir indefinidamente em ciclos (por exemplo, o ciclo hidrológico). Já no segundo caso é nítido que as diferentes etapas levam a estados diferenciados, com um começo, meio e fim (por exemplo, a separação de crosta, manto e núcleo a partir de um planeta fundido e homogêneo no início da história da Terra). Esta é a base para a distinção do que Gould (1991) descreveu como “ciclo do tempo” X “seta do tempo”.



A obra “Persistência da Memória”, pintada em 1931 por Salvador Dalí, é um dos principais símbolos do surrealismo e encontra-se, hoje, no Museu de Arte Moderna de Nova Iorque (EUA). A obra sugere a maleabilidade do tempo, onde presente e passado se fundiriam. Fonte: Wikipedia.

Mas seja o tempo subjetivo ou concreto, a descrição do mundo e suas transformações praticamente impõe o emprego de escalas cronológicas, seja com componentes cíclicos (horas do dia, meses do ano) ou direcionais (numeração crescente ou decrescente dos séculos, a partir de um ano de referência). E é neste momento que fica evidente a necessidade de padrões de contagem com amplitudes variadas.

O cotidiano de uma pessoa, as aventuras desde seu nascimento, passando pela infância, adolescência, maturidade, até os momentos finais de sua vida são suficientemente descritos em termos de dias (e suas subdivisões em horas, minutos e segundos) e anos (divididos em semanas e meses, ou agrupados em décadas). Raramente os acontecimentos em intervalos mais curtos (frações de segundos) ou mais longos (séculos) chegam a ser percebidos por um indivíduo, sem o auxílio de recursos tecnológicos de precisão ou o acesso a arquivos, por

mais que estes eventos sejam determinantes para sua existência, como os efeitos da descarga de um raio, com duração média de milésimos de segundos ou a decisão de um tataravô de migrar da Europa para o Brasil.

E como conduzir o cidadão comum, familiarizado com sua “escala padrão de referência temporal”, a assimilar histórias que não devam ser contadas em anos ou poucos séculos, mas sim em muitos milhões ou mesmo alguns bilhões de anos? Como amarrar no tempo o conjunto de episódios que determinam a geodiversidade de uma região, de um continente ou do globo? Esta certamente não é uma tarefa fácil.

Muitos pesquisadores argumentam que o conhecimento científico trouxe pelo menos três rupturas fundamentais na estrutura do pensamento humano, no que tange à relevância da espécie humana. A revolução copernicana, em termos astronômicos, conduziu à percepção de que a Terra não está no centro do Universo; a evolução das espécies, em termos biológicos, deixou claro que o *Homo sapiens* é apenas mais uma dentre tantas outras formas de vida e não o resultado de um processo excepcional; a compreensão da imensidão do tempo em bases geológicas (o **tempo profundo**), avaliado com algarismos gigantescos em comparação com a perspectiva habitual humana, levou à constatação de que toda a história da sociedade humana está comprimida em um instante irrisório da existência do planeta. Descer da posição do topo do pedestal, de alguém especial em termos de “quem”, “quando” e “onde” transita pelos limites do inaceitável, frustrante ou definitivamente errado para muitas pessoas, em alguns casos representando as raízes de um distanciamento do conhecimento científico (do desinteresse ao medo).

O nível atual de entendimento sobre a idade da Terra e, deste modo, o que se convencionou denominar de **tempo geológico**, é fruto de um período de grande efervescência científica entre o final do século XVIII e a primeira metade do século XX (ver HALLAM 1985; GOULD 1991; CARNEIRO et al. 2005). Hoje a ciência trabalha confortavelmente em torno de um consenso de que a Terra tem uma idade de pouco mais de quatro bilhões e meio de anos¹, muito diferente da ideia de alguns milhares de anos defendida por certos setores da sociedade (por exemplo, algumas religiões criacionistas) ou, num outro extremo, de que ela seja eterna.

¹ A melhor estimativa científica atual aponta para $4,56 \cdot 10^9$ anos ou 4,56 Ga, com o “G” significando *giga*, ou bilhão e “a” correspondendo a *annus*, ou ano (ver AUBRY et al. 2009 para uma discussão sobre a adequação do emprego de unidades na abordagem do tempo geológico). Escrevendo-se por extenso se tem 4.560.000.000 anos (quatro bilhões e quinhentos e sessenta milhões de anos).

A Escala do Tempo Geológico (ver quadros 1, 2 e 3) nada mais é do que um conjunto hierárquico de intervalos da história da Terra (as unidades geocronológicas), aos quais são atribuídos nomes compostos específicos (Éon Fanerozoico; Período Devoniano; etc.), cada qual passível de subdivisões. Das categorias de status mais elevado para as de menor, têm-se os éons, eras, períodos, épocas, idades (um éon divide-se em eras, estas em períodos e etc.), sendo seus limites objeto de constante avaliação e refinamento (ver as frequentes atualizações na página da Comissão Internacional de Estratigrafia na internet, em www.stratigraphy.org).

Essa escala normalmente é retratada de modo a espelhar um dos princípios fundamentais da Estratigrafia, a Lei da Superposição de Camadas. Assim, unidades mais antigas são posicionadas na base da escala, enquanto unidades mais jovens estão no topo. Mas para aqueles pouco familiarizados com a Escala do Tempo Geológico ela não é de fácil assimilação... Trata-se de um conjunto aparentemente complexo de termos “estranhos”, os quais obedecem a uma organização cuja lógica não é óbvia, principalmente na escolha dos valores que marcam os limites entre as diferentes unidades.

Bem, toda ciência tem seu vocabulário próprio, seu jargão... A Geologia é a ciência que estuda o Planeta Terra e assim se viu obrigada a constituir uma escala de tempo própria para descrevê-lo. Os limites das divisões desta escala estão relacionados a momentos relevantes de sua história, tais como mudanças climáticas, alterações marcantes na biosfera (extinções em massa; surgimento e diversificação de organismos; etc.), aspectos tectônicos, dentre outros, os quais obviamente não seguem um ritmo constante.

Muitos dos termos empregados para as unidades geocronológicas surgiram ao longo dos séculos XVIII e XIX, primeiro para descrever conjuntos de estratos de uma região, que na sequência foram correlacionados a terrenos de outras áreas (por exemplo, rochas devonianas seriam aquelas formadas em um momento equivalente ao das rochas observadas no Condado de Devon, Inglaterra). Análises comparativas dos tipos de rochas e principalmente de seus fósseis, predominantemente ao longo da Europa Centro-Occidental, permitiram identificar uma lógica para o empilhamento de estratos sedimentares, o que hoje se reconhece na Escala do Tempo Geológico nas divisões e na ordem relativa de eras, períodos e épocas do Fanerozoico. Somente a partir do início do século XX, com o desenvolvimento das técnicas de datação radiométricas, é que valores absolutos (numéricos) para os limites entre as unidades passaram

a ser estabelecidos, tarefa ainda hoje em contínuo processo de aprimoramento, avançando também para os intervalos mais antigos (o “Pré-Cambriano”).

Ao longo de bilhões de anos de história, a Terra vem construindo e remodelando sua constituição e aparência, estabelecendo sua riqueza em termos abióticos (a geodiversidade) e também de formas de vida e suas relações (a biodiversidade). O ser humano, mesmo como um acréscimo de última hora (microsegundo?), tem a seu favor a peculiar capacidade de atribuir valor às diversas formas de expressão deste magnífico passageiro do Sistema Solar que é a Terra, reconhecendo um gigantesco e precioso grupo de patrimônios. Estudando e, humildemente, aprendendo a ler as mensagens gravadas nas muitas páginas do tempo geológico, a sociedade humana poderá estabelecer uma relação minimamente duradoura, estável e harmônica com o ambiente que a cerca.



A imagem de uma ampulheta, um dispositivo cronométrico desenvolvido na Europa Medieval, consolidou-se atualmente como um ícone da passagem do tempo. Seu desenho também ilustra a ligação de passado e futuro pelo presente (ampolas conectadas de vidro) e a impessoalidade de seu ritmo.

Imagem: Divulgação.

Quadro 1: éons e eras da Escala do Tempo Geológico.

Éon	Era	intervalo em (Ma)
Fanerozoico	Cenozoico	66 a 0 ('hoje')
	Mesozoico	252 a 66
	Paleozoico	541 a 252
Proterozoico	Neoproterozoico	1000 a 541
	Mesoproterozoico	1600 a 1000
	Paleoproterozoico	2500 a 1600
Arqueano	Neoarqueano	2800 a 2500
	Mesoarqueano	3200 a 2800
	Paleoarqueano	3600 a 3200
	Eoarqueano	4000 a 3600
Hadeano	-	4560 a 4000

(1) a unidade Ma indica uma idade em milhões de anos ($M = \text{mega} = 1 \cdot 10^6 = 1 \text{ milhão}$);

(2) 1000 Ma (um mil milhão de anos) é o mesmo que 1 Ga ou 1 bilhão de anos. Assim, dizer que o Hadeano teve início há 4560 Ma é o mesmo que afirmar que isto ocorreu há 4,56 bilhões de anos;

(3) como o período mais antigo do Paleozoico se chama "Cambriano" (ver quadro 2), todo intervalo anterior ao seu início, ou seja, com idades mais antigas que 541 milhões de anos, é informalmente referido como Pré-Cambriano;

(4) praticamente não existem registros da fase "mais infernal" da juventude da Terra (o nome Hadeano é uma referência ao deus grego dos infernos, Hades), por isso não se reconhecem subdivisões para este éon;

(5) valores numéricos e denominações das unidades geocronológicas com base na versão de janeiro de 2013 da Carta Cronoestratigráfica Internacional, disponível em www.stratigraphy.org (ver COHEN et al. 2013). Ver também observação (2) do quadro 2.

Quadro 2: períodos do Éon Fanerozoico.

Éon Fanerozoico	Era	Período	intervalo (em Ma)
	Cenozoico	Quaternário	2,6 a 0 ('hoje')
		Neógeno	23 a 2,6
		Paleógeno	66 a 23
	Mesozoico	Cretáceo	145 a 66
		Jurássico	201 a 145
		Triássico	252 a 201
	Paleozoico	Permiano	299 a 252
		Carbonífero	359 a 299
		Devoniano	419 a 359
		Siluriano	443 a 419
		Ordoviciano	485 a 443
		Cambriano	541 a 485

(1) a unidade Ma indica uma idade em milhões de anos;

(2) os valores das idades são aproximados para números inteiros (exceto o limite Quaternário/ Neógeno) e não têm representados os erros inerentes à sua determinação (condicionados por limitações tecnológicas e/ou dos métodos de datação empregados). Por exemplo, o limite entre o Paleozoico e o Mesozoico (ou seja, término do Permiano e início do Triássico) está em $252,17 \pm 0,06$ Ma, o que significa dizer que ocorreu em algum momento entre 252,23 Ma e 252,11 Ma (uma incerteza de 60 mil anos). Aqui foi “simplificado” para 252 Ma;

(3) para valores numéricos e denominações das unidades geocronológicas ver Cohen et al. (2013).

Quadro 3: épocas da Era Cenozoico.

Era Cenozoico	Período	Época	intervalo (em Ma)
	Quaternário	Holoceno	0,0117 a 0 ('hoje')
		Pleistoceno	2,588 a 0,0117
	Neógeno	Plioceno	5,333 a 2,588
		Mioceno	23,03 a 5,333
	Paleógeno	Oligoceno	33,9 a 23,03
		Eoceno	56,0 a 33,9
		Paleoceno	66,0 a 56,0

(1) a unidade Ma indica uma idade em milhões de anos;

(2) aqui os valores das idades são apresentados com o máximo de precisão indicada em Cohen et al. (2013)

(comparar com o quadro 2), fonte também das denominações das unidades geocronológicas;

(3) os 0,0117 Ma do Holoceno significam que a época mais recente da Escala do Tempo Geológico abrange, aproximadamente, os últimos 11.700 anos;

(4) da análise dos quadros 1 a 3 conclui-se que o momento atual está no Éon Fanerozoico, Era Cenozoico, Período Quaternário, Época Holoceno;

(5) alguns autores defendem que a intervenção do ser humano é tão significativa que ele deve ser considerado um agente geológico. Com isto existe a proposta da inclusão de um novo intervalo (época?) na escala, denominado de Antropoceno (ver ZALASIEWICZ et al. 2008).

Atividade proposta: O Tempo Geológico em 400 m rasos

Raramente quem observa a Escala do Tempo Geológico consegue **realmente** incorporar o significado de seus números. Comparações com recortes temporais mais familiares não se aplicam, tais como os utilizados para descrever o que acontece na vida de alguém e de seus ancestrais diretos (dias, séculos etc.), ou então para recontar a história da civilização (algo que não chega aos 12.000 anos). O acúmulo de “zeros” das idades geológicas acaba por promover um efeito quase embaçante, nublando a capacidade de obtenção de foco para as pessoas de fora de áreas como as Geociências ou a Astronomia. Fatos ocorridos há dez mil, cem mil, um milhão, dez milhões, cem milhões, um bilhão de anos assumem tal imensidão, que acabam por adquirir contornos indistinguíveis.

Diante dessa dificuldade costuma-se empregar o recurso das analogias, das quais algumas das mais famosas são as do gênero **t-t** (“tempo-tempo”), onde se convida o iniciante na descoberta do “tempo profundo” a imaginar que toda a história da Terra possa ser comprimida nas 24 horas de um dia, ou então nos 365 dias de um ano.

Outra estratégia se enquadra na categoria **t-x** (“tempo-distância”), comparando-se os bilhões de anos geológicos com dimensões métricas selecionadas. Obviamente algumas escolhas são melhores do que outras. Por exemplo, representar de modo proporcional os éons em uma folha de papel A4 é até possível (faixas horizontais dispostas ao longo do maior comprimento da folha, de 29,7 cm), mas impraticável se houver também a intenção de retratar as épocas do Cenozoico. A época de maior duração, o Mioceno (~ 17,7 milhões de anos), estaria presente como uma faixa de 1,15 mm, enquanto o Holoceno (11.700 anos) teria 0,00076 mm de largura! Lembrando que o traço do grafite normalmente tem 0,5-0,7 mm, mesmo o Mioceno não poderia ser devidamente indicado.

Aqui se faz uma sugestão de atividade para representação de alguns momentos significativos da história da Terra, tendo por base uma estrutura didático-recreativa da UEPG: a pista de atletismo (Figura 1)². A ideia é a de retratar alguns intervalos da Escala do Tempo Geológico (éons, eras, períodos, etc.), fenômenos marcantes da evolução biológica, idade das rochas da região dos Campos Gerais, eventos tectônicos e climáticos etc. Abre-se também a possibilidade de indicação de marcos da civilização humana, tais como a escrita ou a queda do Império Romano.

2 Uma pista oficial de atletismo, como a do Departamento de Educação Física da UEPG, tem uma sequência de retas e trechos em arco divididos em raias, constituindo um circuito fechado de quatro segmentos de 100 m cada, tendo como referência a medida da raia mais interna (total de 400 m).



Figura 1 – Vista geral da área do Campus Uvaranas. Ao centro pista de atletismo. No rumo sudoeste da pista observa-se o conjunto de blocos didáticos em que se localiza também o Bloco L e a Exposição Geodiversidade na Educação. Fonte: Google Earth.

Para facilitar os cálculos iniciais dessa analogia propõe-se desconsiderar o Éon Hadeano, uma vez que quase nada desse intervalo cronológico foi preservado da intensa dinâmica de processos modeladores do planeta. Assim, os 4 bilhões dos demais éons (Arqueano, Proterozoico e Fanerozoico) corresponderiam aos 400 metros da pista (poderia se utilizar 56 m externos como área de aquecimento e deste modo incluir o Hadeano). Isto significa que cada metro cobriria 10 milhões de anos.

Episódios relevantes no tempo geológico e na história humana poderiam ser assinalados com suas posições na pista de atletismo tendo como ponto de partida o início de uma de suas retas, correspondente ao começo do Arqueano (há 4 bilhões de anos). Uma corrida imaginária pela pista (setas verdes na Figura 2) consumiria os primeiros 150 m no Arqueano (trecho em azul na Figura 2), os próximos 195,9 m no Proterozoico (vermelho na Figura 2) e os 54,1 m finais no Fanerozoico (amarelo na Figura 2).

