

CERRADO

desafios e oportunidades
para o desenvolvimento sustentável



CERRADO

**desafios e oportunidades
para o desenvolvimento sustentável**

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Cerrados
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

CERRADO

**desafios e oportunidades
para o desenvolvimento sustentável**

*Lucilia Maria Parron
Ludmilla Moura de Souza Aguiar
Eny Duboc
Eduardo Cyrino Oliveira-Filho
Amabilio José Aires de Camargo
Fabiana de Gois Aquino*
Editores técnicos

***Embrapa Cerrados
Planaltina, DF
2008***

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Cerrados

BR 020, Km 18, Rodovia Brasília/Fortaleza
Caixa Postal 08223
CEP 73310-970 Planaltina, DF
Fone (61) 3388-9898 Fax (61) 3388-9879
www.cpac.embrapa.br
sac@cpac.embrapa.br

Embrapa Informação Tecnológica

Parque Estação Biológica (PqEB), Av. W3 Norte (final)
CEP 70770-901 Brasília, DF
Fone: (61) 3340-9999 Fax (61) 3340-2753
www.sct.embrapa.br
vendas@sct.embrapa.br

Supervisão editorial

Fernanda Vidigal Cabral de Miranda

Revisão de texto

Maria Helena Gonçalves Teixeira

Normalização bibliográfica

Rosângela Lacerda de Castro

Projeto Gráfico e editoração eletrônica

Wellington Cavalcanti

Capa

Wellington Cavalcanti

Fotos da capa

Leo Nobre de Miranda

Maria Cristina de Oliveira

Fabiana de Gois Aquino

Tratamento de imagens e figuras

Wellington Cavalcanti

1^a edição

1^a impressão (2008) : 2.000 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Cerrados

C417

Cerrado : desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável / editores técnicos Lucilia Maria Parron... [et al.] – Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008.
464 p. : il. color.

ISBN 978-85-7075-040-2

1. Cerrado. 2. Uso sustentável. 3. Ecologia vegetal. 4. Meio ambiente - preservação. I. Parron, Lucilia Maria.

333.72 - CDD 21

© Embrapa 2008

Altair Toledo Machado

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Biologia, Genética
Pesquisador da Embrapa Cerrados
BR 020, Km 18, Rod. Brasília-Fortaleza
Cx. Postal 08223, CEP 73310-970, Planaltina, DF
altair@cpac.embrapa.br

Amabilio José Aires de Camargo

Biólogo, Doutor em Entomologia
Pesquisador da Embrapa Cerrados
BR 020, Km 18, Rod. Brasília-Fortaleza
Cx. Postal 08223, CEP 73310-970, Planaltina, DF
amabilio@cpac.embrapa.br

Ana Paula Soares Machado Gulias

Geógrafa
Bolsista CNPq – Embrapa Cerrados
BR 020, Km 18, Rod. Brasília-Fortaleza
Cx. Postal 08223, CEP 73310-970, Planaltina, DF
anapaulasmg@gmail.com

Arminda Moreira de Carvalho

Engenheira Agrônoma, Doutora em Ecologia
Pesquisadora da Embrapa Cerrados
BR 020, Km 18, Rod. Brasília-Fortaleza
Cx. Postal 08223, CEP 73310-970, Planaltina, DF
arminda@cpac.embrapa.br

Artur Gustavo Müller

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitotecnia – Agrometeorologia
Pesquisador da Embrapa Cerrados
BR 020, Km 18, Rod. Brasília-Fortaleza
Cx. Postal 08223, CEP 73310-970, Planaltina, DF
agmuller@cpac.embrapa.br

Balbino Antônio Evangelista

Geógrafo, Mestre em Geografia
Pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária
Av. André Tosello, 209, Barão Geraldo
Cx. Postal 6041, CEP 13083-886, Campinas, SP
balbino@cnptia.embrapa.br

Caroline Jácome Costa

Engenheira Agrônoma, Doutora em Ciência e Tecnologia de Sementes
Pesquisadora da Embrapa Cerrados
BR 020, Km 18, Rod. Brasília-Fortaleza
Cx. Postal 08223, CEP 73310-970, Planaltina, DF
caroline.costa@cpac.embrapa.br

Claudia Jeanne da Silva Barros

Socióloga, Mestre em Antropologia
Ministério do Meio Ambiente – MMA
SAS Q5, L.5, Bl. H, Edif. Sup. do IBAMA, 3º andar
CEP 70.070-914, Brasília, DF
claudia.barros@mma.gov.br

Cynthia Torres de Toledo Machado

Engenheira Agrônoma, Ph.D. em Agronomia, Ciência do Solo
Pesquisadora da Embrapa Cerrados
BR 020, Km 18, Rod. Brasília-Fortaleza
Cx. Postal 08223, CEP 73310-970, Planaltina, DF
cynthia@cpac.embrapa.br

Eduardo Cyrino Oliveira-Filho

Biólogo, Doutor em Toxicologia
Pesquisador da Embrapa Cerrados
BR 020, Km 18, Rod. Brasília-Fortaleza
Cx. Postal 08223, CEP 73310-970, Planaltina, DF
cyrino@cpac.embrapa.br

Eduardo Delgado Assad

Engenheiro Agrícola, Ph.D. em Hidrologia e Matemática
Pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária
Av. André Tosello, 209, Barão Geraldo
Cx. Postal 6041, CEP 13083-886, Campinas, SP
assad@cnptia.embrapa.br

Eny Duboc

Engenheira Agrônoma, Doutora em Ciências Florestais
Pesquisadora da Embrapa Cerrados
BR 020, Km 18, Rod. Brasília-Fortaleza
Cx. Postal 08223, CEP 73310-970, Planaltina, DF
enyduboc@cpac.embrapa.br

Euzebio Medrado da Silva

Engenheiro Agrônomo, Ph.D. em Engenharia de Irrigação
Pesquisador da Embrapa Cerrados
BR 020, Km 18, Rod. Brasília-Fortaleza
Cx. Postal 08223, CEP 73310-970, Planaltina, DF
euzebio@cpac.embrapa.br

Fabiana de Gois Aquino

Bióloga, Doutora em Ecologia

Pesquisadora da Embrapa Cerrados

BR 020, Km 18, Rod. Brasília-Fortaleza

Cx. Postal 08223, CEP 73310-970, Planaltina, DF

fabiana@cpac.embrapa.br

Fábio Gelape Faleiro

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento

Pesquisador da Embrapa Cerrados

BR 020, Km 18, Rod. Brasília-Fortaleza

Cx. Postal 08223, CEP 73310-970, Planaltina, DF

ffaleiro@cpac.embrapa.br

Fernando Antônio Macena da Silva

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Engenharia Agrícola – Água e Solo

Pesquisador da Embrapa Cerrados

BR 020, Km 18, Rod. Brasília-Fortaleza

Cx. Postal 08223, CEP 73310-970, Planaltina, DF

macena@cpac.embrapa.br

Flavia Natércia da Silva Medeiros

Bióloga, Doutora em Divulgação Científica

Laboratório de Estudos Avançados em Jornalismo – Unicamp

Universidade Estadual de Campinas – Unicamp

Prédio V da Reitoria - Piso 3, CEP 13083-970, Campinas, SP

fnatercia@yahoo.com; natercia@unicamp.br

João Roberto Correia

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciência do Solo

Pesquisador da Embrapa Cerrados

BR 020, Km 18, Rod. Brasília-Fortaleza

Cx. Postal 08223, CEP 73310-970, Planaltina, DF

jroberto@cpac.embrapa.br

Jorge Enoch Furquim Werneck Lima

Engenheiro Agrícola, Mestre em Irrigação e Agroambientes
Pesquisador da Embrapa Cerrados
BR 020, Km 18, Rod. Brasília-Fortaleza
Cx. Postal 08223, CEP 73310-970, Planaltina, DF
jorge@cpac.embrapa.br

José Felipe Ribeiro

Biólogo, Ph.D. em Ecologia
Pesquisador da Embrapa-Sede
Parque Estação Biológica, PqEB, S/nº Av. W/3 Norte (final)
Edifício Sede da Embrapa, Sala 111, CEP 70770-901, Brasília, DF
felipe.ribeiro@embrapa.br

José Ricardo Peixoto

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitotecnia
Faculdade de Agronomia e Veterinária
Universidade de Brasília – UnB
Cx. Postal 04508, CEP 70910-900, Brasília, DF
peixoto@unb.br

José Roberto de Alencar Moreira

Engenheiro Agrônomo, Ph.D. em Zoologia
Pesquisador da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia
Parque Estação Biológica – PqEB S/N – Plano Piloto
CEP 70770-900, Brasília, DF
jmoreira@cenargen.embrapabr

José Teodoro de Melo

Engenheiro Florestal, Doutor em Ecologia
Pesquisador da Embrapa Cerrados
BR 020, Km 18, Rod. Brasília-Fortaleza
Cx. Postal 08223, CEP 73310-970, Planaltina, DF
teodoro@cpac.embrapa.br

Juscelino Antônio de Azevedo

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas
Pesquisador da Embrapa Cerrados
BR 020, Km 18, Rod. Brasília-Fortaleza
Cx. Postal 08223, CEP 73310-970, Planaltina, DF
juscelin@cpac.embrapa.br

Karen Marie Hayes

Economista de Recursos Naturais, Mestre em Economia de Recursos Naturais
Consultora da Embrapa Cerrados
BR 020, Km 18, Rod. Brasília-Fortaleza
Cx. Postal 08223, CEP 73310-970, Planaltina, DF
karen_m_hayea@hotmail.com

Lúcia Helena Cunha dos Anjos

Engenheira Agrônoma, Ph.D. em Agronomia, Ciência do Solo
Professora da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
BR 465, Km 7
CEP. 23.890-000, Seropédica, RJ
lanjos@ufrj.br

Lucilia Maria Parron

Bióloga, Doutora em Ecologia
Pesquisadora da Embrapa Cerrados
BR 020, Km 18, Rod. Brasília-Fortaleza
Cx. Postal 08223, CEP 73310-970, Planaltina, DF
lucilia@cpac.embrapa.br

Ludmilla Moura de Souza Aguiar

Bióloga, Doutora em Ecologia
Pesquisadora da Embrapa Cerrados
BR 020, Km 18, Rod. Brasília-Fortaleza
Cx. Postal 08223, CEP 73310-970, Planaltina, DF
ludmilla@cpac.embrapa.br

Marcelo Fideles Braga

Engenheiro Agrônomo, Mestre em Melhoramento de Plantas
Pesquisador da Embrapa Cerrados
BR 020, Km 18, Rod. Brasília-Fortaleza
Cx. Postal 08223, CEP 73310-970, Planaltina, DF
fideles@cpac.embrapa.br

Maria Cristina de Oliveira

Bióloga, Mestre em Botânica
Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais
Universidade de Brasília – UnB
Cx. Postal 04357, CEP 70919-970, Brasília, DF
socristinaoliveira@gmail.com

Maria Lucia Meirelles

Bióloga, Doutora em Ecologia
Pesquisadora da Embrapa Cerrados
BR 020, Km 18, Rod. Brasília-Fortaleza
Cx. Postal 08223, CEP 73310-970, Planaltina, DF
lucia@cpac.embrapa.br

Marina de Fátima Vilela

Engenheira Florestal, Doutora em Ciências Florestais
Pesquisadora da Embrapa Cerrados
BR 020, Km 18, Rod. Brasília-Fortaleza
Cx. Postal 08223, CEP 73310-970, Planaltina, DF
marina@cpac.embrapa.br

Miriam Rodrigues da Silva

Geógrafa, Mestre em Geografia
Bolsista CNPq – Embrapa Cerrados
BR 020, Km 18, Rod. Brasília-Fortaleza
Cx. Postal 08223, CEP 73310-970, Planaltina, DF
miriamsibmol@gmail.com

Nilton Tadeu Vilela Junqueira

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitopatologia
Pesquisador da Embrapa Cerrados
BR 020, Km 18, Rod. Brasília-Fortaleza
Cx. Postal 08223, CEP 73310-970, Planaltina, DF
junqueir@cpac.embrapa.br

Patrícia Goulart Bustamante

Engenheira Agrônoma, Doutora em Bioquímica
Pesquisadora da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia
PqEB – s/n. Av. W5 Norte (Final)
Cx. Postal 2372, CEP 70770-900, Brasília, DF
pgoulart@cenargen.embrapa.br

Sebastião Pires de Moraes Neto

Engenheiro Florestal, Doutor em Biologia Vegetal
Pesquisador da Embrapa Cerrados
BR 020, Km 18, Rod. Brasília-Fortaleza
Cx. Postal 08223, CEP 73310-970, Planaltina, DF
spmoraesn@cpac.embrapa.br

Sueli Matiko Sano

Bióloga, Doutora em Ecologia
Pesquisadora da Embrapa Cerrados
BR 020, Km 18, Rod. Brasília-Fortaleza
Cx. Postal 08223, CEP 73310-970, Planaltina, DF
sueli@cpac.embrapa.br

Thais Rodrigues Coser

Engenheira Agrônoma, Mestre em Ciências Agrárias
Bolsista CNPq – Embrapa Cerrados
BR 020, Km 18, Rod. Brasília-Fortaleza
Cx. Postal 08223, CEP 73310-970, Planaltina, DF
thacoser@gmail.com

O Bioma Cerrado tem destaque nos cenários nacional e internacional em virtude de sua dimensão, cerca de 24 % do território brasileiro, de sua expressiva riqueza biológica, estimada em cerca de 320 mil espécies vegetais, animais e de microrganismos, além da expressiva produção agropecuária.

No entanto, nas últimas décadas, os recursos naturais têm sido tratados de forma fracionada, como se eles não fossem componentes de um sistema dinâmico. Essa visão cartesiana tem trazido prejuízos consideráveis ao meio ambiente e até mesmo à produção agropecuária por causa do ataque de pragas e doenças, escassez de água, perda de biodiversidade e expansão dos processos de erosão do solo. Trabalhar de forma sistêmica e desenvolver tecnologias menos agressivas ao meio ambiente contribui para a conservação e a utilização planejada dos recursos, constituindo o desafio atual da Embrapa Cerrados.

Nesse sentido, este livro tem como objetivo apresentar os avanços da Embrapa Cerrados no desenvolvimento de tecnologias compatíveis com os cenários atuais e futuro, entendendo que a conservação dos recursos naturais condiciona o desenvolvimento econômico, o tecnológico e o social de uma nação.

José Robson Bezerra Sereno
Chefe-Geral Embrapa Cerrados

Capítulo 1

Sustentabilidade no Bioma Cerrado: visão geral e desafios	23
Referências	30

Capítulo 2

Ocupação humana e preservação do ambiente: um paradoxo para o desenvolvimento sustentável	33
Introdução	33
Desmatamento	36
Poluição atmosférica	38
Contaminação do solo	41
Contaminação hídrica	42
Fontes não pontuais.....	43
Fontes pontuais	45
Redução na disponibilidade hídrica	47
Redução na biodiversidade	49
Aquecimento global	51
Impactos sobre a saúde humana	52
Perspectivas futuras e considerações finais	53
Referências	55

Capítulo 3

Uso racional da água na agricultura	63
Introdução	63
Água para a produção de alimentos	64
Uso da água pelo setor agrícola no Cerrado	67
Manejo da irrigação no Cerrado	74
Disponibilidade hídrica no Cerrado	78
Considerações finais	89
Referências	90

Capítulo 4

Uso sustentável das plantas nativas do Cerrado: oportunidades e desafios	95
Introdução	95
Espécies vegetais com potencial econômico e de usos múltiplos ...	97
Extrativismo vegetal não madeireiro no Cerrado	104
Extrativismo: sustentabilidade, limites e desafios	105
Desafios ambientais	106
Desafios socioeconômicos	110
Experiência no nordeste goiano: o caso do extrativismo do pequi ..	112
Políticas	116
Considerações finais	116
Referências	117

Capítulo 5

Domesticação de espécies da flora nativa do Cerrado	125
Introdução	125
Introdução e domesticação de plantas no Brasil	130
Domesticação de espécies da flora nativa do Bioma Cerrado	137
Propagação de plantas nativas do Bioma Cerrado	148
Propagação sexuada	148
Propagação assexuada	151
Considerações finais	156
Referências	159

Capítulo 6

Aptidão da fauna do Cerrado para o uso sustentável	165
Histórico do uso da fauna	165
Diferentes usos da fauna	168
Animais úteis do Cerrado	171
Mammalia	171
Aves	176
Reptilia	180
Amphibia	181
Arthropoda	181
Domesticação	183
Criação em cativeiro X manejo sustentável	185
Considerações finais	188
Referências	189

Capítulo 7

Serviços ecológicos prestados pela fauna na agricultura do Cerrado	193
Introdução	193
Polinização	194
Dispersão de Sementes	202
Considerações finais	220
Agradecimento	220
Referências	221

Capítulo 8

Plantio direto e plantas de cobertura em agroecossistemas do Cerrado	229
Introdução	229
Práticas de uso e manejo dos solos de Cerrado	231
O sistema plantio direto como prática de manejo do solo	233
Rotação de culturas como componente do sistema plantio direto .	235
Adubação verde e plantas de cobertura em sistema plantio direto .	238

Aportes de carbono, nitrogênio e emissões de gases de efeito estufa no SPD	239
Limitações, alternativas e cuidados no uso das plantas de cobertura	241
Plantas de cobertura com potencial de uso em sistema plantio direto no Cerrado	243
Crotalária juncea	247
Feijão-bravo-do-ceará	248
Guandu	249
Feijão-de-porco	250
Milheto	252
Nabo-forrageiro	253
Mucuna	254
Considerações finais	255
Referências	257

Capítulo 9

Agroecologia e agrobiodiversidade como instrumentos para o desenvolvimento sustentável do Cerrado brasileiro	263
Introdução	263
Características e aspectos críticos do Cerrado determinantes de uma nova visão da produção agrícola	264
Alternativas e estratégias para o desenvolvimento agrícola sustentável no Cerrado	268
Agroecologia: princípios básicos e estratégias	273
Transição para sistemas de produção com base agroecológica como mecanismo de sustentabilidade no desenvolvimento agrícola do Cerrado	277
Manejo da agrobiodiversidade com enfoque agroecológico visando ao estabelecimento de agroecossistemas sustentáveis	284
Alterações necessárias nos paradigmas sociais, ambientais, políticos e científicos para o desenvolvimento da agroecologia no Cerrado brasileiro	292
Considerações finais	299
Referências	300

Capítulo 10

Sistemas agroflorestais e Cerrado	305
Introdução	305
Caracterização dos sistemas agroflorestais	306
O Cerrado e os sistemas agroflorestais potenciais	314
Taungya	314
Sistema regenerativo análogo (SAFRA) ou Agrofloresta	320
Quintal agroflorestal	322
Consórcios agroflorestais comerciais	323
Cultivo em aléias	324
Quebra-ventos	325
Sistemas agroflorestais para recuperação e proteção de reservas	325
Sistemas agrissilvipastoris	326
Mercado para produtos florestais madeireiros e não madeireiros ..	331
Domesticação das espécies nativas	335
Considerações finais	336
Referências	337

Capítulo 11

Restauração ecológica da vegetação no Bioma Cerrado	345
Introdução	345
Recuperação e restauração ecológica de ecossistemas	346
Arcabouço legal	348
Bioma Cerrado	350
Regeneração natural e plantio de mudas	353
Regeneração natural	353
Plantio de mudas	353
Seleção das espécies	353
Produção de mudas	357
Plantio	361
Plantas invasoras	364
Semeadura direta	366

Leguminosas herbáceas na adubação e conservação do solo	366
Atributos para avaliar a restauração ecológica	368
Educação ambiental	369
Considerações finais	371
Referências	372

Capítulo 12

Perspectivas de projetos florestais no Cerrado para a obtenção de créditos de carbono	379
O mecanismo de desenvolvimento limpo: antecedentes	379
Características do MDL	382
Etapas a serem cumpridas na implantação dos projetos	384
MDL florestal	389
Critérios de elegibilidade de um projeto florestal	392
Metodologias florestais aprovadas	394
Considerações sobre projetos florestais não-MDL	395
Perspectivas do MDL florestal para o Cerrado	398
Referências	407
Siglário	410

Capítulo 13

Zoneamento agroclimático	411
Introdução	411
Precipitação	413
Veranicos	418
Zoneamento agrícola de risco climático	422
Zoneamento de risco climático da cultura do arroz de sequeiro no Estado de Goiás	424
Considerações finais	433
Referências	434

Capítulo 14

Ações de uso sustentável dos recursos naturais na comunidade Água Boa 2	437
---	-----

Relação homem – ambiente no Cerrado norte mineiro	437
Pesquisa de campo	441
Critérios para escolha da comunidade de agricultores	441
O Município de Rio Pardo de Minas e a Comunidade Água Boa 2 ..	443
Estabelecimento de ações para uso sustentável dos recursos naturais	447
Início das pesquisas na comunidade	448
Estratégias de implantação do projeto	449
Construção de elementos para o uso sustentável dos recursos naturais	450
Extrativismo	451
Levantamento de hábitos alimentares	455
Oficinas de aproveitamento de frutos do Cerrado	456
Oficinas sobre a importância dos insetos	457
Indicadores e aptidão das terras	458
Visita de um grupo de agricultores ‘geraizeiros’ à Brasília	460
Considerações finais	461
Agradecimentos	463
Referências	463

Sustentabilidade no Bioma Cerrado: visão geral e desafios

Fabiana de Gois Aquino; Ludmilla Moura de Souza Aguiar;
Amabílio José Aires de Camargo; Eny Duboc;
Eduardo Cyrino Oliveira-Filho; Lucilia Maria Parron

Com extensão de cerca de 2 milhões de km², o Bioma Cerrado ocupa 24 % do território nacional (BRASIL, 1995). Localizado na porção central do País, entre as latitudes 04°03' e 23°27' Sul e as longitudes 035°00' e 063°00' Oeste, mantém áreas de transição com a maioria dos biomas brasileiros, exceto com o Pampa, no Sul do Brasil (Fig. 1). Por comportar parte das cabeceiras de algumas das principais bacias hidrográficas brasileiras, é considerado de grande importância para o fornecimento de recursos hídricos para diversas regiões em todo o País (LIMA; SILVA, 2007).

A precipitação anual varia de 900 mm a 1.800 mm e as temperaturas médias anuais, entre 22 °C e 27 °C. O clima é classificado nas categorias climáticas de Köppen como Aw, com inverno seco (de abril a setembro) e verão quente e úmido (de outubro a março).

A região do Cerrado pode ser dividida em 70 sistemas de terra, pertencentes a 25 unidades fisiográficas, em função da existência de um padrão recorrente de clima, de paisagem e de solos (COCHRANE et al., 1985). Na região predominam os solos classificados como Latossolos, com ocorrência estimada em 46 % da área, os quais apresentam limitações de fertilidade, condicionadas pelas suas características distrófica e álica (REATTO et al., 1998).



Fig. 1. Mapa dos ecossistemas brasileiros mostrando o Bioma Cerrado.

Fonte: adaptado de Brasil, 1995.

Nessa região, podem ser identificadas 11 formas fisionômicas, agrupadas em três tipos de formação vegetacional (Fig. 2): florestais (áreas com predominância de espécies arbóreas onde há formação de dossel contínuo ou descontínuo); savânicas (áreas com árvores e arbustos espalhados sobre um estrato graminoso, sem a formação de dossel contínuo); e campestres (áreas com predomínio de espécies herbáceas e algumas arbustivas, sem ocorrência de árvores na paisagem). As formações florestais englobam Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão; as formações savânicas reúnem Cerrado Sentido Restrito, Parque de Cerrado, Palmeiral e Vereda; e as campestres compreendem Campo Sujo, Campo Rupestre e Campo Limpo (RIBEIRO; WALTER, 1998). Esse mosaico vegetacional é determinado, principalmente, por variações na latitude, na fertilidade, na profundidade do solo (EITEN, 1972; RATTER; DARGIE, 1992), no nível do lençol freático (OLIVEIRA-FILHO et al., 1989) e por influência do fogo (COUTINHO, 1982).

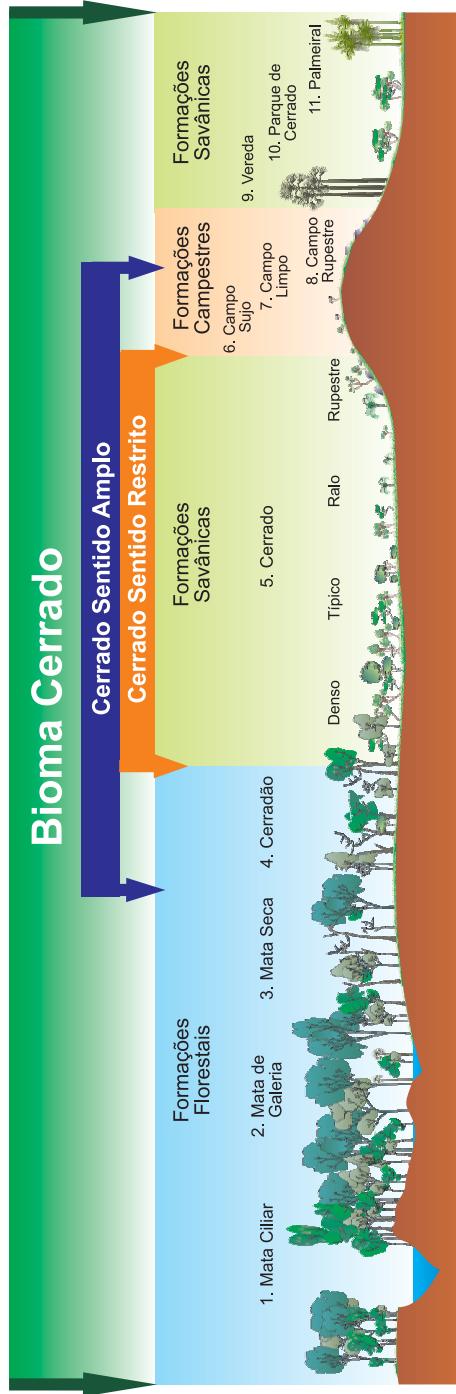


Fig. 2. Representação de seção transversal mostrando as formações vegetacionais e fisionômicas do Cerrado.

Fonte: adaptado de Ribeiro e Walter, 2001.

Lewinsohn e Prado (2005) estimaram que a biota brasileira possa chegar a 1,8 milhão de espécies, com a ressalva de que esse valor deve ser tratado como uma aproximação em virtude das imensas lacunas de conhecimento. Para o Bioma Cerrado, Dias (1996) citou uma estimativa mínima de 320 mil espécies distribuídas por 35 filos e 89 classes. Sabe-se que, por serem estimativas, existem divergências entre autores. No entanto, alguns dados apontam para a ocorrência de 11.046 espécies fanerógamas, sendo 11.042 angiospermas e quatro gimnospermas (WALTER, 2006); 212 de mamíferos, 837 de aves, 1.200 de peixes (AGUIAR et al., 2004). Quanto aos répteis, são conhecidas 10 espécies de tartarugas, 5 de jacarés, 15 de cobras-cegas (*Anphisbaena*), 47 de lagartos, 107 de cobras e 113 de anfíbios (COLLI et al., 2002). Em relação aos insetos, Dias (1996) estimou em cerca de 90 mil espécies. Somente para lepidópteros noturnos (mariposas), a estimativa é de 8 mil a 10 mil espécies para o bioma (CAMARGO, 2001, 2004) e 839 de borboletas somente para o Distrito Federal (MIELKE et al., 2008).

Estudos indicam que a área atual do Bioma Cerrado, coberta por vegetação nativa em suas diversas fitofisionomias, seja de cerca de 40 % a 50 % (KLINK; MACHADO, 2005; MACHADO et al., 2004; FERREIRA et al., 2007; BRASIL, 2007).

O Bioma Cerrado é considerado o celeiro do mundo (MEDEIROS, 2007). A agricultura brasileira costuma ser exaltada em razão do seu avanço em pesquisa e técnicas que resultam em alta produtividade (ROHTER, 2007). É importante incorporar a esse processo o maior desafio atual, o de evitar o desmatamento de áreas virgens de Cerrado, manejando corretamente áreas já abertas, de modo a alcançar a sustentabilidade com a preservação ambiental.

O termo sustentabilidade foi empregado formalmente pela Organização das Nações Unidas (ONU) pela primeira vez, em 1983, no Relatório Brundtland. Publicado com o título *Nosso Futuro Comum*, esse relatório definiu desenvolvimento sustentável como: “desenvolvimento que

atende às necessidades do presente, sem comprometer a capacidade de as gerações futuras também atenderem as suas". Nesse relatório, há um alerta sobre os riscos do uso excessivo dos recursos naturais sem considerar a capacidade suporte dos ecossistemas, sendo apresentada, também, uma nova concepção de desenvolvimento, na qual se conjugam viabilidade econômica, prudência ecológica e justiça social.

A sustentabilidade está relacionada à continuidade e à perenidade de um sistema, levando-se em conta aspectos econômicos, sociais, culturais e ambientais da sociedade humana. Uma vez que *todos* os produtos consumidos pela humanidade são obtidos do uso dos recursos naturais e da biodiversidade, pode-se dizer que a sustentabilidade ambiental não apenas permeia, mas, acima de tudo, permite que os processos sociais, culturais e econômicos sejam mantidos em longo prazo. Para se conseguir a sustentabilidade, é importante que qualquer prática incorpore: (1) o exame da conservação dos recursos biológicos nos processos decisórios; (2) adote medidas para evitar ou minimizar impactos negativos na diversidade biológica; (3) apóie as populações locais na elaboração e na aplicação de medidas corretivas em áreas degradadas onde a diversidade biológica tenha sido reduzida; e (4) estimule a cooperação entre autoridades governamentais e setor privado na elaboração de métodos que conservem, por tempo indeterminado, os recursos biológicos (Artigo 10 da Convenção sobre Diversidade Biológica 2000).

Não obstante a importância biológica do Cerrado, atualmente esse bioma é o mais ameaçado do País. Isso ocorre não só pela rápida conversão da paisagem natural em paisagens antropizadas, como também pela inexistência de políticas públicas específicas voltadas à sua conservação, como ocorre para a Amazônia e a Mata Atlântica. Mesmo com o esforço realizado nos últimos 10 anos, por meio das diretrizes lançadas durante o Seminário *Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade do Cerrado e do Pantanal*, em 1998, e em sua revisão *Atualização das Áreas Prioritárias para Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira*, em

2007, bem como pela criação do *Programa Cerrado Sustentável*, do Ministério do Meio Ambiente, ainda há necessidade de políticas e ações firmes e permanentes que favoreçam a conservação do Bioma Cerrado. Atualmente, o Cerrado apresenta somente cerca de 6 % de sua área protegida em unidades de conservação (IBAMA, 2004). Esses números conferem condição de extrema vulnerabilidade, pois os processos de ocupação agrícola e a expansão das áreas urbanas são intensos, penalizando a conservação dos recursos naturais e a biodiversidade. Desse modo, é notória a urgência da ampliação das áreas de conservação desse bioma e da adoção de medidas compatíveis com a manutenção da biodiversidade e dos recursos naturais para que populações de animais e de vegetais características do Cerrado persistam em longo prazo.

Nas últimas décadas, os recursos naturais foram vistos como suporte para a produção agropecuária. Foram estudados sob a ótica de que cada recurso era isolado, criando diversas distorções na produção do conhecimento e sustentando equívocos e situações críticas em termos ambientais. Sucessivos prejuízos na agricultura, como a quebra de safras em decorrência do ataque de pragas e doenças, da escassez de água, da ausência de polinizadores e dos processos de erosão do solo fomentaram o desenvolvimento de tecnologias menos agressivas ao meio ambiente. Alguns esforços foram despendidos na caracterização dos recursos naturais e da biodiversidade, mas, em relação à conservação e à utilização planejada, muito pouco tem sido feito.