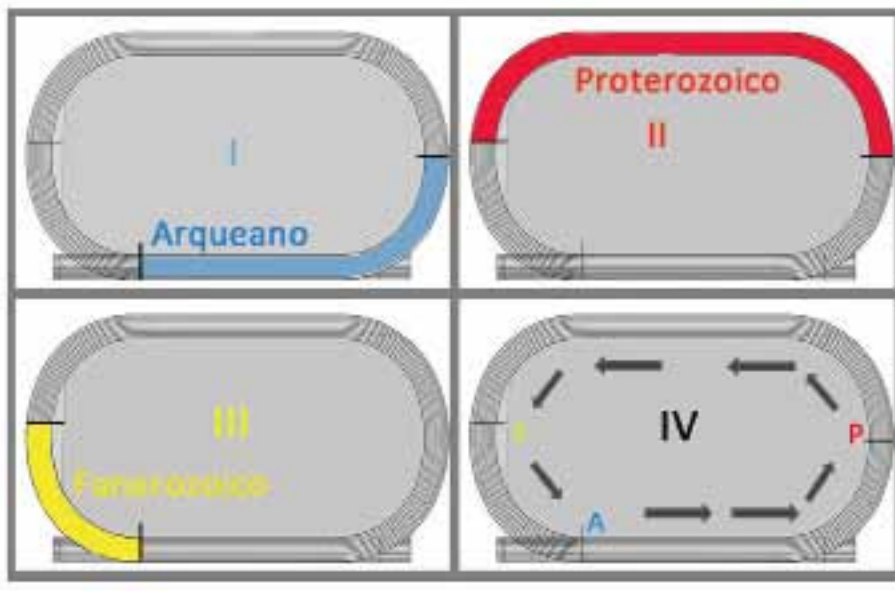


Figura 2 – Pista de atletismo da UEPG. Caso as durações dos éons Arqueano, Proterozoico e Fanerozoico fossem representadas proporcionalmente na pista (analogia “tempo-distância”) ocupariam os trechos I, II e III, ao longo de uma corrida imaginária (IV), com início correspondente ao começo do Arqueano (A) e passando pelos inícios do Proterozoico (P) e Fanerozoico (F). Imagem: Liccardo.

Esta seria uma corrida muito disputada, com o trecho final (últimos 60 m ou 600 milhões de anos) riquíssimo em emoções. É compreensível que quanto mais próximo dos dias atuais maiores sejam a quantidade e a fidelidade dos dados obtidos da leitura das rochas (quanto mais antigo maior o conjunto de fenômenos superimpostos, tornando complexa a interpretação). Mas foi também neste intervalo final que a vida experimentou uma transformação impressionante, especialmente em sua diversidade de formas macroscópicas (“Fanerozoico” remete a algo como *vida visível*). Trilobitas, dinossauros e quase tudo que é mais bem estudado sobre a vida no passado surgiria nos metros finais desta corrida de 400 metros.

A seguir, uma lista de alguns exemplos que poderiam ser destacados. Tal como a contagem do tempo geológico, os valores são apresentados em ordem decrescente, indicando a distância para a linha de chegada:

- a. início do Arqueano (400 m)
- b. início do Proterozoico (250 m)
- c. idade de sedimentação (~100-90 m ?) e metamorfismo (~63-59 m) das rochas do Grupo Itaiacoca (Neoproterozoico), onde se extrai boa parte dos principais recursos minerais da região (rochas carbonáticas como corretivo agrícola, cal e cimento, além de talco)
- d. início do Fanerozoico e, portanto, do Paleozoico (54,1 m)
- e. idade das rochas das Formações Furnas (~42-40 m; fim do Siluriano e início do Devoniano), visíveis em alguns dos melhores exemplos do patrimônio geológico regional, como o Buraco do Padre ou as Furnas em Vila Velha
- f. idade das rochas e fósseis da Formação Ponta Grossa (~40-38 m; Devoniano)
- g. idade das rochas do Grupo Itararé (~30-29 m; fim do Carbonífero e início do Permiano), presentes como os “Arenitos de Vila Velha”
- h. final do Paleozoico (e do Permiano) e início do Mesozoico (Triássico) (25,2 m), na maior extinção em massa da história (perda de ~95% da vida)
- i. primeiros dinossauros (22,5 m) e primeiros mamíferos (22 m) (Triássico)
- j. idade das rochas do Magmatismo Serra Geral (~13 m; começo do Cretáceo), visíveis como o diabásio (“pedra-ferro”) largamente utilizado no calçamento da cidade de Ponta Grossa ou os basaltos do Terceiro Planalto Paranaense (inclusive nas Cataratas do Iguaçu)
- k. final do Mesozoico (e do Cretáceo) e início do Cenozoico (Paleógeno) (6,6 m), com a extinção de vários organismos, tais como dinossauros e pterossauros
- l. resfriamento do planeta, com primeiras geleiras na Antártida (3,5 m), Groenlândia (0,7 m) e início da atual Era do Gelo (~ 0,25 m)
- m. surgimento do gênero *Homo* (perto de 2 Ma, ou seja, faltando 20 cm)
- n. surgimento da espécie humana, o *Homo sapiens* (~ 200.000 anos, a 2 cm)

- o. início do Holoceno e término da mais recente fase glacial (1,17 mm)
- p. primeiros escritos (~ 6.000 a.C. ?, ou ~ 8 mil anos atrás; 0,8 mm)
- q. queda do Império Romano Ocidental (476 d.C.; 0,1538 mm).

Conclusão? A análise comparativa não deixa dúvidas sobre o papel discreto da espécie humana quando posicionada na perspectiva do tempo geológico (idade da Terra). Investindo um pouco mais no significado desta atividade, pode-se afirmar que um indivíduo adulto e saudável não deveria precisar de muito mais que 60 segundos para correr os 400 m (o recorde mundial masculino é de 43,18 s e o feminino de 47,60 s). Esse tempo na pista de atletismo seria gasto para apreciar quase toda a história da Terra. Quanto tempo seria necessário para percorrer a duração da espécie humana, os 2 cm proporcionais? E a história escrita, ou seja, menos de 1 mm? Reflita sobre o significado desses números... Se tiver um tempinho !



O ser humano desenvolveu mecanismos engenhosos para registrar o transcurso de diferentes intervalos do tempo. Aqui um relógio de sol é empregado para identificar um fenômeno cíclico, a sucessão dos meses do ano. Osservatorio Vesuviano, sede de Nápoles/Itália do Instituto Nacional de Geofísica e Vulcanologia.

Imagem: Gilson.



O mineral zircão (ZrSiO_4) é um dos principais cronômetros geológicos nos métodos de datação radiométrica. Técnicas analíticas de precisão determinam quantidades minúsculas de diferentes isótopos de urânio e chumbo, com isso permitindo que seja calculada a idade de formação do mineral que abriga estes elementos químicos.

Coleção: Laboratório de Geologia. Imagem: Liccardo.



Normalmente associamos os processos e produtos da geodiversidade a fenômenos ocorridos há milhões ou bilhões de anos, mas mesmo atualmente eles estão em operação, como durante as erupções de 2002/2003 do Monte Etna (Sicília/Itália), produzindo rochas com menos de duas décadas de idade. Imagem: Gilson.

CAPÍTULO 04 –

MINERALOGIA E GEMOLOGIA

Antonio Liccardo

A curiosidade pelo reino mineral remonta aos primeiros hominídeos, ancestrais do homem moderno. Entre os registros conhecidos, o *Homo habilis*, por exemplo, que viveu entre 1,4 e 2,3 milhões de anos atrás, e que menos se assemelhava ao *Homo sapiens*, destacou-se por sua habilidade em construir ferramentas em pedra lascada. Posteriormente o avanço tecnológico conduziu ao uso da pedra polida como utensílio ou ao domínio dos metais, que consolidou o avanço da humanidade sobre as adversidades do planeta.

A necessidade de reconhecer as propriedades das rochas e minerais foi determinante na trajetória do ser humano e este conhecimento sofreu uma profunda evolução, pois as substâncias minerais acabaram encontrando milhares de aplicações tecnológicas. Foi a partir do conhecimento empírico das rochas e dos metais e do conhecimento científico que a humanidade entrou na Era Industrial dos nossos tempos.

Com o desenvolvimento da ciência e da tecnologia o conhecimento mineralógico avançou enormemente e, atualmente, são conhecidas mais de 4 mil espécies. A mineralogia moderna apresenta forte entrelaçamento com a química, a física e o desenvolvimento tecnológico-industrial. Atualmente utilizam-se substâncias de origem mineral em praticamente qualquer atividade humana, incluindo agricultura, siderurgia, construção civil, joalheria, indústrias farmacêutica, eletrônica, etc. A caracterização de materiais para fabricação de cimento, por exemplo, supera a simples descrição e procura contribuir para a aplicabilidade dos compostos produzidos.



Cristais de calcita sobre drusa de quartzo ametista. Amostra procedente de Frederico Westphalen, RS. A calcita é o principal mineral formador de calcários e mármore utilizados na fabricação de cal e cimento. Além de belos cristais a calcita também costuma ser o principal constituinte de belas feições existentes em cavernas, como as estalactites e estalagmites. Coleção Laboratório de Geologia. Imagem: Liccardo.

A compreensão da relação entre as estruturas cristalinas dos minerais e as suas características físicas, assim como sua função na composição das rochas e nos processos de litificação foi um dos campos que registrou maior avanço. Neste aspecto, ao correlacionar os fenômenos em escala atômica com as propriedades macroscópicas das rochas que estes constituem, a mineralogia aproxima-se cada vez mais da ciência dos materiais, principalmente dos silicatos, os mais abundantes constituintes do planeta.

O projeto Geodiversidade na Educação privilegiou a exposição de minerais e pedras preciosas com o intuito de fortalecer o entendimento mínimo de mineralogia e proporcionar uma correlação entre as propriedades específicas destes materiais e seu uso na sociedade moderna. Os minerais foram classificados e expostos conforme sua classificação química, exibindo cores, hábitos, geminações e outras características didáticas que permitem seu uso

como material de estudo. Em vários casos são apresentados, também, alguns exemplos de aplicação dos minerais na vida moderna, como materiais de apoio para a engenharia de materiais.



Calcopirita (amarela) com anfibólio da Mina do Sossego (onde se obtém principalmente cobre e ouro), em Carajás, Pará.

Coleção: Liccardo. Imagem: Raony.



Zinwaldita, conhecida popularmente como "Mica Estrela", em associação com quartzo fumê. Procedência: Araçuaí, MG.

Coleção Laboratório de Geologia Imagem: Raony



Cristais de cianita azul em associação com quartzo.

Procedência: Araçuaí, MG. Coleção Laboratório de Geologia

Imagem: Raony



Sillimanita em formato rolado devido ao transporte fluvial, procedente de Araçuaí, MG. Coleção Laboratório de Geologia.

Imagem: Raony

Gemas

Os minerais preciosos são estudados em uma parte da mineralogia denominada de **gemologia**, a qual pode ser definida como a ciência que se dedica às pedras preciosas ou gemas, incluindo sua descrição, identificação, classificação e avaliação. É importante observar que o termo **“semipreciosas”** foi abolido por não haver uma linha nítida de separação entre estas pedras e as ditas **“preciosas”**. Atualmente tem sido dada preferência ao termo **gema**, já que todas as pedras são preciosas em maior ou menor grau.

As gemas têm, desde sempre, fascinado os seres humanos pelo seu brilho, suas cores, dureza ou durabilidade e apresentam valor especial, tanto nos sentidos material, decorativo ou simbólico, como também nos seus conteúdos simbólico, religioso, terapêutico e cultural. Muitas são as civilizações de todas as épocas e lugares que viam nas pedras preciosas, mais do que seu valor material, um simbolismo de equilíbrio entre o corpo e a alma, ou entre o homem e o sagrado.



Variedades de formas esculpidas ou lapidadas em ágatas encontradas em Salto do Jacuí, RS. Coleção Laboratório de Geologia.

Imagem: Raony

Gema, portanto, é todo material usado como adorno pessoal ou ornamentação de ambientes, possuindo características de beleza, durabilidade e raridade. As gemas podem ser naturais como minerais, substâncias amorfas, vidros e rochas, ou também substâncias orgânicas, como pérolas, coral e âmbar. Há ainda as gemas sintéticas que são produzidas em laboratórios como esmeralda sintética, diamante sintético e outros. Também são produzidos e encontrados no comércio, materiais que não possuem correspondente na natureza como a zircônia cúbica (ZrO_2), que podem imitar gemas naturais conhecidas.



Zircônias cúbicas coloridas, são exemplos de gemas artificiais, já que não possuem equivalentes na natureza. Coleção Laboratório de Geologia. Imagem: Liccardo.

Algumas gemas podem apresentar efeitos ópticos especiais como acatassolamento (do francês *chatoyance* - reflexos que lembram o olho de gato), asterismo (reflexos em forma de estrela), opalescência ou aspecto típico da opala, labradorescência ou reflexos em tons coloridos, entre outros.

A unidade de peso utilizada para gemas lapidadas chama-se **QUILATE** (ct) e tem como origem a palavra “keration” do grego, que é a fruta da “carob”, uma árvore da região do Mediterrâneo, tendo sido adotado como medida de peso em 1907. Um quilate corresponde a 1/5 g ou 200 mg e para gemas pequenas, especialmente diamantes, subdivide-se 1 ct em 100 pontos. No caso de gemas em estado bruto, normalmente utiliza-se como padrão o grama ou o quilograma. Uma possível confusão acontece com o quilate (K) como unidade para ouro. São unidades bem diferentes e, no caso do ouro refere-se à quantidade do metal contido na liga utilizada na joalheria. O ouro 24 K representa 100% de ouro, enquanto o ouro 18 K significa 75% de ouro, ou seja, 18 partes de ouro e 6 partes de outros metais que são misturados na composição.



Balança de madeira utilizada na pesagem de gemas, produzida na década de 1970. Atualmente são utilizadas balanças eletrônicas que se tornaram mais baratas e precisas. Coleção e imagem: Liccardo.

Na identificação de gemas lapidadas são utilizadas somente técnicas específicas que não danifiquem a pedra, chamadas de **testes não destrutivos**, principalmente densidade e propriedades ligadas à luz como cor, caráter óptico e índices de refração. Para exames rotineiros são utilizados instrumentos como lupa, pinça, balança, paquímetro, dicróscópio, polariscópio, refratômetro e o microscópio gemológico.



Cristais de quartzo demantoide ou jacinto são a variedade laranja-avermelhada do quartzo, que apresenta esta cor em virtude da presença de ferro. Procedência: Jacobina, Bahia. Coleção: Laboratório de Geologia.
Imagem: Liccardo

Na classificação e valoração das gemas são utilizados critérios muitas vezes subjetivos como raridade, procedência, tradição, moda e até confiança, e os fatores que definem o seu preço final são principalmente cor, limpidez, lapidação e peso. A cor equivale a 50% do valor da gema e subentende matiz, tom e saturação; a limpidez corresponde a 30% do valor e refere-se à presença ou não de inclusões; na lapidação são analisadas as proporções, simetria e acabamento final do talhe influenciando em até 20% do valor. Estes dados compõem o preço da gema por quilate, que é proporcional ao seu tamanho e o valor final é obtido de tabelas específicas.

Gemas são os materiais mais valorizados pelo homem e representam uma impressionante relação de custo por volume. Enquanto outros minérios, como o ferro, são vendidos por dezenas ou centenas de dólares por tonelada, as gemas alcançam milhares de dólares, e até mesmo mais de um milhão por um único quilate. Um raro diamante vermelho encontrado em Minas Gerais em 1987, com menos de 1 quilate, foi vendido por US\$ 880.000,00, o que equivale dizer que este material custou cerca de 5 milhões de dólares por grama!



*O peridoto é uma olivina de qualidade gemológica.
Este é um dos principais minerais que compõem o manto terrestre.
Cristal proveniente de San Carlos, Arizona – EUA.
Coleção: D. Svizzero. Imagem: Raony.*



*A rodrosita é um carbonato de manganês que apresenta,
frequentemente, padrões de crescimento e feições típicas de ambiente
de cavernas, como estalactites ou estalagmites. Amostra cortada e
polida proveniente da mina La Capillita, na Argentina. Coleção: Liccardo.
Imagem: Raony.*

A diversidade mineral e gemológica no Brasil

O Brasil é um país que possui uma forte vocação na atividade mineradora, o que esteve presente ao longo de quase toda a sua história. No século XVIII, por exemplo, foi o maior produtor do mundo de ouro e diamante e hoje se destaca na produção de minério de ferro, nióbio, esmeralda, ametista entre tantos outros produtos de aplicação especializada.

As gemas são, por definição, materiais extremamente raros na crosta terrestre o que as tornam, na maior parte das vezes, preciosas e caras. São anomalias, exceções da natureza, mas que refletem com clareza a enorme complexidade do Sistema Terra. As gemas estão ligadas à história do Brasil e ao contexto de evolução socioeconômica de maneira muito estreita, sendo este fato desconhecido pela maioria das pessoas. A presença das gemas inorgânicas no território brasileiro são um dos parâmetros – talvez o mais fascinante – para se tentar dimensionar a geodiversidade brasileira e sua importância na participação dos rumos da sociedade.



A variedade violeta do quartzo é conhecida como ametista e o Brasil produz amostras fantásticas deste material. Esta formação com aspecto de estalactite é típica da jazida de Entre Rios, SC. Coleção: Liccardo. Imagem: Raony.

As Entradas e Bandeiras - movimentos de pessoas que buscavam riquezas no interior de uma América portuguesa ainda desconhecida e selvagem – ampliaram as fronteiras e definiram o enorme território brasileiro graças aos sonhos com Eldorados, Serras Resplandescentes e Montanhas de Esmeraldas, que eram os principais motivadores dos bandeirantes nos séculos XVI e XVII.

Com a descoberta de diamantes em Diamantina (MG), em 1714, o Brasil - então colônia de Portugal - passou a ser o principal fornecedor destas gemas no mundo. Até 1867, quando se descobriram as minas africanas, praticamente todas

as joias com diamantes das cortes europeias carregavam um valioso pedaço da geodiversidade deste território no Novo Mundo. Por cerca de 150 anos a imagem do Brasil foi associada a uma “terra de riquezas inesgotáveis”, graças à forte produção de ouro e diamantes em Minas Gerais nesta época.