A modernização da agricultura impulsionou o crescimento econômico do País com o aumento da receita proveniente das exportações. Com o incremento nos investimentos em pesquisa, a necessidade de abertura de novas áreas agrícolas foi reduzida. Por sua vez, esse modelo não tem sido capaz de assegurar a conservação dos recursos naturais e da biodiversidade, bem como de evitar o êxodo rural.

Atualmente, a preocupação com os recursos naturais e com a biodiversidade vem se expandindo à medida que a humanidade percebe,

em virtude da divulgação de informações sobre as mudanças climáticas globais, que as espécies, as comunidades naturais, o solo, a água estão se exaurindo, perdendo a capacidade de resiliência por causa dos processos de consumo e da exploração econômica intensivos que, muitas vezes, destroem as fontes de renovação dos recursos naturais e extinguem a biodiversidade, ou seja, são insustentáveis.

Até mesmo países desenvolvidos, como os Estados Unidos da América e a Alemanha, por exemplo, lutam hoje contra o desaparecimento de polinizadores, visto que essa perda causa prejuízos incalculáveis para a produção agrícola (DIAS et al., 1999). As repercussões desse avanço da consciência ecológica e do prejuízo anunciado por grandes catástrofes se materializam, hoje, na grande expansão de um mercado mais exigente e de agências governamentais e não-governamentais voltadas para o bem-estar ambiental (FRASER, 2005).

Soma-se a isso a pressão do mercado consumidor internacional que exige produtos gerados de processos menos degradadores do ambiente e socialmente justos. Hoje, conceitos mais ecológicos são buscados em práticas agrícolas, como a adubação verde, a agricultura orgânica, o plantio direto e o sistema de integração lavoura-pecuária-floresta. Contudo, a adesão a tecnologias menos impactantes é lenta, pois prevê alteração de comportamento, de tecnologias, de insumos, de relação com a terra, sobretudo, no que se refere à forma de tratar os recursos naturais e a biodiversidade.

Diante desse quadro, um dos maiores desafios atuais da pesquisa é o de desenvolver tecnologias agropecuárias que assegurem a eficiência social, produtiva e econômica e, ao mesmo tempo, mantenham, em longo prazo, os recursos naturais e a biodiversidade.

Nesse sentido, buscou-se mostrar, neste livro, o avanço promovido pela Embrapa Cerrados no desenvolvimento de tecnologias compatíveis com os cenários atual e futuro, entendendo que os recursos naturais e a biodiversidade condicionam todo o desenvolvimento econômico e social de uma nação.

Referências

- AGUIAR, L. M. S.; MACHADO, R. B.; MARINHO-FILHO, J. A diversidade biológica do Cerrado. In: AGUIAR, L. M. S.; CAMARGO, A. J. A. **Cerrado**: ecologia e caracterização. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. p. 17-40.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Catálogo de trabalhos técnico-científicos do PNMA**. Brasília, DF, 1995. 41 p.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. **Convenção sobre diversidade biológica**: CDB. Brasília, DF, 2000. 60 p.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Mapeamento da cobertura vegetal do bioma Cerrado**. 2007. 93 p. Relatório final do Probio. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/_arquivos/mapas_cobertura_vegetal.pdf>. Acesso em: 10 out. 2007.
- CAMARGO, A. J. A. Importância das matas de galeria para a conservação de lepidópteros do Cerrado. In: RIBEIRO, J. F.; SOUSA-SILVA, J. C.; LAZARINI, C. E. (Ed.). **Cerrado**: caracterização e recuperação de matas de galeria. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2001. p. 607-634.
- CAMARGO, A. J. A. Monitoramento da diversidade de mariposas (Lepidoptera) em áreas agrícolas. In: AGUIAR, L. M. S.; CAMARGO, A. J. A. **Cerrado**: ecologia e caracterização. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. p. 125-158.
- COCHRANE, T. T.; SANCHEZ, L. G.; AZEVEDO, L. G.; PORRAS, J. A.; GARVER, C. L. **Land in tropical América**. Cali: CIAT; Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 1985. 3 v.
- COLLI, G. R.; BASTOS, R. P.; ARAÚJO, A. F. B. The character and dynamics of the Cerrado herpetofauna. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. (Ed.). **The Cerrados of Brazil**: ecology and natural history of a neotropical savanna. New York: Columbia University Press, 2002. p. 223-241.
- COUTINHO, L. M. Ecological effects of fire in brazilian cerrado. In: HUNTLEY, B. J.; WALKER, B. H. (Ed.). **Ecology of tropical savannas**. Berlin: Springer-Verlag, 1982. p. 273-292.
- DIAS, B. F. S. Cerrados: uma caracterização. In: DIAS, B. F. S. (Ed.). **Alternativas de desenvolvimento dos Cerrados**: manejo e conservação dos recursos naturais renováveis. Brasília: Funatura, 1996. p. 11-25.
- DIAS, B. F. S.; RAW, A.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. **International pollinators initiative**: the São Paulo declaration on pollinators. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 1999. 51 p. Report on the recommendations of the Workshop on the

Conservation and Sustainable Use of Pollinators in Agriculture with Emphasis on Bees.

EITEN, G. The cerrado vegetation of Brazil. **The Botanical Review**, v. 38, n. 2, p. 201-340, 1972.

FERREIRA, M. E.; FERREIRA JÚNIOR, L. G.; FERREIRA, N. C.; ROCHA, G. F.; NEMAYER, M. Desmatamentos no bioma Cerrado: uma análise temporal (2001-2005) com base nos dados MODIS - MOD13Q1. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. p. 3877-3883.

FRASER, D. **Animal welfare and the intensification of animal production: an alternative interpretation**. Rome: FAO, 2005. 34 p. (Readings in ethics, 2).

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 147-155, 2005.

IBAMA. **Unidades de conservação (UC) federais no Brasil por bioma**. 2004. Disponível em:<<http://www.ibama.gov.br/siucweb/estatisticaBiomaPorTipoUso.php>>. Acesso em: 16 out. 2007.

LEWINSOHN, T. M.; PRADO, P. I. How many species are there in Brazil? **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 619-624, 2005.

LIMA, J. E. F. W.; SILVA, E. M. Estimativa da contribuição hídrica superficial do Cerrado para as grandes regiões hidrográficas brasileiras. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2007, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABRH, 2007. 1 CD-ROM.

MACHADO, R. B.; RAMOS NETO, M. B.; PEREIRA, P. G. P.; CALDAS, E. F.; GONÇALVES, D. A.; SANTOS, N. S.; TABOR, K.; STEININGER, M. **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro**. Brasília, DF: Conservação Internacional, 2004. Relatório técnico.

MEDEIROS, K. M. de. O planejamento ambiental e exploratório no bioma Cerrado. **Revista Facitec**, v. 1, n. 1, mar. 2007. Disponível em: <http://www.facitec.br/revista/index.php?option=com_content&task=view&id=9&Itemid=2>. Acesso em: 10 out. 2007.

MIELKE, O. H. H.; EMERY, E. de O.; PINHEIRO, C. E. G. As borboletas Hesperiidae (Lepidoptera, Hesperioidea) do Distrito Federal, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 52, n. 2. p. 283-288, abr./jun. 2008.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; SHEPHERD, G. J.; MARTINS, F. R.; STUBBLEBINE, W. H. Environmental affecting physiognomic and floristic variation in area of cerrado in Central Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, n. 5, p. 413-431, 1989.

RATTER, J. A. E.; DARGIE, T. C. D. An analysis of the floristic composition of 26 cerrado areas in Brazil. **Edinburgh Journal of Botany**, Edinburgh, v. 2, n. 53, p. 153-180, 1992.

REATTO, A.; CORREIA, J. R.; SPERA, S. T. Solos do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 1998. p. 47-86.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 1998. p. 89-166.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As matas de galeria no contexto do bioma Cerrado. In: RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L. da; SOUSA-SILVA, J. C. (Ed.). **Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2001. p. 29-47.

ROHTER, L. Scientists are making Brazil's Savannah bloom. **The New York Times**, 2007. Disponível em: <http://www.nytimes.com/2007/10/02/science/02tropic.html?pagewanted=1&_r=1>. Acesso em: 13 out. 2007.

WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma Cerrado**: síntese terminológica e relações florísticas. 2006. 373 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Departamento de Ecologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília.

Ocupação humana e preservação do ambiente: um paradoxo para o desenvolvimento sustentável

Eduardo Cyrino Oliveira-Filho;
Flavia Natércia da Silva Medeiros

Introdução

A degradação ambiental, conforme definida por Houaiss e Villar (2001), é “um esgotamento ou inutilização de um recurso renovável devido a sua utilização em ritmo maior do que o de sua reposição natural”. Assim sendo, entende-se que os termos degradação e alteração não são sinônimos, já que uma alteração do ambiente pode ou não evoluir para um processo de degradação. A simples presença dos seres vivos no planeta está intimamente ligada a processos de uso contínuo e consequente alteração da natureza. Qualquer espécie tende a utilizar recursos do ambiente, transformá-los metabolicamente e devolvê-los em formas que não podem ser reaproveitadas por indivíduos da mesma espécie (LEWONTIN, 2002). Pode-se, portanto, dizer que elas alteram naturalmente os ambientes nos quais vivem. Na qualidade de ser vivo, o homem é um modificador “natural” do ambiente.

Entretanto, no que diz respeito à questão das alterações ambientais, o ser humano é peculiar entre as outras espécies. Além de seguir o padrão geral de “modificador natural”, tende a inventar e a criar formas e mecanismos intensivos de uso dos recursos naturais sem pensar na manutenção das fontes, fazendo as modificações evoluírem continuamente rumo à degradação. Na história e no cotidiano da humanidade, existem

vários exemplos desse tipo, nos quais, na maioria das vezes, o planejamento e a visão ambiental não integram as ações realizadas. Por exemplo, uma fogueira acesa na mata, sem cuidado, pode destruir extensas áreas de vegetação nativa; a construção de uma represa que, se mal planejada, tende a inundar áreas naturais que muitas vezes abrigam espécies raras; a construção de cidades, que afeta o clima local, aumenta a temperatura média e altera várias características atmosféricas; os lagos e os cursos d'água que podem se tornar inhabitáveis ou estéreis em função do lançamento de substâncias químicas em seus leitos (ANTON, 1995).

Em geral, o processo de degradação ambiental tende a evoluir, progressivamente, numa seqüência de ações: desmatamento, construção de cidades e indústrias e implementação de processos agrícolas e/ou pecuários. Essas atividades promovem alterações no ambiente como, por exemplo, redução de habitats e do número de espécies, intensificação do uso da água, geração de resíduos e mudanças na qualidade do solo. Tais alterações, por sua vez, tendem a desencadear eventos que caracterizam o estado de degradação – perda de biodiversidade, mudanças climáticas, contaminação do ambiente e perda de fertilidade do solo – entre outros (Fig. 1). Todos esses eventos tornar-se-ão mundialmente críticos nas próximas décadas segundo Diamond (2005) que, contudo, não acredita em um cenário apocalíptico ou mesmo em extinção da espécie humana desde que contramedidas sejam adotadas o quanto antes.

Tais questionamentos já vinham sendo levantados desde os anos 1980, quando a Organização das Nações Unidas (ONU), conhecendo ou vislumbrando a realidade atual, elaborou o conceito de desenvolvimento sustentável, publicando-o no Relatório *Nosso Futuro Comum*, em 1987, como “o desenvolvimento necessário para atender as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender suas próprias necessidades” (BRUNDTLAND, 1987). Todavia, passados 20 anos dessa publicação visionária e consciente sobre uma necessidade humana vital, poucas políticas públicas têm se convertido em ações práticas, e consequências danosas para o planeta tem sido, cada vez mais, cientificamente comprovadas.

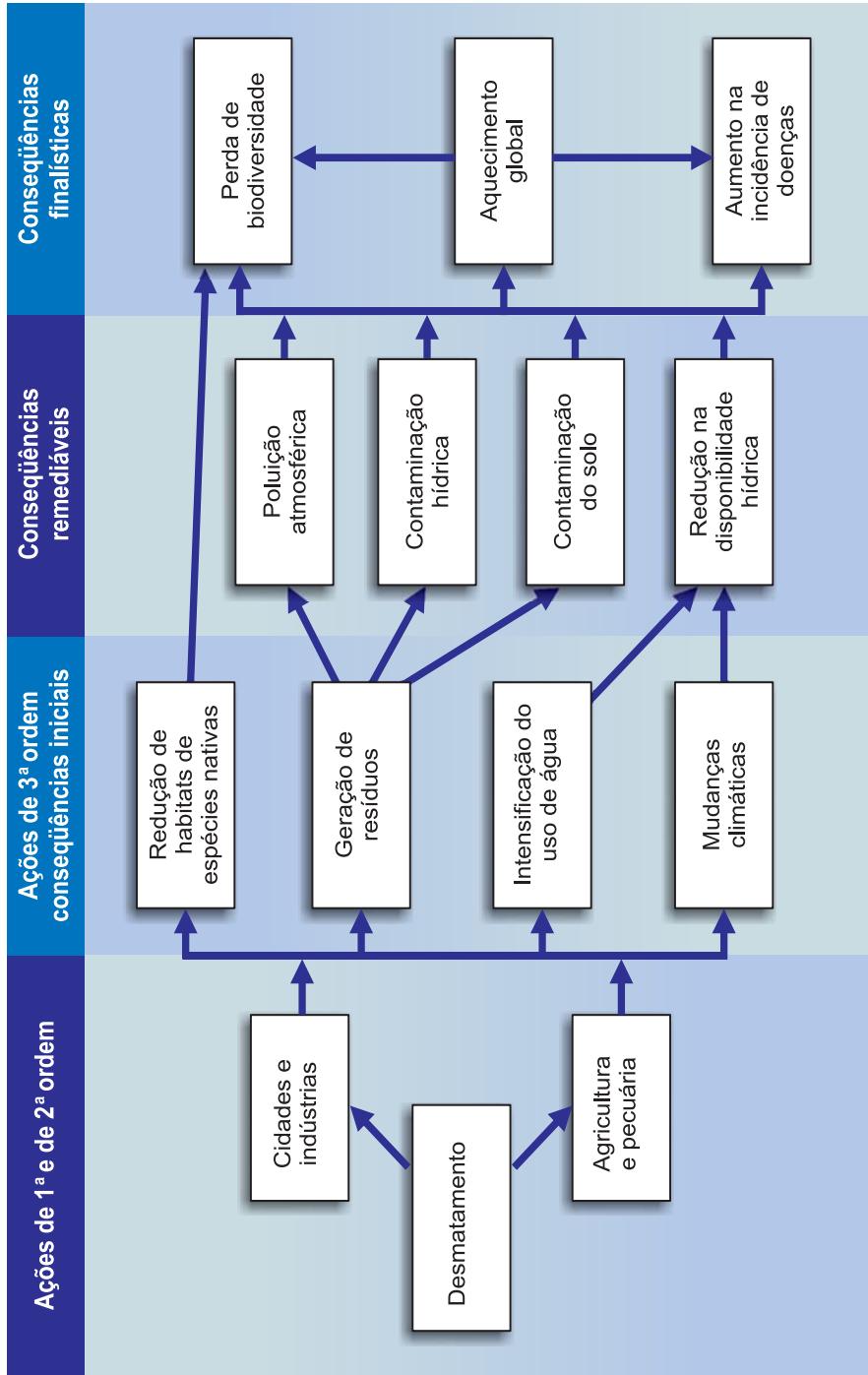


Fig. 1. Atividades iniciais de ocupação e evolução dos processos que desencadeiam a degradação do ambiente.

Diante desse quadro, neste capítulo, serão abordadas algumas das etapas do processo de degradação ambiental, enfocando ações e consequências da ocupação humana no Planeta Terra e discorrendo brevemente sobre cada um dos tópicos abordados, apresentando exemplos, inclusive no Cerrado, dos problemas oriundos de tais situações que criam verdadeiros paradoxos na busca pelo desenvolvimento sustentável.