O picuá é um recipiente rústico utilizado para transportar diamantes e pepitas de ouro, como este confeccionado em mangueira plástica e madeira por garimpeiros do rio Tibagi.

Coleção e Imagem: Liccardo.



Concentrado de minerais pesados com diamante encontrado em garimpo do rio Jequitinhonha, em Diamantina, MG. Este local foi responsável pela maior produção do mundo desta gema no século 18. Coleção: Liccardo.

Imagem: Raony.

Hoje o Brasil está entre as maiores Províncias Gemológicas do mundo, em função de um substrato geológico verdadeiramente especial. Estima-se que a produção brasileira é responsável por um terço do suprimento mundial, segundo o Instituto Brasileiro de Gemas e Metais (IBGM). Os principais museus de História Natural do mundo possuem expressivos acervos provenientes do Brasil nos últimos 400 anos, o que no mínimo indica uma geodiversidade excepcional.

Os derrames basálticos que aconteceram quando a América do Sul se separou da África são responsáveis pela maior produção no mundo de ametista, citrino e ágata, provenientes dos estados do Sul (Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná). Das regiões Sudeste e Nordeste, principalmente a parte oriental de Minas Gerais, Paraíba e Rio Grande do Norte, vem sendo extraída, desde o final da Segunda Guerra, uma incrível variedade de minerais raros associados aos pegmatitos (rochas de associação granítica), entre elas: berilos das variedades água-marinha, esmeralda, heliodoro, morganita e outras; turmalinas de todas as cores e tamanhos; quartzos coloridos, incolores e com inclusões fascinantes; topázios em grandes cristais e em grande quantidade. Em ambientes sedimentares, metamórficos e aluvionares a quantidade aumenta substancialmente e mostra uma difusão na localização geográfica das ocorrências por todo o território nacional. O Brasil é também produtor de gemas muito raras como alexandrita, turmalina paraíba, euclásio e várias outras. É o único produtor mundial de topázio imperial, o maior em ágata, ametista e citrino, o segundo maior em esmeraldas e opala nobre e, ainda, produz grandes quantidades de outros berilos, turmalinas, crisoberilo, kunzita, hiddenita, brasilianita, etc.

Atualmente, com o nível de desenvolvimento da sociedade moderna, são inúmeros os insumos minerais necessários para a manutenção de nosso padrão de vida global. O conhecimento sobre minerais vem sendo cada vez mais necessário para atividades antes desconectadas, como a informática, a eletrônica ou mesmo a agricultura e a medicina. Difundir os conhecimentos de mineralogia pode, portanto, fornecer subsídios para várias outras áreas da ciência e da vida prática das pessoas, e é fundamental para a melhora da educação no Brasil – este país de vocação mineral.



Turmalinas Paraíba estão entre as gemas mais raras e caras do mundo, sendo encontradas até recentemente somente no Brasil. Sua característica cor azul “neon” se deve à presença de cobre na estrutura do mineral. Amostras de São José da Batalha, PB.

Coleção: Liccardo. Imagem: Raony.



Mosaico de opala nobre com vidro e diabásio



Diabásio serrado

Em Pedro II, no Piauí, restos de opala nobre de minas exauridas são transformados em um valioso artesanato. Um mosaico é montado sobre chapas de diabásio e coberto com vidro, gerando um “sanduíche” ou triplet, que depois é lapidado e montado em joias.

Coleção e Imagem: Liccardo.



Crisoberilos também estão entre as gemas mais raras e caras.

Uma variedade que apresenta cor azul sob a luz do dia e vermelho sob luz incandescente é muito apreciada e é conhecida como alexandrita. Coleção Laboratório de Geologia.

Imagem: Liccado.



A cor é o principal fator de valorização nas pedras preciosas e muitas vezes as variações são bastante sutis. O mineral berilo quando puro é incolor, mas quando apresenta impurezas de ferro em sua estrutura pode mostrar uma grande variação de tons que variam do verde até azul intenso. Neste último caso a gema é conhecida como água marinha e é mais cara que os outros tons.

Coleção: Liccado. Imagem: Raony.

CAPÍTULO 05 –

ROCHAS - AMBIENTES ÍGNEO, SEDIMENTAR E METAMÓRFICO

Pedro Crist

Vagner André Morais Pinto

As rochas presentes no planeta Terra encontram-se, na sua origem, vinculadas a três tipos fundamentais de ambiente geológico. A partir de um conjunto de características, processos e fatores específicos - entre eles temperatura e pressão - são definidos os ambientes em que os minerais e rochas se formaram: ambiente ígneo (ou magmático), ambiente sedimentar e ambiente metamórfico.

Na exposição do projeto Geodiversidade na Educação esses diferentes ambientes geológicos são representados por amostras diversificadas e atrativas, que contemplam a rica geodiversidade do planeta, assim como por rochas da região, que enfatizam o Paraná, os Campos Gerais e o município de Ponta Grossa.

Ambiente Ígneo

O ambiente ígneo é caracterizado, geralmente, por temperaturas elevadas, compreendendo um intervalo entre os 400°C e os 1500°C, onde também ocorrem variações na pressão e na composição físico-química dos materiais ali presentes.

As denominadas rochas ígneas (o nome é uma derivação do latim *ignis*, que significa fogo) são aquelas oriundas do processo de resfriamento do magma - um composto líquido/viscoso formado por rochas fundidas no interior do planeta - durante a trajetória rumo à superfície. O resfriamento do material magmático pode ocorrer internamente, isto é, ainda em profundidade ou externamente, já em superfície, onde este material incandescente passa a ser conhecido como lava.



Kimberlito é uma rocha magmática proveniente do manto terrestre e que muitas vezes é portadora de diamantes.

Amostra de Presidente Olegário, Coromandel – MG.

Coleção: D. Svizzero. Imagem: Liccardo.



Seixo rolado de andesito, encontrado em zona costeira do Pacífico, La Serena – Chile.

Coleção: Liccardo. Imagem: Raony.



Basalto vesicular coletado do vulcão Etna, na Itália.

Coleção: Luiz Chierigati. Imagem: Liccardo.



A obsidiana é uma rocha com a composição de um riolito, mas com textura vítrea. Esta amostra é da Formação Fossa delle Rocche Rosse, resultado de uma erupção do século VIII na ilha de Lipari, Itália. Destaca-se a estrutura de fluxo, definida pela maior concentração de esferulitos e litófises, que são as feições arredondadas geradas pelo escape de gases durante o rápido resfriamento da lava.

Coleção: G. Burigo Guimarães. Imagem: Liccardo.

As rochas magmáticas de formação interna são designadas intrusivas ou plutônicas. Por se consolidarem em profundidade, passam por um processo de esfriamento lento que permite o arranjo químico e a cristalização dos minerais, resultando em uma textura visivelmente granular. Desse modo, é possível verificar, nas rochas ígneas plutônicas, pequenos cristais presentes na rocha, que são os minerais como quartzo, feldspato (o mais abundante mineral da crosta), mica, anfibólio ou piroxênio. Uma rocha muito comum, com estas características e com esta composição, é o granito.

As rochas ígneas resultantes do resfriamento da lava são denominadas extrusivas ou vulcânicas, este último nome associado aos locais mais comuns de gênese deste tipo de rochas, os conhecidos vulcões. Na superfície terrestre, a lava sofre um resfriamento rápido, o que dificulta a formação de cristais evidentes, sendo, em geral, imperceptíveis sem o auxílio de instrumentos ópticos, como no caso de alguns basaltos e riolitos.

Quanto à coloração, essas rochas podem ser classificadas de maneira simples em dois tipos, as claras (leucocráticas ou félsicas) e as escuras (melanocráticas ou máficas). O que vai determinar a coloração das rochas ígneas é a porcentagem de minerais escuros que a rocha contém. As escuras apresentam, em geral, mais de 60% de minerais como anfibólios e piroxênios em sua composição (como gabro, diabásio ou basalto), enquanto que nas claras sua presença é inferior a 30%, com predominância de feldspato e quartzo (como no granito ou no riolito).

Existe uma grande diversidade de materiais gerados por processos ígneos mais específicos, como: cinzas vulcânicas e ignimbritos, lavas que surgem em fundos oceânicos, geiseritos, etc.



*Exemplos de rochas ígneas comuns:
granito, basalto e riolito.*

Imagem: Raony.

Ambiente Sedimentar

Por ambiente sedimentar entende-se aquele caracterizado por temperaturas baixas e moderadas, geralmente compreendidas entre 0 e 230°C, caracteristicamente próximo à superfície. Os materiais que originam os sedimentos podem ter variadas composições químicas, já que, em geral, são fragmentos arrancados de rochas ígneas, metamórficas ou mesmo sedimentares pré-existentes. As condições de transporte, soterramento e compactação destes fragmentos determinam características específicas para formar as rochas resultantes da sua consolidação.



Argilito com gretas de contração preservadas,

proveniente de Guamiranga – PR.

Coleção: Laboratório de Geologia.

Imagem: Raony.

Rochas sedimentares constituem, então, o grupo de rochas formado a partir da deposição de fragmentos ou detritos, pela precipitação de certos elementos químicos e também pelo acúmulo de material oriundo de organismos (por exemplo, restos de animais e plantas). Assim, considerando-se a origem, as rochas sedimentares podem ser classificadas em: clásticas (ou detríticas), como no caso dos arenitos formados pela consolidação de areia ou de argilitos e folhelhos formados a partir de argila; químicas quando originárias da precipitação de substâncias, a exemplo do calcário, formado pela precipitação de calcita (CaCO_3), ou do sílex formado a partir de sílica (SiO_2) precipitada; e em biogênicas

(ou orgânicas), oriundas da sedimentação de muita matéria orgânica junto aos fragmentos, a exemplo do carvão mineral.

As rochas sedimentares clásticas compõem a maioria das rochas sedimentares. O processo de fragmentação de rochas pré-existentes em partículas se deve a diversos fatores e condicionantes ligados aos processos de intemperismo/erosão como a ação do vento, da chuva, do gelo e variações de temperatura. As partículas e fragmentos desmembrados das rochas são transportados e se depositam em outras áreas, normalmente depressões (bacias). Os fragmentos depositados passam pelo processo de consolidação da rocha (litificação), incluindo cimentação e compactação. As rochas sedimentares podem se formar de fragmentos grossos, como os conglomerados, ou de fragmentos mais finos, como os arenitos, siltitos, argilitos e folhelhos.



Objeto entalhado em halita bandada do Salar do Atacama, Chile. Os depósitos de sal são formados em ambiente sedimentar desértico e são conhecidos como evaporitos.

Coleção e Imagem: Liccardo.

É nas rochas sedimentares que são encontrados os fósseis que permitem a compreensão de como eram alguns aspectos de nosso planeta há milhões de anos, como as condições climáticas, a flora, ou quais eram as criaturas que compunham a fauna da Terra em determinado período. Dentre as rochas sedimentares em exposição, destacam-se as rochas presentes na região de Ponta Grossa, como arenitos da Formação Furnas e do Grupo Itararé (Vila Velha), os folhelhos fossilíferos da Formação Ponta Grossa, além de outros exemplares de diferentes regiões.



*Exemplos de rochas sedimentares comuns: arenito,
carvão mineral e folhelho com fóssil.*

Imagens: Raony.

Ambiente Metamórfico

O ambiente metamórfico corresponde a contextos em que rochas pré-existentes sofrem uma transformação (metamorfismo) textural, estrutural e/ou composicional, resultando em novos produtos.

As rochas metamórficas se formam a partir da modificação ocasionada pelo aumento de temperatura e pressão sobre rochas ígneas, sedimentares ou mesmo outras rochas metamórficas. Neste processo, ocorrem mudanças mineralógicas e estruturais resultantes da adaptação às novas condições físico-químicas. O tipo de rocha formado no processo de metamorfismo vai depender

dos níveis de temperatura e/ou pressão a qual está submetida e eventualmente à presença maior ou menor de fluidos (H_2O e CO_2).



Filito com dobras do tipo Chevron (procedência desconhecida).

Coleção: Laboratório de Geologia.

Imagem: Raony.

De maneira geral, a intensidade do metamorfismo pode ser traduzida em baixo, médio ou alto grau. Rochas formadas em baixo grau metamórfico atingiram temperaturas normalmente entre 200° e $380^{\circ}C$, como a ardósia ou o filito. No Primeiro Planalto Paranaense são típicos os metacalcários (calcários que sofreram baixo metamorfismo), chamados erroneamente de calcários. Entre 380° e $550^{\circ}C$ formam-se as rochas de médio grau metamórfico, como mármore e xistos. Acima desta temperatura até a faixa de fusão, que pode variar de 600° a $800^{\circ}C$, estão as rochas metamórficas de alto grau, como o gnaiss e o migmatito.



Formação ferrífera bandada (no inglês "banded iron formation", por isso o nome "BIF"), exemplo de rocha metamórfica com níveis de hematita, que é a principal fonte de ferro no Quadrilátero Ferrífero do Brasil, intercalados com níveis de quartzo. Proveniência Nova Lima – MG. Coleção: Laboratório de Geologia. Imagem: Liccardo.



Fósseis de estromatólitos (estruturas formadas por microrganismos em ambiente marinho) preservados em mármore proveniente de Ouro Preto, MG. Coleção: Laboratório de Geologia. Imagem: Liccardo

As rochas metamórficas possuem diversos usos na sociedade, a exemplo do quartzito usado em revestimento de pisos ou ardósia utilizada como telha ou na fabricação de mesas de sinuca. Rochas muito coesas como o gnaiss podem ser usadas como pedra brita ou revestimento de paredes. Mármore é a expressão mais cara e nobre destas rochas, utilizados na arte e na arquitetura desde os antigos romanos.



Exemplos de rochas metamórficas comuns (começando à esquerda e em sentido horário): xisto, gnaiss e mármore
Imagens: Raony.

Ciclo das Rochas

A relação entre os produtos formados em cada ambiente e sua localização na crosta terrestre ao longo do tempo geológico sugere a existência de um ciclo natural. Cada rocha pode, certamente, sofrer transformações se submetidas a condições ambientais ou físico-químicas diferentes.

A ocorrência de variações cíclicas faz da Terra um planeta dinâmico e geologicamente ativo, onde os diferentes materiais sofrerão mutações de duração e intensidade variada. A estas possibilidades de transformação de um tipo de rocha em outro, no decorrer do Tempo Geológico em processos contínuos de reciclagem, denomina-se Ciclo das Rochas.

Rochas ígneas, por exemplo, são formadas a partir do esfriamento de magma. Essas rochas quando expostas em superfície, estão suscetíveis à ação modificadora do intemperismo químico ou físico e da erosão (água, vento, gelo, reações químicas, etc.) que as transformam em sedimentos que podem ser transportados ou então em solos (pedogênese). A partir da deposição, acontece a compactação e litificação dos sedimentos (diagênese), formando materiais coesos chamados de rochas sedimentares.

Se rochas ígneas ou sedimentares forem expostas a um aumento de pressão e/ou temperatura, necessariamente acontece uma transformação em que minerais e estruturas se adaptam a novas condições e o produto resultante será uma rocha metamórfica.

Se o processo de aumento de pressão e temperatura, chamado metamorfismo, atingir os limites de estabilidade dos minerais, em patamares mais elevados ocorre a fusão, parcial ou total, deste material rochoso, resultando em magma e possibilitando novamente a formação de uma rocha ígnea, completando o Ciclo das Rochas. Estes processos (resfriamento, intemperismo, diagênese, metamorfismo, fusão) acontecem todo o tempo no planeta e seus produtos (rochas, sedimentos, solos, magma) também não são perenes, e em algum momento do Tempo Geológico passarão por essas transformações.



O Ciclo das Rochas mostra o dinamismo dos processos geológicos que ocorrem na crosta terrestre. São processos que agem continuamente, transformando as rochas e sedimentos em outros produtos, em intervalos de tempo que normalmente não podem ser percebidos pelo ser humano.

Imagem: Liccardo.

CAPÍTULO 06 –

APLICAÇÕES DE MATERIAIS GEOLÓGICOS

Camila Blum Corrêa

Pollyne Teixeira de Lara

Ao se falar em minerais logo vêm à mente pedras preciosas de grande valor econômico ou cristais de quartzo decorativos que parecem gelo. Na verdade, minerais estão bem mais presentes no nosso cotidiano, nas casas de alvenaria, no asfalto da rua, nas louças de porcelanas, nos remédios, produtos eletrônicos, etc. A própria história da humanidade esta ligada ao uso de rochas e minerais, já que até mesmo períodos de tempo da existência humana foram caracterizados pela sua utilização, como a idade da pedra ou o ciclo do ouro, ou a revolução industrial (que demandou enorme quantidade de matéria-prima mineral) até chegar aos requintados objetos industrializados dos dias atuais.

As rochas e os minerais possuem um grande valor na economia mundial, pois sua extração gera emprego, renda e desenvolvimento econômico. Sua utilização varia de acordo com sua composição, características e propriedades, podendo ser empregados em diversas áreas como na joalheria, indústria óptica, fabricação de cerâmicas, vidros, refratários, siderurgia, construção civil, recursos energéticos dentre tantos outros.