Desmatamento

O desmatamento vem sendo, ao longo da história da humanidade, uma das principais alterações ambientais praticadas. Em geral, a abertura de áreas de vegetação nativa para construção de cidades, indústrias, agricultura, pecuária ou mineração, ainda hoje, não têm sido proporcionalmente acompanhadas por ações de revegetação. O manejo adequado de ecossistemas vegetais vem sendo um dos maiores desafios apresentados aos seres humanos.

No Velho Mundo e nos Estados Unidos, o século 18 foi marcado por uma revolução agrícola, período no qual se iniciaram ações maciças de desmatamento, com vistas à produção de grãos. Além disso, ao longo dos séculos 18 e 19, a Primeira Revolução Industrial e, mais ainda, a Segunda Revolução Industrial, na Europa, ampliaram o leque de problemas. Isso por que novas finalidades vieram intensificar as ações de desmatamento, por exemplo, a queima de combustível para indústrias e o aquecimento para as residências dos trabalhadores.

Na América do Sul, por sua vez, o desmatamento predatório dos ecossistemas tropicais teve início com a colonização do continente no século 16. Com o aumento do crescimento populacional e da ocupação humana durante o século 20, o processo de desmatamento na América Latina avançou em velocidade bem superior, evoluindo progressivamente. No Nordeste do Brasil, a exuberante mata foi derrubada, principalmente, para dar lugar ao cultivo da cana-de-açúcar. Mas o processo se estendeu por todos os ciclos econômicos vindouros, como o do café, no século 19,

no Estado de São Paulo (ANTON, 1995). Nesse contexto, deu-se a devastação da Mata Atlântica brasileira cujo longo histórico de uso intensivo da terra para exportação de produtos inclui os ciclos de exploração do pau-brasil, da cana-de-açúcar, do café, do cacau e da pecuária. Embora sua área de abrangência seja estimada em cerca de 1 milhão de km² a 1,5 milhão de km², restam apenas 7 % a 8 % da cobertura original (GALINDO-LEAL; CÂMARA, 2005).

Dando prosseguimento às explorações do novo território pelos descobridores, concentrados inicialmente na região costeira, os bandeirantes iniciaram suas incursões rumo à região central do Brasil no século 17. E, conforme ocorreu com a Mata Atlântica, com a chegada dos exploradores, começou a exploração do Cerrado brasileiro que, atualmente, também se encontra entre os ecossistemas mais ameaçados do mundo. Segundo Klink e Machado (2005), as taxas de desmatamento na região do Cerrado são as mais altas do Brasil, variando entre 22 mil km² e 30 mil km² por ano. A exploração da região amazônica é mais recente – no final do século 19, com o ciclo da borracha –, mas não tardou a degenerar em degradação. No final dos anos 1980, o desmatamento na Amazônia Legal brasileira vinha ocorrendo numa taxa estimada de 21 mil km² ao ano (FEARNSIDE et al., 1990). A área cumulativa desmatada em 2003 atingiu cerca de 650 mil km², o equivalente a 16,3 % da cobertura original (FEARNSIDE, 2005; FERREIRA et al., 2005). Várias regiões africanas (ALUKO, 2004) e asiáticas (ZHAO et al., 2006) também têm sofrido com ações similares.

As consequências biológicas de todos esses séculos de desmatamento podem ser bem exemplificadas pela remoção da vegetação nativa em determinadas áreas. Em muitos casos, os nutrientes estão presentes em maior quantidade na biomassa do que no solo. Desse modo, quando a vegetação é removida, as chances de o sistema retornar ao estado inicial são limitadas. Além disso, mudanças no microclima da região, como redução da umidade, elevação da temperatura e variações do vento, podem dificultar ou mesmo impossibilitar a germinação e a regeneração de muitas espécies de plantas nativas. A erosão do solo, que muitas vezes é negligenciada, também tende a aumentar rapidamente.

Todas essas modificações tendem a impedir a recuperação dos ecossistemas envolvidos, acarretando inclusive significativa perda de biodiversidade (ANTON, 1995).

Entre outros danos, também se pode esperar, em algumas áreas, a ampliação do processo de desertificação. Esse termo é reconhecido como uma evolução do processo de degradação do solo em áreas áridas, semi-áridas e subúmidas, em decorrência de vários fatores, entre eles atividades humanas e variação climática. É um fenômeno observado mundialmente, com uma estimativa atual de ter atingido 40 milhões de km², aproximadamente um terço da superfície terrestre e 1 bilhão de pessoas em cerca de 110 países, ou seja, algo em torno de um quinto da população mundial (KEPNER, 2005).

Todos esses problemas que vêm sendo enfrentados por conta do delicado balanço entre desmatamento e revegetação não são inéditos no mundo. Algumas sociedades do passado depararam com os efeitos danosos desse desequilíbrio. Diante do desafio criado, as sociedades das terras altas da Nova Guiné, Japão, Tikopia e Tonga desenvolveram um manejo florestal bem-sucedido e continuaram a prosperar. Mas a ilha de Páscoa, Mangareva e a Groenlândia Nórdica não passaram no teste e entraram em colapso (DIAMOND, 2005). Todavia, de modo geral, a gravidade dos efeitos desse tipo de degradação vem sendo reconhecida publicamente somente agora, no século 21, com a divulgação do fenômeno conhecido como aquecimento global.

Poluição atmosférica

A poluição atmosférica pode ser definida como a presença ou o incremento na atmosfera de substâncias estranhas, resultantes de atividades humanas ou de processos naturais, em quantidades suficientes para interferir direta ou indiretamente na saúde, segurança e bem-estar dos seres vivos. Nesse sentido, a Revolução Industrial representou um importante marco. Antes desse período, a poluição atmosférica estava

associada a processos que ocorriam de forma natural, em especial, a queima acidental de biomassa (material derivado de plantas ou animais), erupções vulcânicas e processos metabólicos, ocorrências essas que podem ser consideradas como as mais antigas fontes de poluição do ar.

A queima de madeira, utilizada desde a Pré-História para produção de energia, tem sido uma das mais antigas e importantes fontes antrópicas de poluição atmosférica (CANÇADO et al., 2006). Os principais poluentes, originados dessas fontes primárias, eram fundamentalmente os óxidos de carbono, o enxofre e o azoto, o gás sulfídrico e materiais sólidos particulados. Depois da descoberta do potencial energético do carvão mineral e da criação de inovações técnicas para utilizá-lo, a madeira foi gradualmente substituída como fonte de energia. O carvão passou a alimentar o funcionamento das máquinas a vapor emblemáticas da Primeira Revolução Industrial, fomentando o grande desenvolvimento dos transportes e da indústria ligados, invariavelmente, ao aumento no consumo de energia (ALMEIDA, 2003).

A partir dessa época, diversas atividades humanas passaram a alterar significativamente o balanço natural dos gases atmosféricos por meio da queima de combustíveis fósseis. Cabe ressaltar que os combustíveis fósseis são assim denominados por serem formados pela decomposição de matéria orgânica por meio de um processo que leva milhares de anos e, por esse motivo, não são considerados renováveis ao longo da escala de tempo humana, embora ao longo de uma escala geológica de tempo eles continuem sendo formados naturalmente. O carvão mineral, os derivados do petróleo (gasolina, óleo diesel, óleo combustível, gás de cozinha, entre outros) e, ainda, o gás natural são os combustíveis fósseis mais conhecidos e utilizados (PEREIRA, 2002). Nos Estados Unidos e em muitas partes do mundo, o uso de derivados do petróleo na forma de gasolina e óleo diesel foi bastante acelerado a partir da Segunda Guerra Mundial. Desde então, esses combustíveis movem uma frota diversificada de transportes (aéreos, ferroviários e navais), promovendo conseqüentemente aumento nos níveis de poluição atmosférica.

O consumo de energia na forma de combustíveis fósseis em grande escala tem sido o maior contribuinte para a emissão de gases de efeito estufa no mundo. E o grande problema é que o incremento constante na emissão desses gases, tais como o CO₂, vem aumentando a capacidade de retenção da temperatura natural da Terra. As consequências são contínuas mudanças climáticas e incremento progressivo no aquecimento do planeta. Um monitoramento de alta precisão foi realizado de 1958 a 2000 para verificar as concentrações de CO₂ na atmosfera. Essas medidas mostraram que, nesse período, houve incremento de 17 %, passando de 315 partes por milhão por volume para 370 partes por milhão por volume (ppmv) (HOUGHTON et al., 2001).

Entretanto, não é somente a queima de combustíveis que contribui para o incremento no CO₂ da atmosfera, já que o desmatamento e as alterações no uso do solo, tanto para agricultura quanto para pastagens, também, são fatores a considerar. Alterações no uso do solo nos Estados Unidos, China, Rússia, Brasil e Argentina, nessa ordem, contribuíram com cerca de 50 % das emissões globais de CO₂ nos últimos 300 anos. O Brasil, particularmente, tem ampliado, nas últimas décadas, sua participação com uma contribuição global de 6,98 %, por causa, principalmente, das recentes conversões de uso do solo na região amazônica (CAMPOS et al., 2005) e a queimadas na região do Cerrado que, em 1999, chegou a atingir uma área de 197.602 Km² (KRUG et al., 2006).

Não obstante alterar a composição química da atmosfera, o lançamento de substâncias no ar tem gerado, também, entre outras consequências, vários efeitos adversos sobre a saúde das populações. No entanto, cabe ressaltar que, além dos “gases de efeito estufa”, diversas substâncias perigosas, muitas delas carcinogênicas, como hidrocarbonetos (LODOVICI et al., 2003; BERGVALL; WESTERHOLM, 2007), metais pesados (VANZ et al., 2003; KUO et al., 2006) e outros resíduos industriais (OSUJI; AVWIRI, 2005; FIERENS et al., 2007) têm sido encontradas em concentrações significativas e prejudiciais à saúde no ar respirável.

Contaminação do solo

A ocupação do solo gera, sem sombra de dúvida, alterações que podem resultar em sua degradação. As principais atividades humanas responsáveis pela contaminação dos solos são os vazamentos em dutos e tanques de armazenamento subterrâneos de derivados de petróleo, a mineração, os depósitos urbanos de resíduos sólidos (lixões) ou aterros sanitários, os depósitos industriais e a utilização de produtos agroquímicos, entre eles os fertilizantes e os agrotóxicos. Segundo a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb), uma área contaminada pode ser definida como área, local ou terreno onde há comprovadamente poluição ou contaminação causada pela introdução de quaisquer substâncias ou resíduos que nela tenham sido depositados, acumulados, armazenados, enterrados ou infiltrados de forma planejada, acidental ou até mesmo natural (CETESB, 2006).

Alguns fatores podem acelerar o processo de degradação e, muitas vezes, inviabilizar o uso do solo para diversas outras atividades. Uma delas é o depósito de resíduos sólidos (lixo), uma das primeiras necessidades que se impõem às comunidades, sociedades e agrupamentos humanos. Nas cidades brasileiras, os aterros sanitários são popularmente conhecidos como “lixões”. Essas áreas, destinadas a receber depósitos de lixo, não têm infra-estrutura adequada capaz de evitar os danos consequentes dessa atividade, têm seu uso futuro comprometido e são responsáveis pela degradação ambiental das regiões sob sua influência.

Entre os problemas oriundos da disposição de grandes quantidades de lixo, pode-se ressaltar a poluição do ar (sobretudo com gás metano), das águas e do próprio solo, além da proliferação de vetores de doenças (SISINNO; MOREIRA, 1996). Quanto à contaminação do solo, uma das maiores preocupações está no potencial que substâncias químicas, presentes nos materiais, têm para atingir águas superficiais ou subterrâneas. Nesse contexto, adquire grande importância o conhecimento das características do solo, como textura e teor de matéria orgânica, e

das substâncias lançadas, como persistência, mobilidade e solubilidade em água.

No Brasil, a Cetesb é o primeiro órgão de controle ambiental a possuir um sistema organizado de gerenciamento de áreas de solos contaminados e também a se estruturar para enfrentar os problemas demandados por essa contaminação. De acordo com levantamento realizado no Estado de São Paulo, no ano de 2006, os postos de combustíveis destacam-se com 1.352 registros (74 % do total), seguidos das atividades industriais com 279 (15 %), das atividades comerciais com 105 (6 %), das instalações para destinação de resíduos com 66 (4 %) e dos casos de acidentes e fonte de contaminação de origem desconhecida com 20 (1 %). Em um trabalho que abrange municípios situados na região do Cerrado brasileiro, Soares e Porto (2007) relacionam a área de lavoura temporária acima de 10 mil hectares, a poluição do ar por queimadas e a atividade agropecuária, além do atributo de ter uma atividade agrícola prejudicada por pragas com o aumento na probabilidade em até 57 % de contaminação do solo e da água por agrotóxicos.

Contaminação hídrica

É fundamental para a população mundial compreender a importância da água para a vida, e a necessidade de se manter a qualidade desse recurso, tendo em vista a necessidade natural para a sobrevivência dos seres vivos, incluindo a própria espécie humana. A grande dificuldade é que a ocupação humana de áreas naturais é condicionada pela necessária proximidade de ambientes aquáticos. Assim, a mesma água que se presta ao atendimento de diferentes necessidades humanas (consumo, produção de energia, irrigação) é aquela na qual as populações lançam seus dejetos. Com isso, o padrão de qualidade da água no planeta tem sofrido alterações tão intensas que, em muitos casos, já produziram patamares elevados de degradação ambiental, levando até mesmo à extinção espécies aquáticas que não conseguem se recuperar em ambientes alterados.

Os ecossistemas aquáticos são os mais vulneráveis ao lançamento de contaminantes no ambiente. Além dos que são lançados diretamente na água, os que atingem primeiramente a atmosfera ou o solo tendem a chegar aos corpos hídricos via chuva, escoamento superficial ou infiltração para águas subterrâneas. E deve-se considerar, ainda, que existe uma quantidade expressiva de efluentes urbanos ou industriais lançados contínua e diretamente nas águas naturais.

Os contaminantes aquáticos podem ser divididos, segundo a sua origem, em dois grupos distintos, as fontes não pontuais e as fontes pontuais.

Fontes não pontuais

As fontes não pontuais são aquelas que não são fixas, ou seja, as que os poluentes não são lançados diretamente na água. As principais fontes não pontuais de contaminação hídrica são os vazamentos de combustíveis, o chorume (líquido poluente originado da decomposição do lixo) e os produtos agroquímicos (agrotóxicos e fertilizantes) utilizados na agricultura.

No Brasil existem cerca de 27 mil postos de combustíveis, os quais podem causar impacto sobre os recursos hídricos (TIBURTIUS et al., 2004). A contaminação de águas subterrâneas por compostos orgânicos desse tipo pode provocar sérios problemas à saúde pública. Trabalhos realizados em outros países evidenciam que os hidrocarbonetos benzeno, tolueno e xileno (BTX) são freqüentemente encontrados em águas subterrâneas, por causa do vazamento em tanques de estocagem (MOHAMMED; ALLAYALA, 1997; VENKATRAMAN et al., 1998; COSTURA; ALVAREZ, 2000). Considerando que, no Brasil, muitos tanques de postos de combustíveis têm mais de 25 anos de uso, estima-se que a possibilidade de ocorrerem vazamentos é grande, sobretudo, pelo surgimento de rachaduras ou corrosão (TIBURTIUS et al., 2004).

O problema dos depósitos de lixo não está relacionado apenas aos resíduos sólidos. Essas áreas de despejo não podem ser consideradas como o ponto final para muitas das substâncias contidas ou produzidas a partir do lixo urbano. Afinal, quando a água, principalmente das chuvas, percola por entre esses resíduos, várias substâncias orgânicas e inorgânicas são carreadas pelo chorume. A composição do chorume é muito variável, incluindo metais pesados (SISINNO; MOREIRA, 1996) e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (PEREIRA NETTO et al., 2002). Esse material pode se infiltrar no solo atingir águas subterrâneas ou escoar dos depósitos de lixo, chegar até cursos d'água, contaminando e comprometendo a qualidade das águas para as mais diversas finalidades (SISINNO; MOREIRA, 1996).

Da mesma forma que as substâncias presentes no lixo, os agroquímicos podem atingir os corpos hídricos, ainda que sejam aplicados nas plantas ou no solo e não diretamente na água. Em relação aos agrotóxicos, as dificuldades operacionais e instrumentais envolvidas na identificação dos compostos químicos na água inviabilizam as análises de rotina. Muitas vezes, apesar de os elementos não serem detectados no ambiente natural, não significa que não estejam lá em diminutas quantidades (OLIVEIRA-FILHO; LIMA, 2002).

Embora sejam consideradas substâncias de menor toxicidade, os fertilizantes, particularmente o nitrogênio e o fósforo, são os mais preocupantes por promoverem o processo de eutrofização, ou seja, o enriquecimento dos corpos d'água com nutrientes que favorecem a proliferação de algas e plantas aquáticas. Diversos estudos têm relatado e quantificado as consequências da eutrofização em vários países, como a proliferação exacerbada de algas com liberação de toxinas na água e o crescimento descontrolado de plantas que ocasionam a interrupção do funcionamento de usinas hidroelétricas (BOESCH et al., 2001; MARQUES et al., 2004; UKITA et al., 2006; ULÉN; FÖLSTER, 2007).

A aplicação de produtos químicos na água seja para manutenção de espécies cultivadas, seja para o controle de espécies nocivas, também

é uma prática comum em países como os Estados Unidos. No Brasil, alguns desses produtos vêm, igualmente, sendo empregados, mas em menor intensidade, apesar de existirem demandas para sua utilização como herbicidas aquáticos, algicidas, moluscicidas, inseticidas, drogas veterinárias ou mesmo para sanitização de ambientes de cultivo (MAXIMIANO et al., 2005).

Fontes pontuais

As fontes pontuais de contaminação hídrica, conforme comentado anteriormente, são bem definidas, porque, em geral, podem ser facilmente detectadas. Os efluentes industriais e os domésticos ou urbanos, mais conhecidos como esgotos, são as principais fontes pontuais de contaminação hídrica. Esse tipo de contaminação é um dos mais nocivos aos ecossistemas aquáticos em todo o mundo, pois se trata de lançamentos diretos e contínuos de composição química e biológica amplamente variável e desconhecida.

O lançamento de efluentes domésticos na água, uma prática característica do processo de urbanização, vem sendo há muitos anos acompanhado com atenção. Por volta do ano 1850, os cientistas tiveram grande incentivo para aprimorar seus conhecimentos sobre os efeitos adversos dos resíduos presentes na água, principalmente, daqueles que não eram visíveis a olho nu. Em 1855, o epidemiologista John Snow comprovou que a cólera era uma doença de veiculação hídrica relacionada com um poço público contaminado por esgoto na cidade de Londres. Em 1880, Louis Pasteur apresentou sua “teoria dos germes” na qual explicava que a água contaminada poderia transmitir doenças em função da presença de microrganismos. Desde então, a qualidade de água para consumo humano passou a ser um importante foco de atenção epidemiológica, particularmente, com respeito às doenças causadas por patógenos em águas para abastecimento público (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2000).

Essas importantes descobertas microbiológicas acarretaram, porém, redução na atenção voltada aos efluentes industriais, sobretudo, entre os anos de 1876 e 1932. Nesse período, acreditava-se que esses resíduos tivessem apenas efeitos indiretos sobre a saúde. Foi somente no pós-guerra que esse tipo de resíduo – particularmente as substâncias químicas – viria assumir posição de destaque como foco de ações de saúde pública. Teve início, nessa época, a divulgação dos problemas de saúde provocados pelos agentes que não eram germes patogênicos (TARR, 1985).

Nos Estados Unidos, com o crescimento da indústria e a popularização dos efeitos adversos decorrentes da exposição química, nos anos 1960, foram estabelecidos dois marcos legislativos referentes à qualidade de água: o “Water Quality Act”, de 1965, e o “Clean Water Restoration Act”, de 1966. Essas duas normas consolidaram 30 anos de debates sobre o controle das águas da nação americana, compondo uma legislação federal que apoiava a utilização de recursos públicos para controle da poluição aquática (SMITH, 2000).

No Brasil, no ano 2000, 47,8 % dos municípios não coletavam os esgotos; entre os 52,2% que contavam com o serviço, 20,2% tratavam esses dejetos e 32% só coletavam (IBGE, 2000). Dados levantados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), em 2003, mostram que a freqüência média de abastecimento de água nos domicílios urbanos brasileiros chega a 95,3 %, mas, em contrapartida, a coleta de esgotamento sanitário atinge apenas 50,6 %. O índice médio nacional de tratamento de esgoto foi de apenas 28,2 %, um modesto crescimento, inferior a 10 %, em relação à freqüência observada em 2000 (SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO, 2003). Esse dado alarmante significa um lançamento diário de milhões de litros de esgoto bruto nos ambientes aquáticos. Na avaliação do ex-presidente da Agência Nacional de Águas (ANA) Jerson Kelman, o principal problema de qualidade das águas no Brasil é o lançamento de esgotos domésticos nos corpos hídricos. Segundo esse gestor público, a construção de estações de tratamento de esgoto é um dos grandes desafios a ser

enfrentado pelo País no que concerne à gestão dos recursos hídricos. Cabe ressaltar que a os dados referentes à coleta e ao tratamento do esgoto nada dizem sobre a eficiência dos sistemas, visto que várias estações em operação apresentam condições precárias de funcionamento (KELMAN, 2002). A situação das águas parece se agravar mais quando se percebem as dificuldades analíticas e operacionais que um laboratório enfrenta para qualificar e/ou quantificar as infundáveis e desconhecidas substâncias químicas potencialmente poluidoras.

Na Europa e nos Estados Unidos, os principais problemas químicos detectados atualmente nos ambientes aquáticos têm sido resíduos de medicamentos, hormônios e produtos de higiene pessoal. Essas substâncias são eliminadas no esgoto após a utilização e não são absorvidas pelas sofisticadas estações de tratamento de esgoto dos avançados países do Hemisfério Norte (KOLPIN et al., 2002; PEDERSEN et al., 2005).

A legislação brasileira sobre qualidade de água foi recentemente atualizada, e a publicação da Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2005), é resultado de um trabalho integrado de vários setores do governo. Nela, dá-se um tratamento mais seletivo e aprimorado à qualidade das águas e ao lançamento de efluentes em relação às normas anteriores. No entanto, conforme ocorre em relação a outras matérias de interesse público, a fiscalização do cumprimento dos dispositivos legais cabe a órgãos estaduais de meio ambiente que, não raro, falham ao cumprir de maneira efetiva a tarefa a eles atribuída.

Redução na disponibilidade hídrica

A água é a substância química mais utilizada no planeta, no ambiente doméstico, na indústria e nos processos agrícolas, nos quais a finalidade principal é a irrigação. A agricultura é responsável por cerca de 80 % do consumo de água no mundo, o uso doméstico por cerca de 10 % e os outros 10 % ficam divididos entre o uso industrial e uma miríade de

outras atividades (ANTON, 1995). Em geral, as atividades agrícolas tendem a estimular a formação de cidades na proximidade de cursos naturais de água, aumentando, assim, a exploração desse recurso.

Diferentemente dos seres vivos e de alguns outros recursos naturais, a água é considerada um recurso não renovável. A maior parte das atividades nas quais é utilizada devolve ao ambiente uma água de qualidade inferior, com agentes contaminantes que afetam os recursos hídricos das mais variadas formas possíveis (eutrofização, mortandade de peixes). Desmatamento, contaminação e ações humanas responsáveis por processos de degradação ambiental dos recursos hídricos têm provocado alterações no ciclo hidrológico e reduzido a qualidade das águas. O resultado é que tanto os usos quanto a disponibilidade desse recurso ficam comprometidos.

Segundo Selborne (2001), os ecossistemas naturais, como as florestas e as áreas úmidas, desempenham papel fundamental na administração do ciclo hidrológico. A presença da vegetação estimula a infiltração de água no solo, ajudando a recarregar os depósitos subterrâneos, reduzindo o risco de inundação e retendo o solo no seu lugar, reduzindo a erosão. Os vegetais também incorporam água e liberam parte desse recurso para a atmosfera, sendo, assim, importantes componentes do ciclo hidrológico.

Um dos clássicos exemplos de efeitos adversos por alteração do regime hídrico em virtude de desmatamento e de mudança no uso do solo pode ser bem representado pelo caso Everglades, sul da Flórida, Estados Unidos. Originalmente, era uma região pantanosa, com grande biodiversidade a qual teve cerca de 50 % de sua área tomada pelo desenvolvimento agrícola e urbano. As ações humanas alteraram totalmente o ciclo hidrológico da região, reduzindo a disponibilidade de água tanto para a agricultura quanto para o consumo doméstico na região. Com a mistura e a liberação de efluentes agrícolas e urbanos, a eutrofização também se disseminou pelos corpos hídricos da região. Essas alterações

estão intimamente relacionadas com um dramático declínio nas populações de pássaros e um intenso domínio de plantas aquáticas, além de ampla invasão por espécies exóticas. Em resposta, o governo do estado da Flórida tem gasto milhões de dólares numa complexa estratégia de engenharia para restaurar o ecossistema, visando principalmente controlar o excesso de nutrientes e restabelecer um ciclo hidrológico “mais natural” (CHIMNEY; GOFORTH, 2001).

Todos esses fatores mostram que a otimização do uso da água e uma adequada distribuição geográfica das populações são fatores fundamentais para o melhor gerenciamento dos recursos hídricos.

Embora o Brasil seja um dos países mais privilegiados quanto ao seu volume de recursos hídricos, cerca de 674.918,9 m³/km², outros países têm pouco acesso a esse líquido vital (LIMA, 2001). Todavia, segundo Libânio et al. (2005), não há dúvidas de que a indisponibilidade de água, suficiente para atendimento das demandas básicas, constitui-se em fator crítico para o desenvolvimento de algumas regiões do País. Além da disponibilidade, deve-se considerar que é fundamental o investimento em ações de saneamento.

Dados recentes mostram que a disponibilidade hídrica no Cerrado brasileiro ainda é satisfatória, contudo, processos de melhoria na gestão dos recursos hídricos devem ser implementados o quanto antes de modo a não inviabilizar o uso da água (confira Cap. 3 desta obra).

Redução na biodiversidade

Uma consequência inevitável de todos os problemas apresentados é a redução na biodiversidade. A diminuição no número e a extinção de várias espécies figuram entre as grandes preocupações de cientistas, organizações não governamentais (ONGs) e ambientalistas.

O número de espécies conhecidas pela ciência é de cerca de 2 milhões, mas se acredita que existam de 10 milhões a 30 milhões

(MAY; BEVERTON, 1990), todavia, segundo estimativas, cerca de 150 tipos de organismos são extintos por dia (LAMONT, 1995). Segundo Chapin et al. (1998), as espécies têm desaparecido numa taxa de 100 a 1.000 vezes mais rapidamente do que em épocas anteriores à existência do homem na Terra. A extinção adicional das espécies ameaçadas pode acelerar consideravelmente essa perda, superando a velocidade com que os ecossistemas conseguem efetuar “compensações” e se adaptar.

Em vários países, diversas partes do corpo de animais vêm sendo comercializadas e utilizadas, tanto para fins decorativos como medicinais, sem nenhum critério de preservação. Assim, a caça e a biopirataria também devem ser consideradas como fatores de redução da biodiversidade. As partes do corpo de um tigre siberiano chegam a valer até 5 milhões de dólares, gerando enorme ação predatória sobre os 4 mil indivíduos que, segundo estimativa, vivem em liberdade. (DONOHOE, 2003). Em relação ao tráfico de indivíduos da fauna e da flora, o Brasil caracteriza-se pela ausência de qualquer informação sistematizada ou estatística por parte dos órgãos governamentais responsáveis pela fiscalização de tal comércio. Nenhuma instituição no País detém um banco de dados sobre a biopirataria. Em termos absolutos, calcula-se que, no Brasil, anualmente, o tráfico seja o responsável pelo desaparecimento de 12 milhões de animais silvestres (LACAVA, 1995).

O impacto dessas atividades, em termos de perda de biodiversidade, é imprevisível e podem influenciar consideravelmente, no futuro, os processos evolutivos (MYERS; KNOLL, 2001). No Brasil, Fearnside (2005) estima que o impacto seja maior em regiões com altos níveis de endemismo, tais como a Mata Atlântica brasileira. Esse autor acredita, ainda, que, se o desmatamento na Floresta Amazônica mantiver, nos próximos anos, a dinâmica atual, brevemente, atingirá os mesmos níveis de degradação ambiental da Mata Atlântica.

O Cerrado brasileiro, por sua vez, é considerado outro *hotspot* mundial de biodiversidade. A despeito disso, a atenção voltada à sua

preservação tem sido muito menor do que aquela dispensada à Amazônia ou à Mata Atlântica. Somente cerca de 6 % desse bioma está legalmente protegido e existem estimativas de que pelo menos 20 % das espécies endêmicas e ameaçadas permanecem fora dos parques e das reservas já criados (KLINK; MACHADO, 2005).

Vários estudos têm buscado conhecer melhor os efeitos adversos da perda de biodiversidade para o funcionamento dos ecossistemas naturais (CHAPIN et al., 1998; PETCHEY et al., 1999; JONSSON et al., 2002). Apesar de terem obtido resultados importantes, inúmeras dúvidas ainda permanecem, fazendo dessa uma das grandes questões discutidas na atualidade pelos ecólogos. Todavia, de acordo com Luck et al. (2003), a incerteza não é motivo para deixar de agir. Se existe algum dado sugerindo que a perda de espécies pode prejudicar os serviços que os ecossistemas prestam à humanidade, a melhor alternativa para a preservação do ser humano é buscar a preservação da biodiversidade.

Aquecimento global

Não existem mais dúvidas quanto à existência do aquecimento global, causado pelo acúmulo de gases de efeito estufa, provenientes de emissões antrópicas, nos últimos 150 anos. Os dados são apresentados pelo “Relatório Intergovernamental sobre Mudança Climática” (IPCC) e desmentem qualquer afirmação de que as mudanças climáticas globais não passariam de uma abstração teórica, de interesse acadêmico, superdimensionada por pressões políticas de grupos ambientalistas. O documento conclui ser inegável que a principal causa da elevação da temperatura em todo o mundo, nas últimas décadas, é oriunda de atividades humanas que aumentam a concentração de gases de efeito estufa e de aerossóis na atmosfera (SALATI et al., 2002). Conforme já dito, as principais atividades a contribuir para o fenômeno são o desmatamento e a utilização dos combustíveis fósseis.

As conseqüências previstas para esse fenômeno climático são as mais diversas possíveis. Por exemplo, o derretimento de calotas polares e geleiras – processo já em andamento em diversos picos gelados (Kilimandjaro, Everest, Aconcágua) – e a elevação do nível do mar que ameaça tornar parcial ou completamente submersas as cidades do litoral, particularmente preocupante para países baixos como Bangladesh e Holanda. Também se espera uma intensificação dos efeitos de fenômenos como El Niño e La Niña, o que deve contribuir para o aumento da ocorrência de chuvas que acarretem inundações e para que a temperatura suba ou caia a ponto de eliminar populações não adaptadas. Nesse cenário, a extinção de espécies é inevitável (DONOHOE, 2003).

Impactos sobre a saúde humana

A degradação ambiental tende a influenciar negativamente a saúde das pessoas. O desmatamento, por exemplo, é um dos principais fatores relacionados com a expansão de vetores de doenças para os centros urbanos. No Brasil, especificamente, Briceno-Leon (2007) relaciona diversos problemas ambientais, como o desmatamento, a urbanização de áreas e a redução de reservatórios silvestres, ao aumento na incidência da doença de Chagas na Amazônia. Pattanayak et al. (2006), por sua vez, associam a presença humana e as alterações ambientais decorrentes com a disseminação da malária pelo mundo.