Muitos minerais são a base do processo produtivo e é por meio deles que são obtidos diversos materiais utilizados no dia a dia. Os metais, por exemplo, são materiais fundamentais para a fabricação de meios de transporte, nas indústrias e até na fabricação de objetos menores como fechaduras, cliques ou pregos. Alguns minerais são empregados em medicamentos, alimentos, isolantes térmicos, maquiagens, agricultura, etc. As rochas – que são aglomerados de minerais – podem ser utilizadas até mesmo em seu estado bruto ou somente moídas, como no revestimento de pisos ou paredes e na obtenção de pedra brita, areia ou argila.

Recursos minerais são, em geral, todos os recursos físicos extraídos pelo homem da superfície ou subsuperfície da Terra, cuja composição varia desde os mais simples (pedras e materiais de construção) até os mais sofisticados (ferro, ouro, prata). Para o aproveitamento desses recursos minerais é necessário que ocorram de maneira concentrada na natureza, para viabilizar sua extração, pois quando encontrados de maneira dispersa se tornam inviáveis economicamente.

Os minérios são classificados de várias maneiras, mas de um modo genérico, conforme suas aplicações podem ser metálicos, não metálicos ou recursos energéticos. Quando há abundância de um mineral ou rocha com interesse econômico (minério) num determinado local e sua extração se torna viável, denomina-se este depósito de “jazida”. Estas levam normalmente de milhares a milhões de anos para se formar, necessitam de estudos aprofundados para localizá-las e não são recursos renováveis na escala de tempo humana. Podem ser constituídas de rochas como as sedimentares (calcário, carvão, sal, etc.), ígneas (granito e outras como blocos de pavimento ou revestimento de pisos), metamórficas (mármore para estatuária e revestimentos) ou até mesmo do manto de alteração, como a bauxita (de onde pode ser extraído o alumínio).

Minérios metálicos

São as rochas ou minerais que apresentam em sua composição teores razoáveis de elementos químicos metais. São exemplos: ouro (Au), ferro (Fe), cobre (Cu), chumbo (Pb), alumínio (Al), manganês (Mn), zinco (Zn), Prata (Ag). Esses metais são extraídos de vários minerais (hematita, galena, cassiterita...) ou rochas e crostas de alteração (bauxita) e utilizados em vários setores: industrial, eletrônico, joalheiro. A partir deles são produzidos diversos materiais como: condutores de eletricidade (fios e cabos), aço, munições, proteção contra raios-X, fusíveis, revestimentos de cabos elétricos, materiais antifricção, metais de tipografia, etc.



Barra de cobre produzida em Chuquibambilla, no Peru.

Esta é a maior mina a céu aberto do mundo.

Coleção: Laboratório de Geologia.

Imagem: Liccardo.



Minério de cobre da mina de San José, em Copiapó, Chile.

Esta mina ficou famosa em 2010 pelo resgate de 33 mineradores da mina subterrânea 600 m abaixo da superfície.

Coleção e imagem: Liccardo.



A galena é o principal mineral que fornece o chumbo. Amostra do minério e lingote de chumbo procedentes de Adrianópolis (PR), da extinta mineração que atuou até a década de 1990.

Coleção: Laboratório de Geologia.

Imagem: Liccardo.

Minérios não metálicos

Constituem um grupo extremamente diversificado que inclui minerais e rochas utilizados na construção civil ou em vários processos industriais. Rochas ornamentais, por exemplo, recebem uma classificação simplificada como calcário, mármore, granito, ardósia ou basalto. São materiais extraídos em blocos ou placas, que após tratamento exibem aspectos estéticos e mecânicos, de amplo uso na construção civil para revestimentos de pisos, escadas, paredes, fachadas, túmulos, funções decorativas, marcos e monumentos.

As rochas e minerais industriais caracterizam-se por serem substâncias naturais aplicadas em produtos e processos industriais como matérias-primas, insumos e aditivos, nos mais diversos segmentos. Juntamente com os metais e em compatibilidade com cada época, as rochas e minerais industriais tornaram-se indispensáveis ao avanço da civilização. A crescente demanda de obras para infraestrutura, melhorias urbanas, residenciais, comerciais ou itens de conforto da vida moderna, tem levado a uma crescente procura e utilização destes recursos minerais. Atendem indústrias farmacêuticas, cerâmicas, construção civil, papel, agrícolas, de tintas e plásticos, e cada um destes setores necessita de materiais específicos. Dentre esses materiais destacam-se o talco, utilizado na área de cerâmica (para produção de azulejos, pisos, cerâmicas, louças, porcelanas), areia e brita (principalmente na área de construção civil), argila (área de construção civil, na produção de tijolos e refratários), calcário (indústrias de cimento, produção de cal, corretivo do solo), sal marinho (alimentação humana e animal).

Dentre os bens minerais de maior consumo no mundo, destacam-se também as águas minerais, vindas de fontes naturais que apresentam composição química especial. Distinguem-se das águas comuns porque contêm uma maior concentração de sais minerais que servem como complemento à saúde. Podem ser retiradas até de cerca de 4.000 metros de profundidade e seus principais usos são para beber, com fins medicinais ou na preparação de bebidas diversas, tais como refrigerantes.



Enxofre natural, produzido na Bolívia. Coleção:

Laboratório de Geologia. Imagem: Raony.

Recursos Energéticos

Por recursos energéticos entendem-se todos os bens que são capazes de gerar e produzir força, calor e iluminação necessários para o consumo e produção. A disponibilidade de energia sempre foi alvo de preocupação do homem, pois é um elemento vital para o desenvolvimento. A partir da Revolução Industrial, a busca por recursos energéticos assumiu grande importância, devido à mudança do sistema econômico mundial, inovações em maquinários e criação de nova tecnologia, o que gerou enorme procura por fontes de energia e por matérias-primas, como o carvão mineral, urânio, petróleo e o gás natural, que são considerados recursos energéticos não renováveis.

Inicialmente o carvão mineral foi o pilar desse novo momento de desenvolvimento socioeconômico e industrial, mas com o passar do tempo surgiram novas fontes de energia que passaram a ser empregadas para suprir a demanda. O carvão mineral é uma rocha sedimentar complexa e variada com mistura de componentes inorgânicos e orgânicos sólidos, processados ao longo de milhões de anos na diagênese (processo de formação de rochas sedimentares). Sua utilização varia de acordo com o tipo e o estágio de transformação dos componentes orgânicos, levando a uma classificação dos carvões em turfa,

linhito, hulha e antracito, conforme aumenta o teor de carbono. Seu papel na siderurgia é fundamental, pois além de gerar calor, fornece o carbono para a fabricação de aço.

O urânio é o mais pesado entre os elementos naturais, sendo suas principais aplicações a geração de energia elétrica - como combustível para os reatores nucleares de potência - ou a produção de material radioativo para uso na medicina e na agricultura. O Brasil está entre os maiores produtores do mundo do minério de urânio e possui tecnologia para processá-lo industrialmente (enriquecimento do urânio).

O petróleo e o gás natural se formam da matéria orgânica acumulada em sedimentos marinhos sob o efeito de calor e pressão e costumam ser encontrados juntos em profundidade, sempre em antigas bacias sedimentares. O consumo diário mundial de petróleo chega a quase 90 milhões de barris e possui tantos derivados que se torna difícil imaginar a vida sem ele. A gasolina, o diesel, o asfalto e produtos como plásticos, fibras sintéticas, detergentes e agroquímicos – são todos obtidos à base de petróleo.



Amostra do petróleo produzido no chamado "Pré-Sal", na plataforma marinha brasileira próximo ao litoral de Santos, SP.

Coleção: Laboratório de Geologia.

Imagem: Liccardo.

O gás natural é uma mistura de hidrocarbonetos leves que, à temperatura ambiente e pressão atmosférica, permanece no estado gasoso. Trata-se de um gás inodoro e incolor, não tóxico e mais leve que o ar. De todos os combustíveis fósseis, o gás natural é o que queima de forma mais limpa, produzindo menos dióxido de carbono e partículas, se comparado com o carvão e o petróleo. Seu principal uso é para geração de energia e também para aquecimento em indústrias e residências, além de ser um componente fundamental na produção industrial de amônia para uso em fertilizantes.

O uso dos bens minerais tem uma importância significativa para a sociedade, principalmente quando se pensa em qualidade de vida, uma vez que as necessidades básicas do ser humano - alimentação, moradia e vestuário - são atendidas essencialmente por esses recursos. Uma pessoa consome direta ou indiretamente cerca de 10 toneladas/ano de produtos do reino mineral, abrangendo 350 espécies minerais distintas.

O projeto “Geodiversidade na Educação” apresenta alguns desses materiais que são de uso em nosso dia a dia. A proposta neste ambiente expositivo foi de chamar a atenção para a origem das matérias-primas, tão consumidas inconsequentemente no mundo moderno. A exposição apresenta vários objetos de uso cotidiano, correlacionando-os aos vários minerais e rochas necessários para sua fabricação.



O folhelho pirobetuminoso encontrado em São Mateus do Sul, no Paraná, permite, por meio de processamento industrial, a obtenção de petróleo em quantidades significativas.

Coleção: Laboratório de Geologia. Imagem: Liccardo.



Amostra de grafite de Itapeverica, MG, utilizada para fabricação de lápis. Como curiosidade o significado do nome da cidade, em tupi, é ‘pedra escorregadia’, o que poderia indicar alguma relação com este mineral e sua abundante jazida neste local.

Coleção: Laboratório de Geologia. Imagem: Liccardo.



Imagem: Mineropar.

Elemento	Substância Mineral
1. Tijolo	Argila – bloco (brita + areia + calcário)
2. Fiação elétrica	Cobre – petróleo (plástico)
3. Lâmpada	Quartzo – tungstênio – alumínio
4. Fundações – concreto	Areia + brita + calcário + ferro
5. Ferragens	Ferro + alumínio + cobre + zinco
6. Vidro	Quartzo + calcário + dolomita + feldspato
7. Louça sanitária	Argila + feldspato + calcário + talco
8. Azulejo	Argila + feldspato + calcário + talco
9. Piso (bwc/cozinha)	Argila + feldspato + calcário + talco
10. Isolante parede	Quartzo + feldspato + agregado de mica
11. Pintura (tinta)	Calcário + talco + caulim + ilmenita + rutilo
12. Caixa d'água	Calcário + argila + amianto + gipsita
13. Impermeabilizante	Folhelhos pirobetuminosos e petróleo
14. Contra piso	Areia + brita + calcário + ferro
15. Pias	Granito – mármore – ferro + cobalto + níquel
16. Gás (GLP)	Gás natural – minerais metálicos
17. Encanamento	Ferro – cobre – PVC (petróleo + calcário)
18. Laje	Areia + brita + cimento + ferro
19. Forro	Gipsita (gesso)
20. Armação – fundação	Areia + brita + calcário + argila + ferro
21. Esquadrias	Bauxita – ferro + manganês
22. Piso	Ardósia + argila + granito + talco + caulim
23. Calha	Calha Zinco – níquel – cobre ou amianto
24. Telhado	Argila – amianto – calcário
25. Estrutura	Areia + brita + calcário + ferro



Bauxita



Da bauxita, encontrada em estados como Minas Gerais, é obtido o alumínio utilizado em quase todas as latas.

Amostra do Laboratório de Geologia.

Imagem: Liccardo.



Para a fabricação de uma simples lâmpada são necessários vários minerais que fornecem os elementos necessários. É um exemplo da grande dependência que a sociedade apresenta em relação à extração mineral.

Imagem: Liccardo



Materiais tecnologicamente mais complexos demandam um número maior de substâncias oriundas de representantes da geodiversidade, a exemplo desta pilha e os minérios necessários para a sua fabricação.

Imagem: Liccardo

CAPÍTULO 07 –

ROCHAS QUE CAEM DO CÉU

Pollyne Teixeira de Lara

Gisele Pidhorodecki

Raony Tullio Carneiro

Conhecidos na mitologia como “pedras de raio”, os meteoritos já foram considerados como a ponta do relâmpago e, por caírem do céu, foram muitas vezes conservados e até venerados por trazerem embutidos em sua natureza o “poder dos céus”. No entanto, em sua maioria, são fragmentos de rochas que se formaram no vácuo do espaço há aproximadamente 4,5 bilhões de anos, no início do Sistema Solar, onde se acumularam em asteroides, cometas, planetas e satélites naturais. Os objetos extraterrestres que atravessam a atmosfera e caem na superfície da Terra são chamados meteoritos.

A queda desses objetos tem sido muito expressiva na história do nosso planeta, principalmente no início da formação, e esses acontecimentos ajudaram a construir a paisagem ao longo do tempo. Quando ainda estão no espaço são chamados de meteoroides, que ao atravessarem a atmosfera, ficam luminosos devido ao atrito com o ar, sendo chamados de meteoros ou estrelas cadentes e seu contato com a superfície terrestre resulta no termo meteorito.

A grande maioria dos meteoros se desagrega totalmente na atmosfera e aqueles de maior tamanho são chamados de bólidos. Quando um bólido passa fazendo muito barulho é sinal que está próximo ao local de queda do meteorito.

Por quase não sofrerem nenhuma modificação ao longo do tempo, os objetos que originam os meteoritos conservam a matéria original formada no início do Sistema Solar, o que permite estudar as condições iniciais e a composição

real do sistema onde vivemos. O que sabemos sobre o núcleo terrestre é indicado por meteoritos metálicos compostos por ferro e níquel, provavelmente núcleos de outros planetas/asteroides que se fragmentaram após passarem por um processo de diferenciação, ou seja, separação de núcleo, manto e crosta.



Meteorito Sikhote-Alin, caído na Rússia em 12/02/1947, tipo metálico composto por ferro (93%) e níquel (5,8%);

Coleção e imagem: Liccardo



Meteorito metálico Campo del Cielo, caído na Argentina há 4.000-5.000 anos, com 87 g. Esta região é um dos mais conhecidos campos de meteoritos no mundo, (considerado o segundo maior) tendo sido encontrados fragmentos de poucos miligramas até 37 toneladas.

Coleção e imagem: Liccardo.

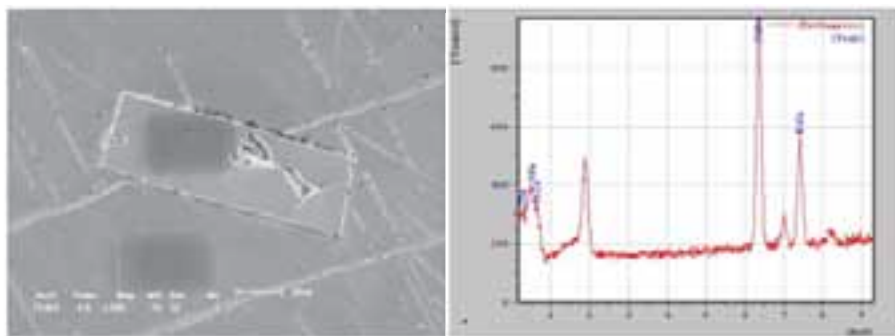


Imagem em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV – BS) do meteorito metálico Campo del Cielo aponta uma estrutura típica destes materiais, conhecida como Figuras de Widmanstätten, além de alguns precipitados de formatos retangulares. A composição analisada indica uma matriz de Fe e C, com picos de Ni, P e Si nos precipitados. Análises do Complexo de Laboratórios Multiusuários da UEPG.

Meteoritos são classificados conforme sua composição, com os condritos e acondritos, ambos rochosos, correspondendo à maior parte encontrada - sendo a diferença entre eles definida pela presença ou não de côndrulos (ver adiante). Esses meteoritos podem ser difíceis de serem identificados, já que é comum sofrerem um alto nível de intemperismo, ficando cada vez mais semelhantes com outras rochas da Terra. Outro grupo é dos sideritos (metálicos ou ferrosos). São muito densos e fortemente atraídos por um ímã. Geralmente o teor de ferro nesse tipo de meteorito é de 90% a 95%. Por fim, existem também os mistos ou siderólitos (metálico-rochosos), encontrados com raridade, porém, admirados por sua beleza.

Normalmente, os meteoritos são formados por minerais e ligas de ferro-níquel, possuindo características próprias que os diferenciam das demais rochas. São elas: uma crosta de fusão - quando ocorre a queda do meteorito, este apresenta uma fina crosta escura, que é resultado de sua queima durante a passagem pela atmosfera; o magnetismo também na maioria dos meteoritos se faz presente; apresenta leves sulcos, em geral com cantos mais arredondados, não chegando a mostrar furos ou bolhas.

Há diversos formatos de meteoritos, não sendo totalmente redondos ou com formato de fâisca como alguns pensam. Com ajuda de microscópios podemos observar côndrulos, que são pequenas esférulas de minerais. Os rochosos geralmente têm o interior prateado, lembrando cimento de construção civil, e os metálicos têm pigmentação cinza escuro. Fragmentos de meteoro podem ser cerca de três vezes mais densos que outras rochas do mesmo tamanho. Mesmo que numa porcentagem mínima, há algumas exceções nas características de um meteorito, chamados de meteoritos raros. O nome dos meteoritos é dado de acordo com a cidade ou região em que foram encontrados, ou seja, recebem um nome relacionado ao local de queda.