As alterações no uso do solo, após o desmatamento para a agricultura e a pecuária ou mesmo para assentamentos de comunidades, criam, também, ambientes favoráveis à proliferação de parasitas e seus hospedeiros (PATZ et al., 2000; WILCOX; COLWELL, 2005). A água contaminada por substâncias químicas pode, da mesma forma, resultar em efeitos agudos (VASCONCELOS, 1999; DONOHOE, 2003) ou crônicos sobre a saúde (DONOHOE, 2003; YOSHIDA et al., 2004). Além disso, serve como meio de disseminação de inúmeros microrganismos, responsáveis por várias doenças parasitárias na população humana (PATZ et al., 2000).

Segundo uma pesquisa recente da Organização Mundial da Saúde (OMS) em 23 países, mais de 10 % da mortalidade está relacionada a dois problemas ambientais: (1) a contaminação das águas; e (2) a poluição do ar no interior dos domicílios, decorrente, sobretudo, do uso de combustíveis na cozinha. As principais vítimas são crianças de até 5 anos de idade que têm cerca de 74 % das suas mortes relacionadas com diarréia e doenças respiratórias (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2007).

Perspectivas futuras e considerações finais

As contínuas alterações às quais o ser humano submete os ecossistemas naturais tornaram, em diversas partes do mundo, insustentável a relação com o ambiente. Os exemplos reunidos nesta breve revisão expõem a íntima inter-relação que conecta a ocupação do solo, as demandas por recursos naturais, a geração de resíduos, a perda de biodiversidade, o aumento da variabilidade climática e a elevação da incidência de doenças nas populações humanas. Na verdade, devemos encontrar a melhor maneira para atender as necessidades humanas fundamentais preservando os sistemas de suporte de vida do planeta e evitando a degradação ambiental. Essa noção teve origem nos estudos teóricos e práticos feitos por ecólogos com diversos tipos de organismo e se disseminou a partir do final da década de 1980. Atualmente, diante da realidade do efeito estufa, pode-se dizer que se transformou num verdadeiro imperativo.

Sob a ótica da preservação da espécie humana, uma boa opção para se avaliar a degradação ambiental é medir a saúde pública. Com base nas recentes pesquisas da OMS, jornais brasileiros publicaram, em junho de 2007, que, no Brasil, as doenças ambientais matam, anualmente, milhares de pessoas. Deve-se levar em conta que a contaminação hídrica por falta de saneamento e a contaminação atmosférica estão entre os problemas de maior relevância. Por isso, deveriam constituir focos prioritários de atenção não somente da saúde pública, mas também da

gestão pública nacional. Outras ações visando ao planejamento para uso do solo e para o crescimento das cidades devem ser, o quanto antes, inseridas nas pautas de trabalho dos políticos e governantes. Mais que isso, urge que essas medidas sejam implementadas.

Em geral, o desafio é consideravelmente grande. No âmbito da comunidade, deve-se concentrar em esforços educativos, conduzidos de modo a fazer que cada indivíduo se perceba como integrante de um sistema a ser preservado. A experiência mostra que nem todos os indivíduos conhecem os efeitos que suas ações podem causar ao ambiente que o rodeia. Além disso, em vários casos, a prática cotidiana (e ambientalmente degradante) já está tão inserida na comunidade ou na população que se torna difícil convencer as pessoas das desastrosas consequências potenciais de suas ações. Essa questão se complica mais quando se trata do uso ou do consumo de um recurso natural de maneira não renovável. Muitas vezes, ações que desencadeiam ou sustentam processos de degradação ambiental se justificam pela necessidade social mais básica: a sobrevivência.

Desse modo, torna-se fundamental o apoio da mídia, do governo e da iniciativa privada para o estímulo à preservação ambiental. Especial incentivo deve ser dado a projetos na área de educação ambiental, capazes de deflagrar mudanças de comportamento. O crescimento da preocupação e do compromisso da população com um novo modelo de uso dos recursos tende a contribuir para que se forme uma massa crítica de cidadãos, conscientes da necessidade de perseguir uma relação saudável com o ambiente.

Para que a degradação seja mitigada, são requeridas ações individuais e coletivas, como: eliminação do desperdício no consumo de água; separação e reciclagem dos resíduos sólidos; busca contínua da eficiência dos processos de irrigação; ampliação dos sistemas de abastecimento e tratamento de água; eficácia no controle dos lançamentos de poluentes no ar, na água e no solo; e, por último, planejamento do uso dos recursos naturais.

Como os problemas ambientais têm causas e consequências múltiplas, requerem discussões integradas, envolvendo gestores públicos, políticos, cientistas e membros da comunidade, ou seja, todas as esferas da sociedade. Já que o futuro da espécie humana nunca havia provocado tantos e tão acalorados debates, somente uma ampla e contínua discussão sobre as políticas públicas voltadas ao uso sustentável do planeta, conjugada com ações integradas, poderão remediar essa lamentável situação.

Referências

- ALUKO, M. A. O. Sustainable development, environmental degradation and the entrenchment of poverty in the Niger Delta of Nigeria. **Journal of Human Ecology**, v. 15, n. 1, p. 63-68, 2004.
- ALMEIDA, P. **Qualidade do ar**. Folheto Informativo GECEA - Grupo de Estudantes do Curso de engenharia do Ambiente, n. 1, maio 2003. Disponível em: <<http://www.est.ips.pt/gecea/folhetos/folheto1.pdf>>. Acesso em: 6 jun. 2007.
- ANTON, D. J. **Diversity, globalization, and the ways of nature**. Ottawa: International Development Research Centre, 1995. 223 p.
- BERGVALL, C.; WESTERHOLM, R. Identification and determination of highly carcinogenic dibenzopyrene isomers in air particulate samples from a street canyon, a rooftop, and a subway station in Stockholm. **Environmental Science and Technology**, v. 41, n. 3, p. 731-737, 2007.
- BOESCH, D. F.; BRINSFIELD, R. B.; MAGNIEN, R. E. Chesapeake Bay eutrophication: scientific understanding, ecosystem restoration, and challenges for agriculture. **Journal of Environmental Quality**, v. 30, n. 2, p. 303-320, 2001.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Seção 1, p. 58-63.
- BRICENO-LEON, R. Chagas disease and globalization of the Amazon. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 23, p. S33-S40, 2007. Suplemento 1.

BRUNDTLAND, G. H. (Ed.). **Our common future**: World Comission on Environment and Development. Oxford: Oxford University Press, 1987.

CAMPOS, C. P.; MUylaert, M. S.; ROSA, L. P. Historical CO₂ emission and concentrations due to land use change of croplands and pastures by country. **Science of the Total Environment**, v. 346, n. 1/3, p. 149-155, 2005.

CANÇADO, J. E. D.; BRAGA, A.; PEREIRA, L. A. A.; ARBEX, M. A.; SALDIVA, P. H. N.; SANTOS, U. P. Repercussões clínicas da exposição à poluição atmosférica. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 32, p. S5-S11, 2006. Suplemento 2.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo. **Áreas contaminadas**. 2006. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/areas_contaminadas/areas.asp>. Acesso em: 12 jun. 2007.

CHAPIN, F. S.; SALA, O. E.; BURKE, I. C.; GRIME, J. P.; HOOPER, D. U.; LAUENROTH, W. K.; LOMBARD, A.; MOONEY, H. A.; MOSIER, A. R.; NAEEM, S.; PACALA, S. W.; ROY, J.; STEFFEN, W. L.; TILMAN, D. Ecosystem consequences of changing biodiversity: experimental evidence and a research agenda for the future. **Bioscience**, v. 48, n. 1, p. 45-52, 1998.

CHIMNEY, M. J.; GOFORTH, G. Environmental impacts to the Everglades ecosystem: a historical perspective and restoration strategies. **Water Science and Technology**, v. 44, n. 11/12, p. 93-100, 2001.

COSTURA, R. K.; ALVAREZ, P. J. J. Expression and longevity of toluene dioxygenase in *Pseudomonas putida* F1 induced at different dissolved oxygen concentrations. **Water Research**, v. 34, n. 11, p. 3014-3018, 2000.

DIAMOND, J. **Collapse**: how societies choose to fail or survive. London: Penguin Books, 2005. 576 p.

DONOHOE, M. Causes and health consequences of environmental degradation and social injustice. **Social Science & Medicine**, v. 56, n. 3, p. 573-587, 2003.

FEARNSIDE, P. M.; TARDIN, A. T.; MEIRA FILHO, L. G. **Deforestation rate in Brazilian Amazonia**. São José dos Campos: INPE, 1990. 8 p.

FEARNSIDE, P. M. Deforestation in brazilian Amazônia: history, rates and consequences. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 680-688, 2005.

FERREIRA, L. V.; VENTICINQUE, E.; ALMEIDA, S. O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. **Estudos Avançados**, v. 19, n. 53, p. 157-166, 2005.

FIERENS, S.; MAIRESSE, H.; HEILIER, J. F.; FOCANT, J. F.; EPPE, G.; DE PAUW, E.; BERNARD, A. Impact of iron and steel industry and waste incinerators on human exposure to dioxins, PCBs, and heavy metals: results of a cross-sectional study in Belgium. **Journal of Toxicology and Environmental Health - Part A**, v. 70, n. 3/4, p. 222-226, 2007.

GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. G. Status do hotspot Mata Atlântica: uma síntese. In: _____. **Mata Atlântica**: biodiversidade, ameaças e perspectivas. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica; Belo Horizonte: Conservação Internacional, 2005. p. 3-11.

HOUAISS, A.; VILLAR, M. S. **Dicionário Houaiss da língua portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

HOUGHTON, T.; DING, Y.; GRIGGS, D. J.; NOGUER, M.; VAN DER LINDEN, P. J.; DAI, X.; MASKELL, K.; JOHNSON, C. A. (Ed.). **Climate Change 2001: the scientific basis**. Cambridge: Cambridge University Press, 2001. 881 p.

IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000**. 2000. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/27032002pnsb.shtml>>. Acesso em: 20 jun. 2007.

JONSSON, M.; DANGLES, O.; MALMQVIST, B.; GUÉROLD, F. Simulating species loss following perturbation: assessing the effects on process rates. **Proceedings of the Royal Society of London B**, v. 269, n. 1495, p. 1047-1052, 2002.

KELMAN, J. **A poluição e a seca**. Rio de Janeiro: Instituto Brasil PNUMA, 2002. (Informativo, 65). Disponível em: <http://www.brasilpnuma.org.br/pordentro/artigos_004.htm>. Acesso em: 20 jun. 2007.

KEPNER, W. G. Introduction: desertification and security, perspectives for the Mediterranean region. In: KEPNER, W. G.; RUBIO, J. L.; MOUAT, D. A.; PEDRAZZINI, F. (Ed.). **Desertification in the Mediterranean region**: a security issue. Germany: Springer, 2005. p. 1-5.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 147-155, 2005.

KOLPIN, D. W.; FURLONG, E. T.; MEYER, M. T.; THURMAN, E. M.; ZAUGG, S. D.; BARBER, L. B.; BUXTON, H. T. Pharmaceuticals, hormones, and other organic wastewater contaminants in U.S. streams, 1999-2000: a national reconnaissance. **Environmental Science and Technology**, v. 36, n. 6, p. 1202-1211, 2002.

KRUG, T.; FIGUEIREDO, H. B.; SANO, E. E.; ALMEIDA, C. A.; SANTOS, J. R.; MIRANDA, H. S.; SATO, M. N.; ANDRADE, S. M. A. **Emissões de gases de efeito estufa da queima de biomassa no cerrado não-antrópico utilizando dados orbitais**. Brasília, DF: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2006.

KUO, T. H.; CHANG, C. F.; URBA, A.; KVIETKUS, K. Atmospheric gaseous mercury in Northern Taiwan. **Science of the Total Environment**, v. 368, n. 1, p. 10-18, 2006.

LACAVA, U. **Tráfico de animais silvestres no Brasil**: um diagnóstico preliminar. Brasília, DF: WWF Brasil, 1995. 54 p.

LAMONT, B. B. Testing the effect of ecosystem composition/structure on its functioning. **Oikos**, v. 74, n. 2, p. 283-295, 1995.

LEWONTIN, R. **A tripla hélice**: gene, organismo e ambiente. São Paulo: Companhia das Letras, 2002. 144 p.

LIBÂNIO, P. A. C.; CHERNICHARO, C. A. L.; NASCIMENTO, N. O. A dimensão da qualidade de água: avaliação da relação entre indicadores sociais, de disponibilidade hídrica, de saneamento e de saúde pública. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 10, n. 3, p. 219-228, 2005.

LIMA, J. E. F. W. **Recursos hídricos no Brasil e no mundo**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2001. 46 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 33).

LODOVICI, M.; VENTURINI, M.; MARINI, E.; GRECHI, D.; DOLARA, P. Polycyclic aromatic hydrocarbons air levels in Florence, Italy, and their correlation with other air pollutants. **Chemosphere**, v. 50, n. 3, p. 377-382, 2003.

LUCK, G. W.; DAILY, G. C.; EHRLICH, P. R. Population diversity and ecosystem services. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 18, n. 7, p. 331-336, 2003.

MARQUES, M.; COSTA, M. F. da; MAYORGA, M. I.; PINHEIRO, P. R. Water environments: anthropogenic pressures and ecosystem changes in the Atlantic drainage basins of Brazil. **Ambio**, v. 33, n. 1/2, p. 68-77, 2004.

MAXIMIANO, A. A.; FERNANDES, R. O.; NUNES, F. P.; ASSIS, M. P.; MATOS, R. V.; BARBOSA, C. G. S.; OLIVEIRA-FILHO, E. C. Utilização de drogas veterinárias, agrotóxicos e afins em ambientes hídricos: demandas, regulamentação e considerações sobre riscos à saúde humana e ambiental. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 10, n. 2, p. 483-491, 2005.

MAY, R. M.; BEVERTON, R. J. H. How many species? **Philosophical Transactions of the Royal Society of London B**, v. 330, n. 1257, p. 293-304, 1990.

MOHAMMED N.; ALLAYLA R. I. Modeling transport and biodegradation of BTX compounds in saturated sandy soil. **Journal of Hazardous Materials**, v. 54, n. 3, p. 155-174, 1997.

MYERS, N.; KNOLL, A. H. The biotic crisis and the future of evolution. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 98, n. 10, p. 5389-5392, 2001.

OLIVEIRA-FILHO, E. C.; LIMA, J. E. F. W. **Potencial de impacto da agricultura sobre os recursos hídricos na região do cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2002. 50 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 56).

OSUJI, L. C.; AVWIRI, G. O. Flared gases and other pollutants associated with air quality in industrial areas of Nigeria: an overview. **Chemistry & Biodiversity**, v. 2, n. 10, p. 1277-1289, 2005.

PATTANAYAK, S.; DICKINSON, K.; COREY, C.; MURRAY, B.; SILLS, E.; KRAMER, R. Deforestation, malaria, and poverty: a call for transdisciplinary research to support the design of cross-sectoral policies. **Sustainability: Science, Practice, & Policy**, v. 2, n. 2, p. 45-56, 2006.

PATZ, J. A.; GRACZYK, T. K.; GELLER, N.; VITTOR, A. Y. Effects of environmental change on emerging parasitic diseases. **International Journal of Parasitology**, v. 30, n. 12/13, p. 1395-1405, 2000.

PEDERSEN, J. A.; SOLIMAN, M.; SUFFET, I. H. Human pharmaceuticals, hormones, and personal care product ingredients in runoff from agricultural fields irrigated with treated wastewater. **Journal of Agricultural Food and Chemistry**, v. 53, n. 5, p. 1625-1632, 2005.

PEREIRA, A. S. Mudança climática e energias renováveis. **Com Ciência**, n. 34, ago. 2002. Disponível em: <<http://comciencia.br/reportagens/clima/clima12.htm>>. Acesso em: 06 jun. 2007.

PEREIRA NETTO, A. D.; SISINNO, C. L. S.; MOREIRA, J. C.; ARBILLA, G.; DUFRAAYER, M. C. Polycyclic aromatic hydrocarbons in leachate from a municipal solid waste dump of Niterói City, RJ, Brazil. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 68, p. 148-154, 2002.