Um fenômeno provocado pelos meteoritos são as crateras de impacto (estruturas formadas quando um corpo celeste é atingido por outro de menores dimensões), o que proporciona um conjunto característico de marcas. Exemplo disso, temos na “cratera do meteoro” (Meteor Crater) no estado do Arizona, Estados Unidos, uma das mais jovens crateras encontradas na Terra, formada há cerca de 50 mil anos. Uma das maiores encontra-se no Golfo do México e sua formação, há cerca de 65 milhões de anos, pode ter sido responsável pela extinção dos dinossauros e de muitas outras formas de vida então existentes.

O Projeto Geodiversidade na Educação conta com 23 amostras expostas de fragmentos de meteoritos e brechas de impacto, entre elas destacam-se aquelas formadas pelo impacto de um meteorito na localidade de Vista Alegre, em Coronel Vivida, PR. Tanto as rochas que existiam no local do impacto (basalto e arenito) como também o corpo celeste que provocou a colisão, foram intensamente modificados em decorrência do impacto, formando um novo tipo de rocha chamada de “brecha de impacto”. Essas rochas especiais foram as principais fontes de informação que permitiram aos geólogos definir a origem da cratera de Vista Alegre e estudar os detalhes de sua gênese.



Rocha denominada “brecha polimítica de impacto”, formada pela fragmentação das rochas basálticas e areníticas pré-existentes, em decorrência do impacto no local. Procedência Coronel Vivida, Paraná.

Coleção: Gil Piekarz. Imagem: Liccardo.

Meteoritos



Meteoritos são fragmentos de corpos que surgem pelo espaço interestelar. Quando estes fragmentos colacionam-se atingem as atmosferas planetárias (como a Terra, Marte ou a Lua) formam estruturas chamadas crateras de impacto.

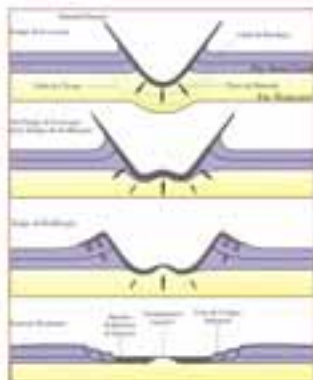
Na Terra, com o decorrer do tempo geológico, os impactos tendem a desaparecer por causa da erosão e outros processos geológicos. Na Lua ou em Marte não são comuns e podem observar estas estruturas com muita facilidade.



A Cratera de Meteoros em Arizona, Estados Unidos, formou-se há cerca de 50 mil anos. Tem um diâmetro de 1,20 km, com profundidade de 190 m e é uma das mais antigas que por se encontrar bem preservada.

Impactos de grandes dimensões alteram grandemente o meio ambiente da superfície e até a vida global, por consequência. Alteram a superfície da planta e os seres vivos que nela habitam.

Também são evidentes outros resultados da ação destrutiva das rochas com o impacto e que são facilmente visíveis no estado líquido. Até aqui alguns belos exemplos.



Em Crater de Vídrio, no Paraná, encontramos as várias etapas de um impacto de meteorito que aconteceu há milhões de anos. Além da geomorfologia local que reflete uma enorme depressão circular facilmente observável no terreno, a presença de brechas pedregosas com cores de entulhamento fragmentar as camadas de rochas. Aqui um modelo adaptado de French (1995) para explicar a formação do Crater de Vista Alegre, em Crater de Vídrio.

Este painel exposto junto aos meteoritos exemplifica, para o visitante, os efeitos do impacto destes bólidos nas rochas da crosta e explica as transformações ocorridas.

Imagem: Mineropar.

Até hoje, pouco menos de 200 crateras foram descobertas em toda a Terra, e no Brasil há apenas outras cinco crateras reconhecidas (Domo de Araguinha - MT/GO, Riachão - MA, Serra da Cangalha - TO, Cerro do Jarau - RS e Domo de Vargeão - SC), podendo este número totalizar pelo menos doze (Crósta 2012). A estrutura existente em Vargeão (SC), que se localiza a apenas 100 km de Vista Alegre, sugere a possibilidade de serem “crateras gêmeas”, ou seja, crateras que se formam quando um mesmo asteroide ou cometa se quebra em dois corpos menores ao adentrar na atmosfera da Terra, alcançando a superfície em pontos relativamente próximos.

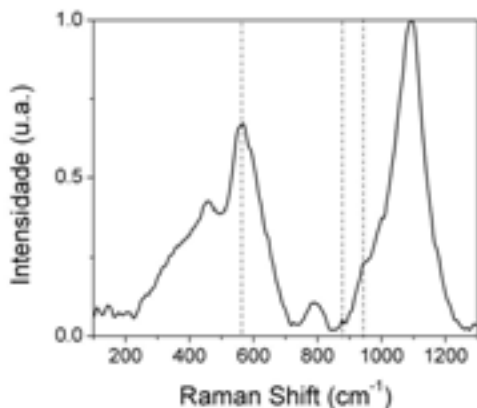
Ao receber visitas na exposição, o que mais desperta curiosidade no público é o meteorito vindo de Marte. As perguntas mais frequentes feitas pelos alunos e demais observadores do meteorito são como foi obtida sua procedência, que análises foram feitas para realmente saber que o pequeno objeto é de fato um “pedacinho de Marte”?

Este meteorito, ilustrado na foto abaixo, foi analisado por químicos que estudaram seus componentes, comparando com estudos já feitos sobre a formação de Marte. Foi obtido com a garantia da Sociedade Meteorítica Internacional que analisou o material.



Fragmento de meteorito proveniente de Marte com 6 mg (Olivina-Shergotite), autenticado pela Sociedade Meteorítica Internacional – IMCA, conforme assinaturas químicas enviadas de Marte pela sonda Curiosity em 2013.

Coleção e Imagem: Liccardo.



Análises por espectroscopia Raman ($\lambda=550$ nm) realizadas no Complexo de Laboratórios Multiusuários da UEPG apontaram na composição mineralógica a presença de granada piropo, conforme indicam os picos do espectro.

Análises: F. Serbena.

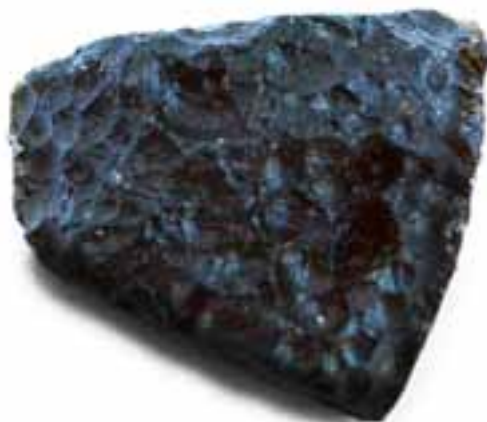
Este tipo de meteorito marciano nos ajuda a conhecer um pouco mais da geologia deste planeta e a correlação de sua composição com os dados enviados pelas sondas permite avançar na investigação sobre a possibilidade de existência de vida em Marte no passado. Outra curiosidade é que em 2,5 milhões de anos estima-se que cerca de 2% de qualquer fragmento que escape de Marte pode chegar à Terra na forma de meteoritos, o que dá uma noção de sua raridade.



Fragmento do meteorito Bendegó encapsulado em acrílico.

Descoberto em 1784, na Bahia, é o maior meteorito já encontrado no Brasil, com 5.360 kg e encontra-se exposto no Museu Nacional no Rio de Janeiro. Seu transporte por carreta de bois não foi simples, tendo sido abandonado no caminho por muitos anos e somente levado ao Rio de Janeiro por ordem do Imperador D. Pedro II, em 1888.

Coleção: Laboratório de Geologia. Imagem: Liccardo.



Indochinito é um tectito negro encontrado na China. Tectitos são vidros resultantes da fusão de rochas terrestres, ejetadas pelo impacto de meteoritos.

Coleção e imagem: Liccardo.



O meteorito Uruaçu foi encontrado em Goiás, em 1992, e classifica-se no grupo dos Sideritos Octaedritos de Grão grosso (Grupo I), semelhante aos meteoritos de Campo del Cielo.

Coleção e Imagem: Liccardo



Moldavito é um tectito verde encontrado na Boêmia (República Checa). São vidros considerados como resultantes de um impacto meteorítico no sudeste da Alemanha, há pouco mais de 14 milhões de anos e projetados a centenas de quilômetros de distância.

Coleção e imagem: Liccardo.



Fragmento do meteorito Santa Vitória do Palmar, encontrado no Rio Grande do Sul em 2003. É um condrito cuja massa original seria de 50,4 kg.

Coleção e imagem: Liccardo.



O meteorito metálico Nantam é um raro caso testemunhado de queda registrado no século 16, em Nantam, China. É composto por hematita com grande porcentagem de níquel em sua estrutura.

Coleção e imagem: Liccardo



O meteorito Gibeon caiu há milhares de anos em uma região árida do centro-sul da Namíbia. Conhecido há muito tempo pelos nativos da área e usado para confecção de ferramentas, foi descoberto pela ciência em 1836, quando foi então levado para a Europa para ser estudado.

Coleção e imagem: Liccardo

CAPÍTULO 08 –

P ALEONTOLOGIA - A VIDA REGISTRADA NAS ROCHAS

Gisele Pidhorodecki
Camila Blum Corrêa
Pollyne Teixeira de Lara

A seção de paleontologia que se encontra exposta no projeto Geodiversidade na Educação é uma das mais importantes e interessantes, pois apresenta amostras variadas, de excelente qualidade e com grande valor científico, trazidas de diversas localidades do Brasil, a maioria da região sul, principalmente do Paraná.

A parte da Geologia que estuda os fósseis é a Paleontologia, que significa, “o estudo da vida antiga” (do grego “*Palaiós* = antigo; *óntos* = coisas existentes; *logos* = estudo”) e surgiu em 1812, pelo interesse do naturalista francês George Cuvier. Suas grandes subdivisões incluem a **Paleozoologia** (estudo dos fósseis animais), **Paleobotânica** (estudo dos fósseis vegetais) e **Paleoicnologia** (estudo dos **icnofósseis**, estruturas resultantes das atividades dos seres vivos, como pegadas, sulcos, perfurações ou escavações).

A paleontologia é uma ciência ativa que interage com outras áreas tais como a Biologia, Geografia, Ecologia, Oceanografia, Arqueologia, Geologia, dentre outras, preocupando-se em entender a evolução da vida no planeta Terra. O paleontólogo é o profissional que estuda a pré-história de vidas antigas a partir das evidências fornecidas pelas rochas e fósseis. Investiga e estuda os restos e vestígios de seres vivos que foram soterrados e preservados. Muitas informações podem ser buscadas nos fósseis, tais como: idade, características, influências ambientais ou as condições de vida e morte do ser fossilizado.

A paleontologia ocupa-se da descrição e classificação de fósseis, cuja idade pode variar desde o surgimento de vida no planeta, há mais de 3,5 bilhões de anos, até o Holoceno (perto de 12 mil anos), além de procurar correlacionar sua evolução e interação com seus antigos ambientes.



Fóssil de peixe preservado em concreção calcária do Membro Romualdo da Formação Santana – Cretáceo da Chapada do Araripe – CE (~ 110 milhões de anos). O excelente estado de conservação e a abundância de fósseis (além de peixes, há insetos, pterossauros, vegetais e outros) da região a tornaram mundialmente famosa, mas também alvo de comércio ilegal (a venda de fósseis é crime no Brasil) e contrabando internacional. Coleção: Carla Pimentel. Imagem: Raony.



Fóssil de amonite proveniente da Alemanha, um molusco aparentado dos polvos e lulas que teve exemplares de até 2 m de diâmetro. Diferentes formas viveram nos oceanos desde o Devoniano (~ 400 Ma) até o fim do Cretáceo (~ 66 Ma), prestando-se por isso à função de excelentes fósseis-guias para trabalhos de correlação estratigráfica e determinação geocronológica. Coleção: Laboratório de Geologia. Imagem: Raony.

Fósseis. O que são? Como se formam? Para que servem?

A palavra “fóssil” vem do termo latino *fossilis*, que significa “extraído da terra” ou “ser desenterrado”. São vestígios de organismos que habitaram nosso planeta ao longo de sua evolução, contada em milhares, milhões ou bilhões de anos. Podem ser pistas sobre seres que acompanharam as mudanças climáticas e catástrofes ecológicas, ou sobre milhares de espécies animais e vegetais que desapareceram ao longo do tempo geológico. Esses vestígios foram preservados naturalmente nas rochas, principalmente nas sedimentares.

Podem ser de variados tamanhos, desde pequeninas plantas, que eventualmente são identificadas apenas através de microscópio, até esqueletos de enormes dinossauros, ou ainda, apenas as marcas deixadas pelos seres vivos como rastros, excrementos, entre outros.



Trilobita (à direita) e braquiópode (à esquerda) em folhelho marinho

do Devoniano da Formação Ponta Grossa, Jaguariaíva – PR.

Coleção: Laboratório de Geologia. Imagem: Raony.

No Brasil, os primeiros vestígios de fósseis foram encontrados no século XIX, na Paraíba, e correspondiam a pegadas preservadas. Anos depois, pesquisas foram realizadas no Rio Grande do Sul e tiveram como resultado a descoberta do primeiro fóssil de um réptil terrestre da América do Sul, o que a partir daí destacou a região para paleontólogos do mundo todo. Os principais sítios paleontológicos do Brasil estão localizados nos estados do Rio Grande do Sul, São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso, Maranhão, Pernambuco, Paraíba e Ceará.

Para se tornar um fóssil, normalmente é preciso que o organismo seja soterrado rapidamente após a sua morte, mantenha-se em um ambiente sem oxigênio e sem organismos necrófagos (decompositores) e que haja um processo de sedimentação para sua conservação. Após sua morte, o organismo inicia o processo de decomposição por bactérias e fungos, restando apenas as suas partes mais resistentes, que possuem maior chance de preservação, como ossos, dentes e conchas. Ao ficarem expostas no ambiente, essas partes poderão passar por alguns processos como desarticulação, transporte e por fim o soterramento, que é ocasionado pelo acúmulo de sedimentos por ação da água ou de outro agente. O próximo processo a acontecer será a diagênese, que consistirá na compactação e na cimentação dos sedimentos que recobriram os restos, que são petrificados e transformados em minerais, ocorrendo assim a fossilização. Quando ocorre o soterramento rápido e quando as partes resistentes do organismo são dissolvidas, pode permanecer sua impressão - chamada de molde - que pode ser preenchida por minerais, criando um contramolde do organismo.



Molde e contramolde de trilobita em folhelho – EUA –

Coleção: D. Svizzero. Imagem: Raony.



Nível com elevada concentração de braquiópodes em folhelho da Formação Ponta Grossa, Jaguariáva – PR. Analisar o grau de fragmentação das valvas, a presença de indivíduos articulados ou desmembrados, a mistura de exemplares com idades diferentes, ajuda a recontar as várias etapas desde a morte dos organismos até sua acumulação. A composição ferruginosa dos fósseis sugere uma complexa gama de modificações da constituição primordial das conchas, originalmente carbonática, tanto durante a diagênese como posteriormente pelo intemperismo.

Coleção: Laboratório de Geologia. Imagem: Raony.

O processo de fossilização pode durar milhares a milhões de anos e ocorre de maneiras variadas, conforme as características do ambiente físico como a geologia, clima, relevo, intensidade da ação do tempo desde que se iniciou o processo e a composição química dos sedimentos.

Quando encontrados, os fósseis são retirados cuidadosamente e levados para laboratórios, onde serão estudados minuciosamente. Eles são excelentes indicadores cronológicos e ambientais, pois permitem o reconhecimento da distribuição de antigos mares e continentes, informações essenciais para a Paleoecologia e a reconstrução de ambientes antigos de sedimentação. Outra importante aplicação dos estudos de fósseis é para a pesquisa de combustíveis

fósseis - carvão mineral, petróleo e gás natural - matérias-primas utilizadas pelo homem para geração de energia e em diversas atividades industriais.

Fósseis no Paraná e no Sul do Brasil

A ocorrência de fósseis no Paraná ajuda a indicar a presença de antigos mares, geleiras, pântanos e desertos, alterações climáticas, de espécies animais ou mesmo na constituição das diferentes formações geológicas.

O geólogo norte-americano Orville Derby publicou, em 1878, a primeira notícia de caráter científico sobre a existência de rochas devonianas no Paraná. John Mason Clarke (1857 – 1925) publicou, em 1913, a obra “Fósseis Devonianos do Paraná”, onde apresentou um amplo estudo paleontológico sobre o tema. Na região dos Campos Gerais, o paranaense Frederico Waldemar Lange (1911-1988) realizou trabalhos valiosos sobre a fauna de invertebrados devonianos existentes nesse local, tornando conhecidos nacionalmente os sítios paleontológicos da região – inclusive Ponta Grossa.

Entende-se como Devoniano um dos períodos da Era Paleozoica, entre 419 e 359 milhões de anos atrás, que se caracterizou na região correspondente ao atual centro-sul da América do Sul por grande sedimentação, intercalando depósitos marinhos e transicionais, além de intensas movimentações geológicas (tectônicas). Essa dinâmica resultou na formação de diversos ambientes geológicos com diferentes acumulações de fósseis. Destaca-se na geologia da região dos Campos Gerais a Formação Ponta Grossa, subdividida em membros Jaguariaíva, Tibagi e São Domingos, que encerram fósseis de invertebrados marinhos, plantas terrestres e icnofósseis.