PETCHY, O. L.; MCPHEARSON, P. T.; CASEY, T. M.; MORIN, P. J. Environmental warming alters food-web structure and ecosystem function. **Nature**, v. 402, n. 6757, p. 69-72, 1999.

SALATI, E.; SANTOS, A. A.; NOBRE, C. As mudanças climáticas globais e seus efeitos nos ecossistemas brasileiros. **Com Ciência**, n. 34, ago. 2002. Disponível em: <<http://comciencia.br/reportagens/clima/clima14.htm>>. Acesso em: 6 jun. 2007.

SELBORNE, L. **A ética do uso da água doce**: um levantamento. Brasília, DF: UNESCO, 2001. 80 p.

SISINNO, C. L. S.; MOREIRA, J. C. Avaliação da contaminação e poluição ambiental na área de influência do aterro controlado do Morro do Céu, Niterói, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 12, n. 4, p. 515-523, 1996.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Diagnósticos dos serviços de água e esgotos**. Brasília: Ministério das Cidades, 2003. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br>>. Acesso em: 18 jun. 2007.

SMITH, J. K. Turning silk purses into sows' ears: environmental history and the chemical industry. **Enterprise & Society**, v. 1, n. 4, p. 785-812, 2000.

SOARES, W. L.; PORTO, M. F. Atividade agrícola e externalidade ambiental: uma análise a partir do uso de agrotóxicos no cerrado brasileiro. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 12, n. 1, p. 131-143, 2007.

TARR, J. A. Industrial wastes and public health: some historical notes, Part I, 1876-1932. **American Journal of Public Health**, v. 75, n. 9, p. 1059-1067, 1985.

TIBURTIUS, E. R. L.; PERALTA-ZAMORA, P.; LEAL, E. S. Contaminação de águas por BTXs e processos utilizados na remediação de sítios contaminados. **Química Nova**, v. 27, n. 3, p. 441-446, 2004.

WILCOX, B. A.; COLWELL, R. R. Emerging and reemerging infectious diseases: biocomplexity as an interdisciplinary paradigm. **EcoHealth**, v. 2, n. 4, p. 244-257, 2005.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **New country-by-country data show in detail the impact of environmental factors on health**. New Releases, 13 june 2007. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2007/pr30/en/index.html>>. Acesso em: 19 jun. 2007.

UKITA, M.; SHI, X.; HIGUCHI, T.; ARKIN, Y.; FUKADA, M. Study on the potential of farmland soils as non-point sources of nitrogen and phosphorus in Japan. **Water Science and Technology**, v. 53, n. 2, p. 119-130, 2006.

ULÉN, B.; FÖLSTER, J. Recent trends in nutrient concentrations in Swedish agricultural rivers. **Science of the Total Environment**, v. 373, n. 2/3, p. 473-487, 2007.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **History of drinking water treatment**. EPA-816-F-00-006. 2000. Disponível em: <<http://www.epa.gov/safewater/consumer/pdf/hist.pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2007.

VANZ, A.; MIRLEAN, N.; BAISCH, P. Avaliação de poluição do ar por chumbo particulado: uma abordagem geoquímica. **Química Nova**, v. 26, n. 1, p. 25-29, 2003.

VASCONCELOS, V. M. Cyanobacterial toxins in Portugal: effects on aquatic animals and risk for human health. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 32, n. 3, p. 249-254, 1999.

VENKATRAMAN, S. N.; SCHURING, J. R.; BOLAND, T. M.; BOSSERT, I. D.; KOSSON, D. S. Application of pneumatic fracturing to enhance *in situ* bioremediation. **Journal of Soil Contamination**, v. 7, n. 2, p. 143-162, 1998.

YOSHIDA, T.; YAMAUCHI, H.; FAN SUN, G. Chronic health effects in people exposed to arsenic via the drinking water: dose-response relationships in review. **Toxicology and Applied Pharmacology**, v. 198, n. 3, p. 243-252, 2004.

ZHAO, S.; PENG, C.; JIANG, H.; TIAN, D.; LEI, X.; ZHOU, X. Land use change in Asia and the ecological consequences. **Ecological Research**, v. 21, n. 6, p. 890-896, 2006.

Uso racional da água na agricultura

Jorge Enoch Furquim Werneck Lima;
Euzebio Medrado da Silva;
Juscelino Antônio de Azevedo

Introdução

A existência de vida na Terra é totalmente vinculada às condições ambientais que aqui se encontram. Pelo menos até o presente momento, nossa sobrevivência depende da exploração dos recursos naturais existentes em nosso planeta, como o ar, a terra e a água.

Entre os seres viventes do planeta, a espécie que mais demanda recursos naturais é, sem dúvida, o ser humano que, para o suprimento de suas necessidades, algumas delas básicas e outras nem tanto, explora e modifica o ambiente. O que ocorre é que, até pouco tempo atrás, a relação entre o número de habitantes da Terra e a disponibilidade de recursos naturais não provocava maiores preocupações em relação ao bom aproveitamento deles. Isso dava a impressão de os recursos naturais serem infinitos. Entretanto, com o crescimento demográfico e o aumento da demanda por eles, principalmente, por água e terra, observou-se claramente uma mudança de paradigma na sociedade que, a partir dos conflitos gerados, percebeu o fato de esses recursos serem finitos.

Obviamente, em algumas regiões do planeta onde os recursos hídricos e as terras férteis são mais escassos, esses conceitos são mais antigos, contudo, atualmente, é difícil encontrar áreas em que essas discussões não estejam presentes. Esses fatos impulsionaram o

desenvolvimento de técnicas que estão favorecendo o uso racional dos recursos naturais como forma de otimizar seu aproveitamento, minimizando os conflitos e os impactos ambientais decorrentes das atividades antrópicas.

Dentre as atividades antrópicas, a agrícola é aquela que ocupa a maior extensão de terra e a que utiliza a maior quantidade de água. Portanto, ela representa uma grande modificadora do meio em que vivemos e, dessa forma, deve ser desenvolvida sobre bases técnicas adequadas e responsáveis para que gere seus inúmeros benefícios ao ser humano, com o menor dano possível ao meio ambiente.

Diante do exposto, neste capítulo, são apresentadas algumas tecnologias e informações geradas, principalmente, por pesquisadores da Embrapa Cerrados, como forma de difundir conhecimentos fundamentais para possibilitar o uso racional da água na agricultura, com enfoque especial para a realidade do Cerrado Brasileiro.

Água para a produção de alimentos

No ano 2000, o volume total de água captada dos corpos hídricos pelo ser humano foi estimado em 3.695 km³. Desse montante, 9,5 % foram usados para o abastecimento humano, 20,3 % para a produção industrial e 70,2 % para a produção de alimentos.

No Brasil, a vazão captada no ano 2000 foi estimada em 1.592 m³.s⁻¹, sendo 46 % para fins de irrigação, 26 % destinados ao abastecimento urbano, 18 % para a indústria, 7 % para a criação de animais e apenas 3 % para o abastecimento de comunidades rurais (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2005). Entretanto, descontando a taxa de retorno de água de cada um dos usos citados para a própria bacia hidrográfica de onde os recursos hídricos foram captados, a irrigação responde por 69 % do consumo efetivo de recursos hídricos do País, o abastecimento urbano representa 11 %; o uso para a produção animal, 11 %; o industrial, 7 % e o abastecimento rural, 2 % (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2005). Assim sendo, aproximadamente 80 % do consumo efetivo de água, no Brasil, destina-se à produção de alimentos.

O mundo precisa de alimentos e, para produzi-los, como demonstrado, é necessário grande quantidade de água.

Entre todos os usos, a prática da agricultura irrigada é aquela que mais demanda recursos hídricos em termos quantitativos. Dependendo da cultura plantada, do clima, do solo, do sistema de cultivo e do manejo da irrigação, consomem-se, normalmente, de $3.000\text{ m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ a $15.000\text{ m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, ou seja, de $300\text{ mm}.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ a $1.500\text{ mm}.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, de acordo com a necessidade de suplementação hídrica anual. Segundo Cosgrove e Rijsberman (1999), a produtividade média da água para a produção de grãos está entre $0,2\text{ kg.m}^{-3}$ e $1,5\text{ kg.m}^{-3}$.

Em regiões onde as chuvas são escassas ou incertas em determinados períodos do ano, a irrigação, quando há água disponível, torna-se uma prática indispensável para o desenvolvimento de uma agricultura mais intensiva, aumentando a produção por área plantada e minimizando os riscos de quebra de safra, como é o caso do Cerrado. Sem o uso da irrigação, o agricultor fica restrito a produzir uma ou, com sorte, até duas safras por ano numa mesma área, entretanto, se utilizar a irrigação, poderá obter até três safras por ano numa mesma área, com menor risco e maior produtividade em cada uma delas.

Para se ter uma idéia da importância da irrigação, de toda a área cultivada no mundo em 2003, cerca de 1,5 bilhão de hectares, apenas 278 milhões (18,5 %) estavam sob sistemas irrigados e, nessa área, obteve-se cerca de 44 % da produção de alimentos. Portanto, se não fosse pela irrigação, para produzir a mesma quantidade de alimentos no mundo, seria necessário ampliar a área plantada em aproximadamente 47 %, passando de 1,5 para 2,2 bilhões de hectares, senão, a produção seria da ordem de 30 % menor. Além da importância social e econômica, esse constitui um fator positivo da irrigação, inclusive, em termos ambientais, pois, como demonstrado, sua utilização reduz a necessidade de abertura de novas áreas para o aumento da produção de alimentos.

No Brasil, a área total plantada em 2003 foi de 58,5 milhões de hectares, dos quais apenas 3,4 milhões de hectares (5,8 %) estavam sob

sistemas de irrigação. Contudo, segundo Christofidis (2006a), estima-se que a área apta ao desenvolvimento da agricultura no País seja de 110,0 milhões de hectares, sendo o potencial para a irrigação de 29,5 milhões de hectares, ou seja, 26,8 % do total. Esses números demonstram o potencial de crescimento da agricultura irrigada no Brasil que, atualmente, utiliza pouco mais de 10,0 % de toda a sua capacidade.

A pecuária é outra atividade do setor agrícola que demanda grande quantidade de água. Além da água consumida diretamente pelos animais, há ainda a que é utilizada na produção de alimento para esses animais, no abate e no processamento de suas carnes, couro e demais derivados. Essa atividade também tem forte relação com os recursos hídricos uma vez que, para a sua aplicação, são modificadas grandes extensões de terra por meio, principalmente, do desmatamento e da plantação de pastagens. O manejo inadequado das pastagens pode representar um problema para os recursos hídricos, diminuindo a infiltração da água no solo, aumentando os picos de cheia, reduzindo a disponibilidade hídrica nos períodos de seca, acelerando os processos erosivos e o carreamento de contaminantes para os rios e lagos.

Segundo Clarke e King (2005), a produtividade da água para a avicultura de corte é de cerca de 0,3 kg.m⁻³, ou seja, para produzir 1 kg de frango pronto para o consumo são necessários 3.500 litros de água. Para a produção de carne bovina os mesmos autores apresentam uma relação de 1 kg com 15.000 litros de água, que representa menos de 0,1 kg.m⁻³. Apesar de esses números serem globais e bastante variáveis em função dos diferentes modelos de pecuária (intensiva, semi-intensiva ou extensiva), é fato que na produção de carne utiliza-se muita água e que o Brasil está entre os principais países do mercado mundial de carne, detendo 39 % do comércio internacional de carne de frango, 27 % do de carne bovina e 11 % do de carne suína (CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL, 2007).

No Brasil, o desenvolvimento da aquicultura (piscicultura, carcinicultura, malacocultura e outros) vem ocorrendo de forma acelerada.

Em 2005, foram produzidas cerca de 250 mil toneladas de pescado sob cultivo, sendo que o potencial do País chega a 1,5 milhão de toneladas (BRASIL, 2006). Entre as principais espécies de peixes produzidos em água doce estão as tilápias, as carpas, o tambaqui, o pacu e o surubim.

Para o desenvolvimento da aquicultura, necessita-se de água de boa qualidade e em abundância. Nessa atividade o uso da água pode ocorrer de diferentes maneiras, em viveiros e tanques abastecidos por meio de derivações e captações do corpo hídrico, ou em gaiolas e tanques-rede implantados no próprio curso d'água, açudes ou reservatórios em que não há retirada de água do sistema hídrico. Até agora, a forma mais comum de cultivo de animais aquáticos, no Brasil, ainda é a praticada em tanques e viveiros escavados na terra. Nessas estruturas, o consumo de água necessário para repor as perdas de água por evaporação e infiltração, que dependem de características do clima e do solo, varia de $1,6 \text{ L.s}^{-1}.\text{ha}^{-1}$ a $23,4 \text{ L.s}^{-1}.\text{ha}^{-1}$, sendo $10,0 \text{ L.s}^{-1}.\text{ha}^{-1}$ o valor médio normalmente considerado (ONO; KUBITZA, 2002).

Uso da água pelo setor agrícola no Cerrado

O Cerrado se destaca no cenário agrícola nacional e mundial. Com menos de 50 anos de ocupação agrícola, esse bioma já conta com 61 milhões de hectares de pastagens cultivadas, 14 milhões de hectares de culturas anuais e 3,5 milhões de hectares de culturas perenes e florestais (EMBRAPA, 2006).

Em relação à contribuição do Cerrado para a produção agrícola nacional, tem-se que 60 % da soja, 59 % do café, 45 % do feijão, 44 % do milho, 81 % do sorgo são produzidos em áreas desse bioma (EMBRAPA, 2006). A região ainda responde por 55 % da produção nacional de carne bovina (EMBRAPA, 2006). E a expansão agrícola do Cerrado continua. Culturas como a do girassol, a da cevada, a do trigo, a da seringueira e a dos hortifrutigranjeiros, bem como a prática da avicultura, desenvolvem-se rapidamente na região. Além dessas, seguindo a atual tendência

mundial de procura por combustíveis renováveis, o plantio de cana-de-açúcar é outra atividade em plena expansão no Cerrado.

No caso desse bioma, o regime de chuvas é bem definido, com um período de chuva, de outubro a março, e outro sem chuva, de abril a setembro. Além disso, há um alto risco de ocorrência de veranicos durante o período chuvoso. Assim, o estabelecimento de sistemas de irrigação representa uma segurança para o produtor e para o mercado de certos produtos agrícolas.

Na Tabela 1 são apresentadas estimativas das áreas plantadas, irrigadas e com potencial para a irrigação nos estados que têm parte de sua área integrante da região contínua do Cerrado brasileiro.

Tabela 1. Áreas plantadas, irrigadas (2003/2004) e com potencial para a irrigação nos estados que compõem a região contínua de Cerrado.

Estado/País	Plantada	Irrigada	Irrigada/ Plantada	Potencial irrigação	Irrigada/ Potencial irrigação
	(ha)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Minas Gerais	4.449.691	350.200	7,87	2.344.900	14,93
Bahia	4.392.635	292.330	6,66	440.200	66,41
Goiás*	3.749.736	197.700	5,27	1.297.000	15,24
Mato Grosso do Sul	2.578.298	89.970	3,49	1.016.000	8,86
Tocantins*	416.776	73.350	17,60	4.437.000	1,65
Maranhão	1.445.559	48.240	3,34	243.500	19,81
Piauí	971.563	26.780	2,76	125.600	21,32
Mato Grosso	6.523.913	18.530	0,28	2.390.000	0,78
Distrito Federal*	101.584	12.010	11,82	17.500	68,63
Rondônia	535.671	4.920	0,92	995.000	0,49
Total	25.165.426	1.114.030	4,43	13.306.700	8,37
BRASIL	58.460.963	3.440.470	5,89	29.564.000	11,64

* Estados com área irrigada totalmente inserida no Bioma Cerrado.

Fonte: Christofidis, 2006b.

Em relação à Tabela 1, é importante destacar que os valores apresentados referem-se às áreas totais dos estados indicados. Portanto, apenas o Distrito Federal, Goiás e Tocantins podem ser considerados como totalmente inseridos na área contínua do Cerrado, nos demais, somente uma fração desses valores deve ser computada numa análise específica do referido bioma. Na Fig. 1, é apresentada a localização da área contínua do Bioma Cerrado em relação aos estados brasileiros.