Há, na exposição, uma boa diversidade desses fósseis invertebrados, que correspondem aos grupos *Conulariida*, *Brachiopoda Articulata* e *Inarticulata*, *Mollusca Bivalvia*, *Tentaculitoidea*, *Trilobita* e *Crinoidea*. Esses fósseis são de grande importância paleobiogeográfica, principalmente por apresentar elementos da fauna Malvinocáfrica³, famosa por seu elevado grau de endemismo.

São expostas também amostras de icnofósseis (marcas provocadas por antigos organismos marinhos rastejantes e escavadores), procedentes de Jaguariaíva (Lago Azul), preservados em arenito da Formação Furnas do Devoniano Inferior.

³ Fauna de invertebrados marinhos ocorrentes em algumas formações devonianas da América do Sul, sul da África e Antártida. Termo proveniente de Malvinas e África.

No acervo encontram-se ainda fósseis dos períodos Permo-Carbonífero e Triássico da Bacia do Paraná. Dentre as amostras destacam-se o réptil permiano *Mesosaurus brasiliensis* da Formação Irati, conhecido por fornecer uma das provas da Deriva Continental. Eram pequenos répteis, medindo entre 50 centímetros e um metro de comprimento, que possuíam uma cauda longa, preservados em folhelhos betuminosos que se formaram em ambiente de águas profundas.

A amostra paleontológica, entretanto, que mais atrai a curiosidade do público infantil que visita a exposição é o coprólito de dinossauro. Coprólitos são os excrementos fossilizados de animais. Por meio destas fezes pode se fazer várias descobertas, como indicativos do animal que os produziu, a sua alimentação preferencial ou vestígios do ambiente em que ele viveu. Os coprólitos podem apresentar formas diferenciadas, que dependem do hábito alimentar e aspectos morfoanatômicos que o animal possuía (herbívoros ou carnívoros).



*Coprólito ou excremento fóssil de animais carnívoros
do Mesozoico – Paraíso do Sul – RS.
Coleção: Laboratório de Geologia.
Imagem: Raony.*

Outra amostra de grande importância e altíssimo valor científico é a que contém fragmentos de pterossauros, oriunda da cidade de Cruzeiro do Oeste na região noroeste do Paraná, e que há décadas foi doada para o acervo da UEPG. Por meio desta amostra, um novo sítio paleontológico foi descoberto em 2011 e são as primeiras ossadas de um réptil voador encontradas no sul do Brasil. Essa amostra é um fragmento de arenito do Grupo Caiuá, repleto de pequenos ossos ocos, de estruturas leves, projetados geneticamente para animais que voam.



Madeira fossilizada de idade triássica que sofreu permineralização por silicificação, proveniente de Mata – RS.

Coleção: Laboratório de Geologia. Imagem: Raony.

Fósseis de pterossauros são muito raros e já foram considerados, na antiguidade, vestígios da existência de dragões. Esta imagem é uma reconstituição do Caiuajara dobruskii descoberto recentemente no Paraná. Paleoarte: Maurílio Oliveira



Ossos de pterossauros fossilizados em arenito do Grupo Caiuá de idade do Cretáceo. O exame de novas amostras coletadas em Cruzeiro do Oeste permitiu identificar um grande número de indivíduos, pertencentes a uma nova espécie para a ciência, em um contexto ambiental atípico (paleoambiente desértico, afastado de regiões litorâneas). Esta amostra ficou mantida na reserva técnica por muitos anos até que o sítio paleontológico foi localizado em 2012 por uma equipe de pesquisadores da UEPG e do Cenpáleo (SC).

Coleção: Laboratório de Geologia. Imagem: Liccardo.



Fóssil de Mesosaurus brasiliensis em folhelho da Formação Irati, proveniente de São Mateus do Sul, Paraná. Este pequeno réptil, que viveu há cerca de 250 milhões de anos, também é encontrado na África e sua presença em rochas de idade semelhante é uma das evidências da separação dos continentes.

Coleção: Laboratório de Geologia. Imagem: Liccardo e paleoarte de Nobu Tamura.

CAPÍTULO 09 –

ARQUEOLOGIA - VESTÍGIOS HUMANOS DE OUTROS TEMPOS

Simone Aparecida de Almeida

Jéssica Aparecida Prandel

Pollyne Teixeira de Lara

A Arqueologia é a ciência que realiza o estudo da cultura e os modos de vida da espécie humana no passado, por meio dos objetos e vestígios materiais que as diferentes sociedades tenham deixado tais como utensílios, armas, pinturas ou edificações. A arqueologia se dedica então, às civilizações e culturas já extintas, pela interpretação dos restos materiais e até mesmo das intervenções feitas pelo ser humano no meio ambiente. As atividades envolvem trabalhos de escavações e análise da informação recolhida, para uma melhor compreensão sobre o passado humano. Um simples objeto pode revelar o pensamento, os valores e características da sociedade a que pertenceu.

Existe alguma confusão (além de superposição) entre arqueologia e paleontologia, já que ambas estudam vestígios do passado. Enquanto a arqueologia busca entender como viveram as sociedades anteriores à nossa e as informações ligadas ao ser humano, com ênfase em aspectos culturais, a paleontologia se preocupa em reconstituir informações sobre todos os organismos (extintos e atuais), ao longo da história da vida e incluindo a espécie humana, entendida como mais um dos elos da longa cadeia evolutiva da vida no planeta Terra. Considerado o tempo geológico, a arqueologia concentra-se nos últimos milhares de anos, diferentemente da paleontologia que alcança intervalos de milhões a bilhões de anos.

O projeto “Geodiversidade na Educação” apresenta um setor da exposição que procura enfocar vários aspectos da arqueologia. Cerâmicas e artefatos líticos preservados de povos antigos, que viveram no território paranaense antes da

chegada dos europeus, ilustram o entendimento que temos de um passado remoto (em termos humanos; ver capítulo 3) e de nossos antepassados.



Artefato lítico utilizado para moagem entalhado

em diabásio – Piên – PR.

Coleção: J. de Lima. Imagem: Raony.

Há uma grande variedade de objetos utilizados para a sobrevivência de determinado povo em seu tempo, com matérias-primas características de certas regiões. Cada época caracterizou-se por uma determinada tecnologia e sua superação se deu por um avanço técnico. Foi assim com o uso de pedras lascadas, que com o tempo passaram a ser polidas e com a revolução conceitual que representou, a seu turno, o uso do cobre, ferro e demais metais.

Quanto aos objetos líticos - geralmente os representantes mais antigos da atividade humana - encontram-se em diferentes formas, conforme seu uso: para moer (mós, mãos de pilão), bater (batedores, martelos), cortar (facas), perfurar (flechas, furadores), talhar (machados, enxós), e ainda na forma de seixos (adornos) ou como pigmentos minerais. Para cada uso corresponde um tipo determinado de rocha ou mineral, de acordo com suas propriedades físicas.



*Afiador lítico em arenito (tradição Itararé – Taquara) datado de
cerca de 4.000 anos, proveniente de Ivaí – PR.*

Coleção: Liccardo. Imagem: Raony.



Ponta de projétil em sílex proveniente de Ivaí, PR.

Coleção: Liccardo. Imagem: Raony.

A distribuição dos materiais encontrados sobre o espaço físico está relacionada com as condições geográficas. A princípio, enquanto havia uma forte dependência da pedra como matéria-prima e com a limitação tecnológica, os antepassados eram nômades, buscando alimento, água e abrigo em diferentes lugares. Este tipo de registro arqueológico é atribuído aos “coletores-caçadores”, indicando toda a tecnologia e atividade que cercava os seres humanos da época. Já para o uso de cerâmica, por exemplo, supõe-se um salto tecnológico, em que o ser humano deixa o nomadismo e assenta-se em grupos, próximo a áreas de fácil acesso a recursos naturais para sobrevivência. O domínio do fogo e a agricultura são associados a este período e as culturas deste nível tecnológico são conhecidas como “ceramistas”. Registros de culturas ceramistas em geral são posteriores aos de caçadores-coletores.

O estudo arqueológico consiste em analisar, também, os símbolos e seus significados, particularmente objetos criados pelo trabalho humano e a técnica utilizada em sua fabricação - o que permite interpretações variadas sobre a presença humana em determinado espaço. Até mesmo variações climáticas ou ambientais podem ser depreendidas do estudo arqueológico e o estilo de vida que os vestígios apontam.

No Brasil, há uma quantidade muito grande de sítios arqueológicos, associados a vários tipos de ambiente e a vários períodos de tempo. De maneira genérica, pode-se dividir a arqueologia na maior parte das regiões brasileiras em pré-colonial e histórica. A primeira refere-se aos vestígios dos povos anteriores à ocupação europeia e a segunda aos remanescentes de nossa história, a partir do século XVI.

Em relação à região dos Campos Gerais, os estudos revelaram que os primeiros centros habitados se encontravam em vales das bacias dos rios Ribeira, baixo Rio Iguaçu e médio Rio Tibagi, sendo a disponibilidade dos recursos naturais, como a proximidade com a água, terras férteis e a presença de mata, os fatores determinantes para seu desenvolvimento. Os elementos encontrados nestas áreas evidenciaram a presença de uma cultura nômade que utilizava da transformação dos materiais primários (rochas e minerais) em objetos para uso próprio. Entre os artefatos encontrados são comuns armamentos com pontas projéteis pedunculadas, triangulares ou foliáceas, variedades em raspadores, lascas, furadores e percutores, talhadores, buris, grandes bifaces, lâminas polidas de machado, polidores e picões. Além dos artefatos, são frequentes nos Campos Gerais os abrigos-sob-rochas e cavernas, boa parte das vezes estes

sítios arqueológicos representando a fonte destes artefatos. Posteriormente, por volta de 4.000 anos atrás, encontram-se registros de culturas que construíam estruturas subterrâneas e elaboravam peças em cerâmica.



Pontas de projéteis em sílex (tradição Umbu) com idade de até 10.000 anos procedentes de Ivaí, PR. Coleção: Laboratório de Geologia. Imagem: Raony

A relação dos elementos arqueológicos e a forma de representação do espaço dos Campos Gerais, dentro do campo geográfico, proporciona um melhor conhecimento sobre os diferentes grupos sociais que se desenvolveram ao longo do tempo nesta região. A tecnologia e o simbolismo dos materiais líticos, cerâmicos e das pinturas rupestres ilustram as diferentes identidades e tornam visíveis as transformações que foram sendo desenvolvidas sobre o ambiente.



*Estatueta feminina faliforme (réplica), cerâmica marajoara
entre 400 e 1.300 anos, Belém – PA.
Coleção: Liccardo. Imagem: Raony.*



*Cerâmica globular da cultura tairona, procedente de
Sierra Nevada de Santa Marta – Colômbia.
Coleção: Liccardo. Imagem: Raony.*

Sítios arqueológicos com características semelhantes são classificados em “tradições”. No Paraná existem tradições associadas aos povos caçadores-coletores e a agricultores-ceramistas. Na região dos Campos Gerais, as tradições associadas a uma primeira fase, com artefatos líticos lascados e caracterizadas como “caçador-coletores”, são os Paleoíndios, Umbu e Humaitá, além das tradições Planalto e Geométrica, cujos vestígios mais marcantes são as pinturas e gravuras rupestres.

Os primeiros sinais de povoamento no território paranaense remontam a aproximadamente 10 mil anos. Povos nômades nesta época viviam da caça de animais e coletas de frutos e mel. Desde então houve mudanças climáticas e alterações radicais na fauna e na flora, o que teria determinado maior ou menor concentração de sítios arqueológicos na região. Os vestígios atualmente conhecidos apontam algumas fases de ocupação nos Campos Gerais, que são descritas em tradições Paleoíndios, Umbu, Humaitá, Planalto, Geométrica, Itararé-Taquara, Tupiguarani e Neobrasileira (conforme PARELLADA 2007).



Machado lítico em diabásio (Tradição Itararé – Taquara)

com cerca de 4.000 anos, proveniente de Ivaí – PR.

Coleção e imagem: Liccardo.

Os registros arqueológicos se dão também a partir das pinturas rupestres, representações simbólicas de povos antigos, que viveram aproximadamente entre 10.000 e 300 anos atrás. No Paraná as pinturas e gravuras rupestres estão associadas às tradições Planalto e Geométrica, que apresentam diferentes estilos e cores na representação.



*Fragmento cerâmico com pinturas geométricas (cultura Tupi-Guarani), com cerca de 1.000 anos, proveniente de Ivaí – PR.
Coleção e imagem: Liccardo.*

No Brasil existem ainda áreas não exploradas e com muitas possibilidades para pesquisas, o que seria de uma riqueza muito grande na valorização da cultura nacional, na compreensão de nosso passado, no reconhecimento das sociedades que já viveram e ainda vivem. A arqueologia se propõe a tentar montar as peças deste quebra-cabeça e possivelmente revelar uma parte de nossa identidade ou registros formadores de uma herança. A exposição de algumas peças no projeto “Geodiversidade na Educação” decorre da enorme curiosidade por este tema e pela riqueza de artefatos líticos e cerâmicos que constituem o acervo. O melhor entendimento deste material pode contribuir para um novo olhar sobre a diversidade cultural e geográfica do passado no Paraná.



Painel informativo sobre as pinturas rupestres do Segundo Planalto Paranaense, elaborado pela Mineropar e instalado no Parque Estadual do Guartelá.



Réplica de cerâmica da cultura Santarém, datada de 1000 a 1500 anos - Amazônia Brasileira. Coleção e imagem: Liccardo



Nas pesquisas arqueológicas realizadas em 2009 na Praça Tiradentes, em Curitiba, foram encontrados remanescentes de um antigo calçamento a mais de 1 metro de profundidade. Nas investigações sobre a procedência das rochas deste pavimento, amostras foram estudadas para averiguar se eram as mesmas das Ruínas São Francisco. As análises apontaram que as Ruínas são compostas predominantemente por metagranitoides com veios de quartzo e epidoto (imagem acima), enquanto que os pavimentos da Praça são muito heterogêneos, compostos entre outros por metarcósios como da amostra abaixo. Amostras do Laboratório de Geologia. Imagens Liccardi.



CAPÍTULO 10 –

GEODIVERSIDADE DE PONTA GROSSA - BASE PARA TURISMO E EDUCAÇÃO

Jéssica Aparecida Prandel

Simone Aparecida de Almeida

O conceito de geodiversidade é um termo bastante recente, segundo a *Royal Society for Nature Conservation* da Inglaterra, e está ligado à variedade de ambientes geológicos, fenômenos e processos que geram diversas paisagens, podendo ser consideradas as rochas, minerais, fósseis, solos e qualquer outro depósito superficial que constituem a base para vida no Planeta Terra. A geodiversidade apresenta uma similaridade com a biodiversidade, sendo esta constituída por seres vivos e a geodiversidade por um suporte abiótico que sustenta a vida desde o seu surgimento.

A geodiversidade pode ser percebida em várias escalas, desde um pequeno mineral até uma cadeia de montanhas. Uma seleção dos locais que possuem maior representatividade sobre o espaço e excepcionalidade pode constituir um patrimônio, de cunho geológico, sendo a base para geoconservação e o desenvolvimento de atividades de geoturismo com uso consciente baseado em princípios de sustentabilidade.

Gray (2004) cita sete categorias principais de valores da geodiversidade, sendo eles: intrínseco, cultural, estético, econômico, funcional, científico e didático, conforme apresentado no capítulo 2. No que se refere aos Campos Gerais, ou ao município de Ponta Grossa, conforme Guimarães et al. (2007), inúmeros aspectos didáticos podem ser apresentados, exercitados ou debatidos na região, independente do estilo pedagógico de visita adotada, ou seja, de treinamento investigativo ou contemplativo. Os monumentos geológicos presentes possuem um imenso potencial educativo e de entretenimento, em

especial quando se pretende enfatizar questões relacionadas ao uso dos recursos naturais com vistas ao desenvolvimento sustentável.

A região de Ponta Grossa apresenta uma geodiversidade excepcional e que possui um grande potencial para o aprendizado sobre a natureza. Situado na borda da Bacia Sedimentar do Paraná, exatamente no contato com os terrenos ígneos e metamórficos do Embasamento Cristalino, o município apresenta um caráter extremamente didático para estudos de geologia, recebendo visitas de universidades e instituições científicas de todo o Brasil. Entre os importantes sítios que compõem o patrimônio geológico de Ponta Grossa, alguns se destacam por sua exuberância e excepcionalidade.

Amostra coletada na antiga Mina da Paranaense, Distrito de Itaiacoca. À esquerda cristais bem formados de calcita com nítida clivagem romboédrica. À direita metadolomito microcristalino (cristais com dimensão muito reduzida), matéria-prima para diversas aplicações, com destaque para corretivo agrícola. Coleção: G. Burigo Guimarães. Imagem: Liccardo.



O conjunto rochoso do Parque Estadual de Vila Velha é constituído por arenitos formados no Período Carbonífero, com aproximadamente 300 milhões de anos (Grupo Itararé), apresentando um relevo peculiar, com inúmeras formas bizarras lembrando objetos ou animais, a exemplo do cálice, da bota ou do camelo. As Furnas, que se encontram dentro do parque, são depressões com até 100 m de profundidade, fruto da ação combinada de dissolução e erosão pela água em arenitos mais antigos da Formação Furnas, do fim do Período Siluriano ao início do Devoniano (cerca de 420 milhões de anos). Essas depressões apresentam fauna e flora especial e por vezes água em seu interior, intercomunicando-se com a Lagoa Dourada por canais subterrâneos. A Lagoa Dourada é um exemplo de fuma que sofreu um processo de assoreamento. Geologicamente o conjunto deste parque é riquíssimo em informações de ambientes antigos e processos geológicos didáticos e é o terceiro ponto turístico mais visitado do Paraná.



O Parque Estadual de Vila Velha, localizado em Ponta Grossa, é um dos pontos mais visitados do Paraná, seja por turistas para apreciação das exóticas formações em arenito, seja por cientistas ou alunos de ensino fundamental, médio e superior para aprendizado.

Imagem: Liccardo

O Buraco do Padre está localizado na região de Itaiacoca, na borda leste da Bacia Sedimentar do Paraná, sendo parte de uma unidade de conservação federal, constituída em 2005: o Parque Nacional dos Campos Gerais. Considerado um anfiteatro subterrâneo, trata-se de uma fuma que apresenta uma cascata de quase 30 metros de altura em seu interior, formada pela ação erosiva do rio Quebra-Pedra em rochas da Formação Furnas. Seu nome provavelmente está ligado a histórias de padres jesuítas que utilizavam o local para meditação.



O Buraco do Padre, em Ponta Grossa, é um exemplo da atuação dos processos geológicos em constante ação e que podem ser apreendidos por visitantes em situação de lazer.

Imagem: Liccardo.

A Cachoeira da Mariquinha também é um importante geossítio do Parque Nacional dos Campos Gerais e está localizada a aproximadamente 30 quilômetros do centro de Ponta Grossa. Possui uma queda de 30 metros de altura, formando um balneário com beleza surpreendente. A cachoeira é formada quando águas do Rio Quebra-Perna vencem um expressivo desnível topográfico desenvolvido por conta de fraturas no Arenito Furnas, com exemplares de mata nativa nos arredores.

O Canyon e Cachoeira do Rio São Jorge estão em outro importante geossítio, que possui várias quedas d'água, e em um determinado ponto pode-se observar a cachoeira principal formada por uma quebra acentuada do relevo em arenitos da Formação Furnas. Ao longo de seu perfil principal é possível a visualização de um raro contato geológico entre o Arenito Furnas e os diamictitos da Formação Iapó e, ainda, destes últimos com um substrato granítico do Complexo Cunhaporanga. Esse conjunto, associado às fraturas, fendas e falhamentos dos arenitos propicia a interpretação do passado geológico de mais de 500 milhões de anos.

Outros geossítios da região são conhecidos da população por serem atrativos naturais para o lazer e turismo, como o Capão da Onça, o Recanto do Botuquara e outros. São locais de rios cristalinos ou cachoeiras incrustados em arenitos da Formação Furnas e que colocam a comunidade em contato direto com a geodiversidade existente em Ponta Grossa.

A região também é palco de mineração pujante e agricultura avançada, graças aos solos especiais e aos minérios - talco, calcário, areia e outros - que também integram a geodiversidade e apresentam valores fortemente associados aos aspectos econômicos.



Na cachoeira do Rio São Jorge são encontrados espessos pacotes de arenito da Formação Furnas que apresentam conglomerados na sua base. O local é de grande beleza cênica e apresenta um raro contato geológico entre a Formação Furnas, diamictito da Formação Iapó e o Complexo Granítico Cunhaporanga, do Embasamento Cristalino.

Imagem: Liccardo.

Uma seção da exposição Geodiversidade na Educação é dedicada a apresentar o principal conteúdo geocientífico de Ponta Grossa à sua comunidade. Além da exposição de réplicas dos painéis informativos implantados nos principais geossítios mencionados, um pequeno conjunto de rochas, minerais e minérios coletados no território do município procura contextualizar a importância deste material para a sociedade. Encontram-se expostos os principais litotipos que compõem o substrato pontagrossense:

- arenito da Formação Furnas, comum em toda a região;
- arenito do Grupo Itararé, típico de Vila Velha;
- folhelho da Formação Ponta Grossa com fósseis característicos de invertebrados;
- diabásio dos diques e soleiras utilizados como brita e revestimento;
- diamictito da Formação Iapó, obtido em sondagem;
- granito do Complexo Cunhaporanga, presente na base da Cachoeira São Jorge;
- filito do Grupo Itaiacoca - Embasamento Cristalino;
- quartzito do Embasamento Cristalino;
- metacalcário dolomítico (mármore) do Grupo Itaiacoca - Embasamento Cristalino, visto facilmente em calçadas;
- múltiplas variedades de talco, produzidos no distrito de Itaiacoca;
- água mineral, que recentemente vem sendo comercializada no município



*Fóssil de braquiópode articulado em folhelho de idade devoniana,
encontrado no município de Ponta Grossa – PR.
Coleção: Laboratório de Geologia. Imagem: Raony.*



A geodiversidade de Ponta Grossa proporciona excelentes condições para a prática de várias atividades junto à natureza, sejam elas esportivas, de lazer e/ou turísticas, como no caso de um percurso ciclístico até a Represa de Alagados.

Imagem: Gilson.



Afloramentos do Arenito Furnas na área do Geossítio das Furnas Gêmeas (região do Passo do Pupo), situado no Parque Nacional dos Campos Gerais.

Ao fundo se vê o Platô da Fortaleza, na porção norte do Parque Estadual de Vila Velha, constituído por rochas do Grupo Itararé. Imagem: Gilson.

CAPÍTULO II –

MAQUETE E MAPAS COMO REPRESENTAÇÕES DO TERRITÓRIO

Mario Cezar Lopes

Antonio Liccardo

Idenir de Fátima Manerich Neto Sá

Em nosso cotidiano, nos deparamos constantemente com representações espaciais que, de certa forma, exigem habilidades na leitura e compreensão dos elementos ali representados. Elaboradas para localizar ou conhecer aspectos físicos ou humanos de determinada região, representadas por símbolos e códigos num sistema semiótico complexo, essas traduções nos trazem, na maioria das vezes, mais informações que um texto, pois permitem espacializar o fenômeno representado numa linguagem cartográfica universal e confiável.

Os mapas são utilizados desde a época das cavernas, representando regiões de caça, além de rotas predeterminadas entre rios ou diferentes aspectos geográficos. Um mapa é a representação bidimensional da realidade, de uma porção do espaço, da superfície terrestre, de fenômenos atmosféricos, das formas do relevo, das rochas encobertas pelo solo e vegetação, etc. Tudo pode ser representável, mas a questão-chave diz respeito à sua leitura ou interpretação, que costuma ser subestimada na formação básica de alunos, que têm dificuldades de extrair dos mapas todas as informações possíveis.

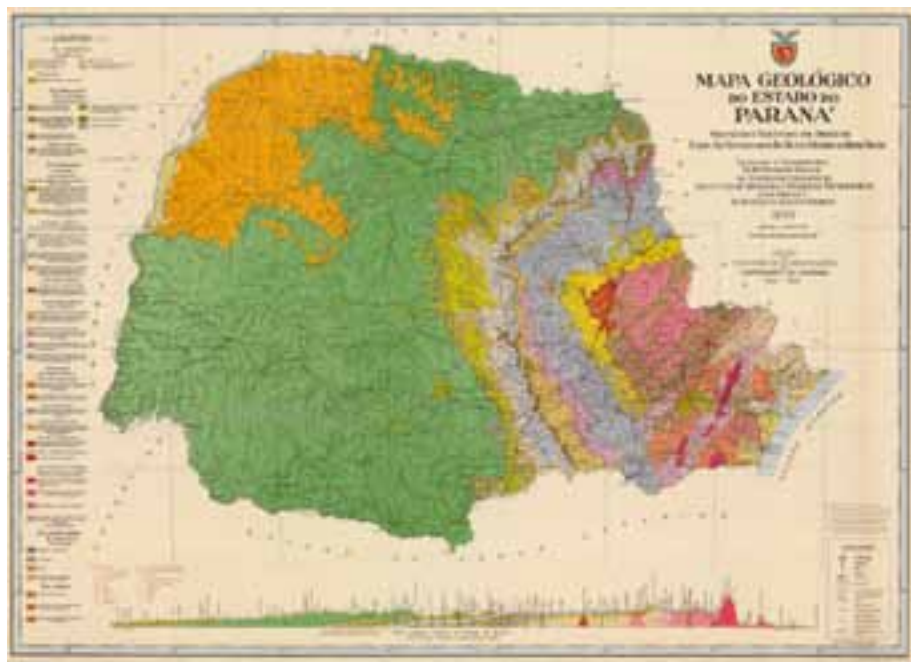


Representação de figura humana em pintura rupestre do Canyon Chapadinha, em Pirai do Sul. São vários os símbolos representados e que podem assumir múltiplos significados geográficos.

Imagem: Liccardo.

Quando nos deparamos com um mapa, o primeiro aspecto a ser percebido é que há uma área delimitada do espaço, normalmente de forma quadrada ou retangular, que está dentro de uma escala específica que dimensiona todos os elementos ali representados. A escala regula as relações de redução e distâncias num mapa, com um papel importante também no grau de detalhamento. Muitos mapas exigem uma complementação de informações por meio de legendas, pois cores e signos possuem significados diferentes para cada categoria de mapa. Por exemplo, a cor verde possui significados diversos num mapa de relevo, de vegetação, geológico ou turístico. Mapas costumam apresentar ainda um título quando não está diretamente vinculado a um texto e também, normalmente, possui uma orientação com a indicação do norte aparecendo na parte superior do mapa, além da indicação do sistema de coordenadas utilizado (geográficas ou UTM).

Entre os materiais geocientíficos utilizados no projeto “Geodiversidade na Educação”, as representações gráficas (mapas) do espaço paranaense estão presentes de forma significativa e com várias temáticas, como o mapa geográfico do Paraná que Reinhard Maack utilizou para delimitar a região dos Campos Gerais ou os atuais mapas geológicos e geomorfológicos do estado.



Mapa geológico do Paraná, elaborado em 1953 pelo pesquisador alemão Reinhard Maack que, entre tantas contribuições, foi quem propôs a definição e limites dos Campos Gerais.

Imagem: Mineropar.

Maquete do Paraná

Uma maquete do Paraná exibindo sua geologia se destaca no centro da exposição, com uma vantagem em relação aos mapas, por apresentar a perspectiva tridimensional. Maquetes são representações em escala que oferecem uma perspectiva diferente daquela utilizada em mapas e plantas (ROSA 2012). A possibilidade de mostrar diferentes temáticas que se cruzam em três dimensões proporciona certa interação com o observador que outras representações não conseguem.

Em 2011, o projeto Geodiversidade na Educação recebeu como doação do Instituto Ambiental do Paraná uma maquete do estado para possível uso didático. Esta maquete, com 2,00 m de comprimento por 1,25 m de largura, apresentava pequenos problemas de deterioração e, originalmente, mostrava uma temática ligada às questões florestais, sem possibilidade, entretanto, de aproveitamento deste conteúdo.

A representação tridimensional do Paraná com o seu relevo característico é normalmente a parte mais difícil de realizar em grande formato, exigindo técnica acurada, materiais de suporte adequados e precisão para uma representação em escala fiel, além de um tempo de realização muito grande. Por isso, essa maquete doada, mesmo com alguns problemas, despertou grande interesse, já que a representação da geomorfologia estava já construída. A implantação do conteúdo do mapa geológico sobre o relevo da maquete apresentou um caráter inovador, pois a única representação do gênero no estado encontra-se na Mineropar (Serviço Geológico do Estado) e mostra características muito diferentes, com dimensões bem maiores, forte exagero vertical, perfil geológico em profundidade e distorções propositais para enfatizar as litologias.

O objetivo de aproveitar essa maquete foi de evidenciar a estreita correlação da geomorfologia paranaense com a sua constituição geológica fundamental e, ainda, contextualizar o visitante com outros aspectos da geografia física do Paraná.

A técnica, supostamente simples, de projetar o mapa sobre a maquete e registrar os detalhes por pintura manual, mostrou suas principais dificuldades com o desenrolar do processo e algumas soluções tiveram de ser criadas para efetivar a adequação, tendo-se em conta fatores estéticos, didáticos e científicos.

Para a sobreposição do conteúdo geológico sobre a maquete, utilizou-se um projetor multimídia com a imagem digital do Mapa Geológico do Paraná em versão simplificada, produzido pela Mineropar em 2001 e reimpresso em 2004. Este mapa apresenta as principais subdivisões litoestratigráficas congregadas em grupos e formações, utilizando as cores internacionalmente aceitas para as representações cartográficas em geologia, definidas por códigos digitais.

A finalização da maquete e sua instalação definitiva cumpriram a proposta de apresentar um panorama da constituição geológica do Paraná ao público leigo e para estudantes de várias áreas e graus de instrução. Neste contexto, o resultado apresenta a nítida compartimentação geológico-geográfica dos Planaltos Paranaenses, Litoral e Serra do Mar, assim como os diferentes graus de complexidade entre os compartimentos, especialmente entre as unidades da Bacia

Sedimentar do Paraná e do Escudo Cristalino. Foram evidenciadas as relações entre a composição geológica dos terrenos e as paisagens físicas resultantes dos processos endógenos e exógenos que atuaram sobre esse cenário.

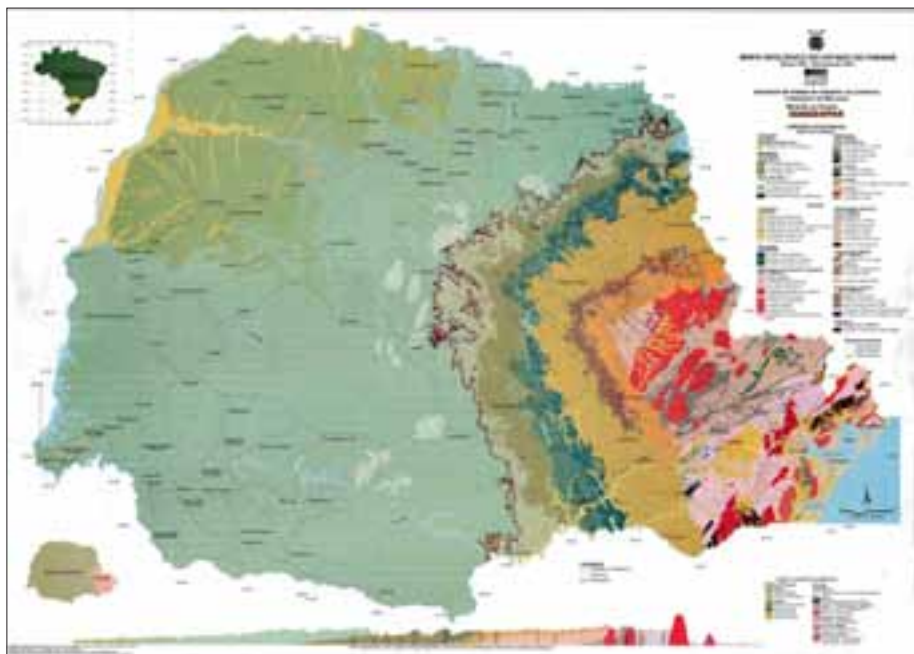
O produto final (maquete instalada), reciclado a partir de materiais já existentes, apresenta um grande potencial de incremento ao ensino-aprendizagem de um tema que normalmente exigiria muitas horas de aula com as ferramentas normais de ensino.

Um projeto como a recuperação dessa envergadura trouxe muitos desafios. Um deles se refere à adequação do relevo, já existente na maquete, com a geologia, já que cada feição geomorfológica representa épocas muito diferentes e uma forte distorção acontece entre o plano e a representação 3D. Foram necessárias muitas simplificações da representação geológica do Primeiro Planalto e Serra do Mar, devido à complexidade desses setores do território paranaense.

Os mapas geológicos e geomorfológicos são muito relevantes no projeto, por exibirem um Paraná desconhecido pela grande maioria dos paranaenses. Contextualizam a localização das amostras de minerais e rochas expostas pelo projeto, e contam a história geológica do estado, fato que condicionou e interferiu na própria mobilidade e ocupação do território.

A maquete geológica do Paraná apresenta alguns pontos que se destacam em termos educativos:

- Apresenta a geologia do estado do Paraná vinculada ao relevo e hidrografia, o que traz elementos significativos, não visualizados por um leigo no mapa geológico.
- Possui importante aspecto didático pedagógico, pois o grupo de observadores se posiciona ao redor da maquete, o que torna as explicações mais claras e reais.
- A colocação de algumas rochas típicas relacionadas às suas regiões de origem permite uma correlação visual do conteúdo e sua representação.
- A maquete está orientada na posição norte-sul, o que possibilita boas noções de orientação espacial e compreensão do movimento aparente do sol em relação ao posicionamento do estado.
- A comparação com o mapa geológico detalhado, que se encontra instalado em parede próxima à maquete, permite um real aprofundamento na compreensão do substrato que suporta a atividade humana no estado do Paraná.

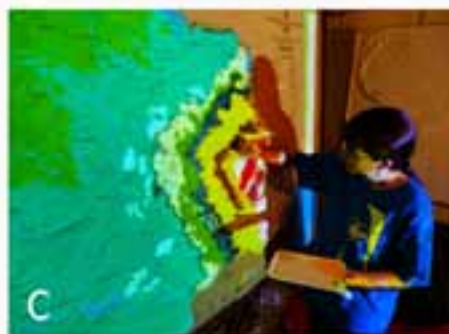


Mapa geológico simplificado do Paraná, elaborado pela Mineropar em 2001, utilizado como base de projeção sobre a maquete. Este mapa oferece um perfil SE-NW do estado com indicação do relevo e sua relação com o contexto geológico.

Imagem: Mineropar.

As imagens registram os passos de adaptação da velha maquete inutilizada em uma maquete geológico-geomorfológica do Paraná. A – Maquete “crua”, somente com o suporte do relevo instalado. B – Projeção do mapa geológico digital do Paraná sobre a maquete na parede. C – Processo artesanal e minucioso de pintura das representações litoestratigráficas. D – Elaboração de legenda de cores simplificada. E – Discussão sobre a simplificação de informações e adaptação de cores. F – Instalação de rochas e sua localização no estado. G – Instalação de vitrines protetoras no local definitivo. H – Instalação do tampo de vidro e orientação da maquete com relação ao norte.

Imagens: Liccardo.





A maquete do Paraná com a temática do mapa geológico recebeu também, como complemento, algumas das principais rochas que compõem os compartimentos com indicação de suas procedências. A visualização de onde vem cada tipo de rocha é extremamente impactante para a absorção do conteúdo geocientífico do estado. Imagem: Liccardo.

CAPÍTULO 12 –

PAINÉIS GEOTURÍSTICOS E GEODIDÁTICOS

Gil Francisco Piekarz

Antonio Liccardo

Este projeto expositivo conta com a disponibilização de réplicas dos painéis geoturísticos/geodidáticos que a MINEROPAR – Serviço Geológico do Paraná – vem implantando nos principais pontos turísticos do estado. Na UEPG, a coleção completa dos painéis já editados pela empresa encontra-se exposta em áreas internas e externas do Bloco L, constituindo uma importante fonte de informação geocientífica à comunidade acadêmica e para os visitantes em geral.

Desde 2003 são implantados painéis informativos sobre a geodiversidade no território paranaense, por iniciativa dessa empresa, em parceria com várias instituições, e a experiência de mais de dez anos permite apresentar algumas reflexões e avaliações sobre o processo de implantação e seus desdobramentos. O Paraná é o segundo estado no Brasil, atualmente, em número de painéis implantados, ficando atrás somente do Rio de Janeiro. Em termos regionais, existe uma concentração maior de painéis no Segundo Planalto Paranaense, não só em função dos projetos implantados pela empresa, mas também por uma excepcional geodiversidade ligada ao contexto dos Campos Gerais neste planalto.

Ao longo dos anos, os painéis implantados resultaram em gratas surpresas em diferentes campos, muito além da função de suporte ao turismo para o qual foram inicialmente concebidos. Desde a transformação de afloramentos rochosos, pouco privilegiados esteticamente, em atrativos turísticos graças ao conteúdo geológico, até o uso como material didático para “saídas de campo” de universidades e escolas locais, os painéis geoturísticos na prática mostraram-se geodidáticos, num importante exemplo de educação não formal.

Trata-se de uma iniciativa de baixo custo e de grande alcance, com importantes efeitos multiplicadores. Em alguns locais onde são implantados têm servido a guias locais que apresentam o conteúdo a grupos de jovens ou turistas. Em outros, servem como auxílio e roteiro de estudos por professores locais, que apresentam a geodiversidade para escolares em “aulas ao ar livre” em ambiente descontraído. O conjunto completo destes painéis está disponível nas áreas de passagem do Bloco L da Universidade Estadual de Ponta Grossa e permite “conhecer” preliminarmente os principais pontos de patrimônio geológico do Paraná.

Não obstante a praticidade, baixo custo e facilidade de implantação dos painéis, alguns detalhes foram determinantes para o sucesso desta estratégia no estado e são aqui apresentados para que sirvam, eventualmente, de referência para outros programas similares de divulgação geocientífica.



Exemplo de um painel geoturístico sobre icnofósseis do Devoniano encontrados em São Luís do Purunã, elaborado pela Mineropar no âmbito do projeto Sítios Geológicos e Paleontológicos do Paraná. A presença do painel no local consolidou um esforço de geoconservação e valorização patrimonial deste geossítio. Imagem: Mineropar.

Material utilizado como suporte

Entre os materiais possíveis para elaboração, dois materiais foram testados para suporte em uso externo: lona e vinil aplicado em chapa de ferro galvanizado. O custo e durabilidade são os principais itens que influenciam na escolha destes suportes.

Não há porque alocar grandes somas em suportes imaginando que podem durar 20 ou 50 anos, sendo preferível projetar um painel que possa ser atualizado ou substituído facilmente. Por isto, suportes baratos são vantajosos já que viabilizam a implantação em maior número e com possibilidade de trocas mais constantes. A lona apresenta um baixo custo e bom resultado estético, mas é frágil e alguns dos painéis que foram implantados pela MINEROPAR em locais mais isolados acabaram cortados ou roubados para uso da lona. Apenas um painel utilizando esse material foi mantido, no Parque Nacional do Iguaçu, por exigência do parque, tendo em vista questões de harmonização ambiental. Deste modo, o painel se encontra logo na entrada do parque, com máxima visibilidade e segurança contra vandalismos. O vinil aplicado sobre chapa de ferro galvanizado mostrou-se mais adequado na maior parte dos casos, com ótimo resultado estético. As desvantagens seriam a maior dificuldade no transporte e o custo da chapa, porém a durabilidade e o impacto visual são maiores. Neste caso, existe um custo inicial da implantação, mas uma vez desgastado o adesivo em vinil pode ser retirado facilmente e reaplicado a um custo baixo.

Sobre a estrutura de fixação, optou-se pela madeira, por apresentar maior organicidade e integração visual com a maior parte das paisagens do Paraná. Os tamanhos utilizados pela empresa foram 2,0 m x 1,2 m e 1,0 m x 0,6 m por apresentaram melhor resultado visual, conforme o conteúdo e o impacto estético. A disposição horizontal do painel comporta maior volume de informações sem saturação, e mais facilidade de leitura que os verticais.

Na UEPG foram utilizados painéis menores (50% na escala) montados em chapa com suportes de ferro pintados na cor azul, mantendo a identidade visual característica da instituição. Os painéis internos foram impressos com qualidade fotográfica em adesivos sobre placas de PVC com espessura de 1 mm, para maior leveza. Nos painéis externos são utilizados frente e verso com conteúdos diferentes. Nos geossítios paranaenses, o padrão utilizado pela empresa é de oferecer uma versão em inglês e uma em português para cada painel.



Painéis implantados em área externa da UEPG, utilizando suportes metálicos nos padrões da instituição, junto ao setor exterior da exposição de amostras de rochas do Paraná.

Imagem: Liccardo.

Conteúdo dos painéis

Algumas vertentes de estudiosos do turismo e do geoturismo sugerem que o conteúdo do painel deva se constituir de apenas algumas palavras, poucas linhas, sob a alegação de que um turista não passa mais que dois minutos olhando para um painel.

Mesmo que o objetivo do trabalho fosse “apenas” o turista, ainda assim este raciocínio não parece consistente, pois a existência de um painel só se justifica se uma boa informação for transmitida. Na experiência paranaense, alguns painéis mostraram uma importante finalidade educativa, já que escolas visitam os geossítios e muitos professores do ensino fundamental, médio ou até de universidades utilizam o conteúdo para ministrar aulas, traduzindo-o para os alunos. Neste caso, poucas frases não seriam suficientes para atingir a máxima eficiência.

O maior desafio é a linguagem, que não pode utilizar os mesmos termos dos trabalhos científicos. É preciso um esforço de tradução intersemiótica e adaptação de discurso para a comunicação de fatos científicos para leigos. A ideia de fascinar o leitor com o conteúdo diferente e poder correlacionar com o local visitado é a principal referência utilizada para nortear os trabalhos. Um estudo

acurado de *design* e um estudo apropriado de imagens para o painel é de máxima importância na comunicação do conteúdo.

Problemas relacionados ao suporte são de mais fácil solução e mais baratos. O maior custo é intelectual, ligado ao conhecimento e ao modo de oferecê-lo. O conteúdo apresentado resumidamente num painel, normalmente é resultado da compilação de vários anos de pesquisa entre os diversos cientistas que se dedicam a cada tema específico.

À medida que a divulgação de ciência tome corpo no Brasil, o modo de apresentar conteúdos em painéis também deverá apresentar grande evolução. Até o momento, a experiência mostra que a implantação de painéis deve ser feita vinculada a projetos consolidados de divulgação geocientífica para que haja manutenção continuada, tanto do suporte quanto na renovação de conteúdo.

Assim como na educação formal, o uso de painéis informativos sobre geociências exige uma continuidade de manutenção e atualização de conteúdos. Perder um painel por desgaste ou por falta de conservação equivale a perder um importante suporte educativo e turístico, como um livro ou uma placa de sinalização. Painéis devem ser valorizados e replicados sempre que necessário,

pois como ferramentas de educação apresentam um forte potencial para a inclusão e o desenvolvimento de valores, que envolvem a preservação de patrimônio e o despertar da cidadania.



Alunos de diversos cursos têm acesso aos painéis dispostos na UEPG, em momentos de lazer, caracterizando um tipo de educação não formal e divulgando o patrimônio geológico paranaense.

Imagem: Liccardo.



Exemplos dos painéis geodidáticos implantados nos Campos Gerais e replicados nesta exposição. A formação das furnas do Parque Estadual de Vila Velha é explicada no painel acima e o conjunto geológico da Lapa, incluindo aquele aproveitado na construção do centro histórico, é apresentado no painel abaixo. Fonte: Mineropar.



BIBLIOGRAFIA —

ALENCAR, R. **A geodiversidade da Ilha de Santa Catarina:** explorando seu valor didático no 6º ano do Ensino Fundamental. 2013. 181 f. Dissertação (Mestrado) – Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

ALENCAR, R.; NASCIMENTO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. Geociências no Ensino Fundamental: Ciências ou Geografia? Da história da Terra à paisagem local através da geodiversidade da Ilha de Santa Catarina. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, PONTA GROSSA/PR, 3, 2012, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa: UTFPR, 2012. 12 p.

ARANTES, V. A. **Educação formal e não formal.** São Paulo: Summus, 2008.

AUBRY, M.-P. et al. Terminology of geological time: establishment of a community standard. **Stratigraphy**, v. 6, n. 2, p. 100-105, 2009.

BIANCONI, M. L.; CARUSO F. Apresentação educação não formal. **Ciência e Cultura**, v. 57, n. 4, 2005.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Orientações curriculares para o ensino médio.** Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília, 2006.

CARNEIRO, C. D. R.; MIZUSAKI, A. M. P.; ALMEIDA, F. F. M. de. A determinação da idade das rochas. **Terræ Didática**, v. 1, n. 1, p. 6-35, 2005.

COHEN, K. M.; FINNEY, S. C.; GIBBARD, P. L.; FAN, J. -X. The ICS International Chronostratigraphic Chart. **Episodes**, v. 36, n. 3, p. 199-204, 2013.

FERNÁNDEZ, F. S. **El aprendizaje fuera de la escuela:** tradición del pasado y desafío para el futuro. Madri: Ediciones Académicas. 2006.

GARCIA, V. A. Um sobrevôo: o conceito de educação não formal. In: PARK, M. B.; FERNANDES, R. S. **Educação Não-Formal:** contextos, percursos e sujeitos. Campinas: Unicamp/CMU; Editora Setembro. 2005.

GOULD, S. J. **Seta do tempo, ciclo do tempo:** mito e metáfora na descoberta do tempo geológico. São Paulo: Cia. das Letras, 1991. 221 p.

GRAY, M. **Geodiversity**: valuing and conserving abiotic nature. Chichester: John Wiley & Sons, 2004. 434 p.

GUIMARÃES, G. B. et al. Geologia dos Campos Gerais. In: MELO M. S.; MORO R. S.; GUIMARÃES G. B. **Patrimônio natural dos Campos Gerais do Paraná**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2007. p. 23-32.

GUIMARÃES, G. B.; LICCARDO, A.; PIEKARZ, G. F. A valorização cultural do patrimônio geológico-mineiro do Paraná. **Boletim Paranaense de Geociências**, v. 70, p. 41-52, 2013.

HALLAM, A. **Grandes controversias geológicas**. Barcelona: Labor, 1985. 180 p.

LETENSKI, R.; GUIMARÃES, G. B.; PIEKARZ, G. F.; MELO, M. S. Geoturismo no Parque Estadual de Vila Velha: nas trilhas da dissolução. **Pesquisas em Turismo e Paisagens Cársticas**, v. 2, p. 5-15, 2009.

LICCARDO, A.; PIEKARZ, G. F.; SALAMUNI, E. **Geoturismo em Curitiba**. Curitiba: Mineropar, 2008. 122 p.

_____. et al. Geodiversidade na educação: externalização do conteúdo laboratorial em áreas de passagem da universidade. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATRIMÔNIO GEOLÓGICO, 1, E CONGRESSO LATINO-AMERICANO E DO CARIBE SOBRE INICIATIVAS EM GEOTURISMO, 2, 2011, Rio de Janeiro, **Resumos...** Rio de Janeiro: SBG/RJ, 2011. p. 55.

_____. et al. Geodiversidade na educação: externalização do conteúdo do laboratório de geologia da UEPG e exposição didática. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 3, 2012, Ponta Grossa, **Resumos...** Ponta Grossa: UTFPr, 2012.

MANSUR, K. L. Projetos educacionais para a popularização das geociências e para a geoconservação. **Geologia USP, Publicações Especiais**, v. 5, p. 63-74, 2009.

OLIVEIRA, R. I. R.; GASTAL, M. L. A. Educação formal fora da sala de aula: olhares sobre o ensino de ciências utilizando espaços não-formais. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis, **Anais...** Florianópolis, 2009.

PARELLADA, C. I. Arqueologia dos Campos Gerais. In: MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. **Patrimônio natural dos Campos Gerais do Paraná**. Ponta Grossa: UEPG, 2007. p. 163-170.

PRANDEL, J. A. et al. Geodiversidade na Educação: externalização do conteúdo do Laboratório de Geologia da UEPG e exposição didática. In: CONEX (Conversando sobre Extensão), 10, 2012, Ponta Grossa, **Resumos...**, Ponta Grossa: UEPG, 2012.

_____. et al. Exposição permanente de rochas, minerais e fósseis nas áreas de circulação da universidade: um novo olhar sobre o ensino de geologia e seus laboratórios. In: CONGRESSO INTERNACIONAL “GEOCIÊNCIAS NA CPLP”, 1, 2012, Coimbra, Portugal. **Anais...** Coimbra, 2012.

ROSA, L. C. O uso da maquete como ferramenta de construção do saber geográfico. **Revista Técnico Científica (IFSC)**, v. 3, n. 1, p. 735, 2012.

VIEIRA, V.; BIANCONI, M. L.; DIAS, M. Espaços não-formais de ensino e o currículo de Ciências. **Ciência & Cultura**, v. 57, n. 4, p. 21-23, 2005.

ZALASIEWICZ, J. et al. Are we now living in the Anthropocene? **GSA Today**, v. 18, n. 2, p. 4-8. 2008.

Bibliografia de apoio

CARVALHO, I. de S. (Ed.). **Paleontologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. 3 volumes.

PRESS, F.; SIEVER, R.; GROTZINGER, J.; JORDAN, T. H. **Para entender a Terra**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 656 p.

SGARBI, G. N. C. (Org.). **Petrografia macroscópica das rochas ígneas, sedimentares e metamórficas**. 2. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2012. 632 p.

SILVA, C. R. da. (Ed.). **Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado para entender o presente e prever o futuro**. Rio de Janeiro: CPRM, 2008. 264 p.

TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M. de.; FAIRCHILD, T. R.; TAIOLI, F. (Orgs.). **Decifrando a Terra**. 2. ed. São Paulo: Cia. Editora Nacional, 2009. 623 p.

METEORITOS. Sua fonte de informação sobre meteoritos. <meteoritos.com.br>.



Apoio institucional:



<i>Título</i>	Geodiversidade na Educação
<i>Organizadores</i>	Antonio Liccardo e Gilson Burigo Guimarães
<i>ISBN</i>	978-85-67798-11-0
<i>Produção editorial</i>	Editora Estúdio Texto
<i>Formato fechado</i>	14,8 x 21 cm
<i>Impressão</i>	Gráfica Capital
<i>Miolo</i>	Couche brilho 115/m ²
<i>Capa</i>	Cartão supremo 300g/m ²
<i>Acabamento</i>	Colado, Costurado
<i>Data</i>	Inverno de 2014