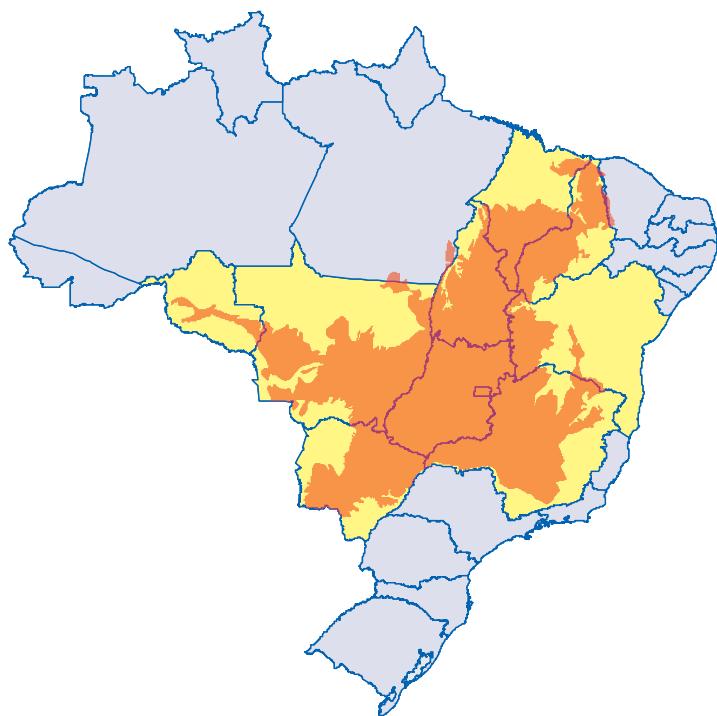


Fig. 1. Estados brasileiros integrantes do Bioma Cerrado.

Além dos dados apresentados na Tabela 1, Christofidis (2003, 2006b) discrimina as áreas irrigadas em cada estado por método de aplicação de água (superfície, aspersão convencional, aspersão por pivô central ou localizada). Para verificação e melhoria dessas informações, utilizando imagens do satélite LANDSAT 7 (ETM+) de 2002, Lima et al.

(2007) efetuaram o levantamento da área irrigada por pivô central em toda a área contínua do Bioma Cerrado. O fato de ter concentrado a análise das imagens apenas na identificação dos pivôs centrais deve-se à dificuldade e aos erros inerentes à identificação dos demais métodos de irrigação por meio de sensoriamento remoto. Além disso, esse é o método de irrigação mais utilizado no Cerrado, em função de sua excelente adaptação às características da região (tipo de solo, relevo, clima, mão-de-obra). Os resultados desse trabalho são apresentados na Tabela 2, bem como os dados publicados por Christofidis (2003) relativos a 2002.

Tabela 2. Comparação entre os dados de Lima et al. (2007) e de Christofidis (2003) relativos à área irrigada por pivô central em 2002 em estados componentes do Bioma Cerrado.

Fonte:	Lima et al. (2007)	Christofidis (2003)
Estado	Área irrigada	Área irrigada
	(ha)	(ha)
Minas Gerais	166.245	87.950
Goiás	123.523	145.200
Bahia	75.180	82.146
Mato Grosso	19.309	3.795
Mato Grosso do Sul	17.052	36.700
Distrito Federal	7.410	6.420
Maranhão	5.386	2.940
Tocantins	2.518	1.310
Piauí	1.183	740
Cerrado	417.805	367.201

Como se pode observar na Tabela 2, há casos em que valores apresentados por Christofidis (2003) e Lima et al. (2007) são divergentes. É importante destacar que os valores concernentes ao trabalho de Christofidis (2003) representam a área irrigada por pivô central em todo o

estado, enquanto os de Lima et al. (2007) correspondem apenas à área irrigada na fração do estado inserida na área contínua do Bioma Cerrado. Assim, à exceção dos Estados de Goiás e Tocantins e o Distrito Federal, que têm suas áreas total ou quase totalmente inseridas nos limites do Cerrado, os valores de Christofidis (2003) deveriam ser sempre superiores aos de Lima et al. (2007). No caso de Goiás, os dados de Christofidis (2003) estão superestimando os valores de Lima et al. (2007) em cerca de 15 %, o que pode representar erro em algum dos dados. No caso do Distrito Federal, essa relação é inversa, de subestimativa de aproximadamente 15 %. Nos casos da Bahia e Mato Grosso do Sul, é natural que os valores de Christofidis (2003) sejam maiores. Contudo, nos demais casos, os dados de Christofidis (2003) demonstram estar subestimando os dados reais. Essa afirmativa também se baseia no fato de os dados de Lima et al. (2007) terem sido medidos, portanto, se há erros, é pela não-identificação de pivôs centrais existentes. Destacam-se os casos de Minas Gerais e de Mato Grosso do Sul em que os erros são de muitos milhares de hectares, contudo, em termos percentuais, os demais erros também são bastante representativos.

Outro dado relevante que pode ser extraído do trabalho efetuado na Embrapa Cerrados refere-se ao posicionamento dos pivôs centrais e suas respectivas áreas, conforme exemplificado na Fig. 2, dados fundamentais para a adequada gestão dos recursos hídricos.

O trabalho de Lima et al. (2007) também possibilitou a identificação das áreas do Cerrado com maior presença de irrigação por pivôs centrais, o que é um indicativo das regiões que demandam maior atenção em relação à gestão dos recursos hídricos. Algumas delas são amplamente conhecidas como regiões de uso intensivo da prática da irrigação, como é o caso dos Municípios de Unaí, MG, Paracatu, MG, Barreiras, BA, Luís Eduardo Magalhães, BA, São Desidério, BA, Correntina, BA e Cristalina, GO; todavia, há outros municípios onde o uso de irrigação por pivô central se mostrou intenso, como nos Municípios de Rio Paranaíba, MG, Vicentinópolis, GO, Morrinhos, GO e Ponta Porã, MS, citando apenas alguns exemplos.

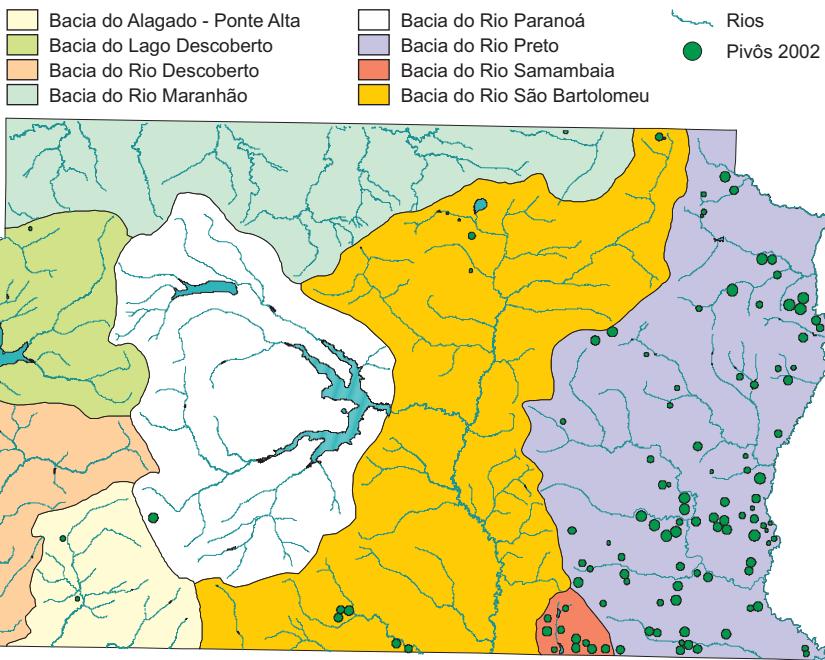


Fig. 2. Localização dos 105 pivôs centrais instalados no Distrito Federal em 2002, totalizando 7.410 ha irrigados.

Fonte: Lima et al., 2007.

Estima-se que no Cerrado haja cerca de 10 milhões de hectares aptos para irrigação (CHRISTOFIDIS, 2006), o que representa aproximadamente um terço do potencial brasileiro que é de 29,5 milhões de hectares. O que se pode observar com base nos dados apresentados (Tabelas 1 e 2) é que, no âmbito do Cerrado, a Bahia e o Distrito Federal são as únicas Unidades Federativas onde não há mais grande potencial para a expansão da área irrigada. Entretanto, ainda há extensas áreas a serem irrigadas nos estados de Tocantins, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Nos estados do Piauí e do Maranhão, o potencial para a irrigação não chega a ser tão expressivo, mas ainda há possibilidades de incremento da área irrigada no Cerrado. No caso de Rondônia, como sua área de Cerrado representa apenas pequena fração do estado, esses valores não foram considerados. Portanto,

estima-se que no Cerrado ainda se irrigue menos de 10 % de todo o seu potencial, indicando que, se o mercado e a infra-estrutura necessária forem favoráveis, essa prática deverá continuar sua expansão na região.

Todos esses dados sobre irrigação são fundamentais para a adequada gestão dos recursos hídricos, porém, não basta saber onde ocorre a demanda hídrica, mas também o quanto de água é necessário para seu atendimento ao longo do tempo.

Diversos experimentos executados no Cerrado brasileiro confirmam a assertiva de Cosgrove e Rijberman (1999) de que a produtividade média da água para a produção de grãos está entre $0,2 \text{ kg.m}^{-3}$ e $1,5 \text{ kg.m}^{-3}$. Alguns exemplos desses trabalhos são apresentados a seguir.

- Azevedo (1988), na ausência de chuvas, utilizou de 500 mm a 600 mm de água para a obtenção de safras entre 5.260 kg.ha^{-1} e 6.086 kg.ha^{-1} de trigo, o que corresponde a uma relação de aproximadamente 1 kg.m^{-3} .
- Em 118 ha de trigo irrigado sob pivô central, em Cristalina-GO, Azevedo et al. (1997a) obtiveram 5.216 kg.ha^{-1} com 451 mm, registrando um índice de cerca de $1,2 \text{ kg.m}^{-3}$.
- Em lavoura de feijão, Azevedo et al. (1997b) obtiveram 3.445 kg.ha^{-1} com 336 mm de água aplicada ao longo do ciclo (1 kg.m^{-3}).
- No oeste baiano e em Unaí, MG, Azevedo et al. (1997c) e Azevedo et al. (1997d) produziram, com 392 mm, respectivamente, 2.406 kg.ha^{-1} e 3.171 kg.ha^{-1} de feijão sob pivô central ($0,6 \text{ kg.m}^{-3}$ e $0,8 \text{ kg.m}^{-3}$).
- Para a cevada cervejeira, no Cerrado, Filgueira et al. (1996) utilizaram 645 mm de água para uma produção de 5.416 kg.ha^{-1} ($0,8 \text{ kg.m}^{-3}$).
- Em 1994, durante o período seco, foram produzidos 5.801 kg.ha^{-1} de milho irrigado sob pivô central no Distrito Federal, utilizando-se 577 mm de água (AZEVEDO et al., 1997e), o que fornece uma conversão de cerca de 1 kg.m^{-3} .

Os resultados apresentados, certamente, foram obtidos de sistemas de irrigação devidamente manejados. Isso significa que os equipamentos utilizados estavam funcionando adequadamente, sem vazamentos ou entupimentos, com boa uniformidade de aplicação da água no terreno, e as regras adotadas para as atividades de rega basearam-se no conhecimento prévio do momento de irrigar e da lâmina de água a ser distribuída na área.

O que se tem observado no campo é que poucos são os irrigantes que usam do conhecimento disponível para a racionalização do uso dos recursos hídricos. Isso faz com que, normalmente, utilize-se mais água para a produção irrigada de alimentos do que seria necessário. Algumas vezes isso decorre da falta de conhecimento do agricultor, mas, outras, mesmo tendo acesso às informações, o produtor não atenta para o fato de que, não adotando um bom manejo da irrigação gastam-se mais água, mais energia, mais insumos, mais com mão-de-obra e mais em manutenção de equipamentos e, ainda, corre-se maior risco de provocar impactos negativos ao meio ambiente, como, por exemplo, a redução da vazão de rios e córregos, a diminuição do nível do lençol freático, a contaminação das águas superficiais ou subterrâneas e outros impactos secundários que ocorrem em consequência desses.

Manejo da irrigação no Cerrado

Conforme citado anteriormente, uma vez instalado o equipamento de irrigação, o produtor necessita de uma estratégia de manejo da água que defina, em bases técnicas, o momento de irrigar e a quantidade de água que deve ser aplicada para atender as necessidades hídricas da cultura. Contudo, é importante destacar que a implementação de qualquer estratégia de manejo da irrigação só terá êxito na otimização do uso da água se o sistema estiver bem dimensionado e sem problemas de vazamentos e entupimentos, favorecendo uma distribuição uniforme da água na área de cultivo.

A estratégia de manejo de irrigação baseia-se no consumo de água pelas plantas ao longo do tempo. Inicialmente, logo após o plantio, o

consumo de água é baixo, refletindo, quase que exclusivamente, a evaporação da água do solo; com o crescimento do cultivo e de sua área foliar, há o aumento desse consumo até o seu patamar máximo, para, em seguida, diminuir, à medida que ocorre o declínio da atividade fotossintética das plantas. O consumo de água pelas culturas varia, também, em função dos seguintes fatores: da espécie e da variedade da planta; da demanda evapotranspirativa imposta pelo clima; do desenvolvimento da planta e de sua produtividade; do regime de aplicação de água; do estado sanitário da cultura; e outros.

Existem diferentes critérios que podem ser adotados para a realização do manejo da irrigação de uma forma adequada, sendo os mais comuns, aqueles que monitoram a situação hídrica do solo, da planta ou da atmosfera (clima).

O monitoramento da condição hídrica do solo fornece a disponibilidade de água para as culturas, em sua zona radicular, ao longo do tempo. Existem diversos métodos para o acompanhamento da umidade do solo, sendo o mais utilizado aquele que relaciona esse valor à tensão com que a água está retida no solo por meio de equipamentos denominados tensiômetros. Cada solo possui uma relação diferente entre essa tensão e a sua umidade correspondente a qual é definida por meio da curva de retenção de água no solo. Como forma de melhorar a tecnologia e facilitar o processo de obtenção dessas curvas de retenção, pesquisadores da Embrapa Cerrados vêm trabalhando na área de física dos solos com a obtenção de importantes resultados como os que seguem:

- Para solos do Cerrado, o período de centrifugação necessário à extração da água, em cada rotação aplicada pelo método da centrífuga, deve ser superior a 80 minutos, diferentemente dos 30 minutos normalmente utilizados (SILVA; AZEVEDO, 2002).
- A combinação de oito pontos de tensão definida pelos valores de 1, 3, 6, 10, 35, 84, 611 e 1.515 kPa é a recomendada para o levantamento das curvas de retenção de água de solos do Cerrado (SILVA et al., 2006a).

- Os métodos da câmara de pressão de Richards e da centrífuga apresentam resultados estatisticamente iguais na determinação de curvas de retenção de água em solos do Cerrado.

Além dos referidos artigos, atualmente, a Embrapa Cerrados está trabalhando em um projeto de pesquisa que tem como principal objetivo a geração de funções de pedotransferência para solos do Cerrado (SILVA et al., 2003). Espera-se que, a partir dessas funções, seja possível estimar não só a curva de retenção de água, como também a condutividade hidráulica dos solos do Cerrado, utilizando apenas dados de mais fácil obtenção, como a textura, a densidade e o teor de matéria orgânica do solo. O sucesso desse projeto poderá facilitar o uso da tensiometria para o manejo da irrigação no Cerrado, bem como outros estudos que dependem do conhecimento das características físico-hídricas dos solos.

Muitos trabalhos foram desenvolvidos no Cerrado para definir o valor de tensão da água no solo correspondente ao momento ótimo para iniciar a irrigação, ou seja, a tensão que não deve ser ultrapassada para que não ocorra perda de produtividade da cultura em função de restrições hídricas. O resumo de alguns desses resultados é apresentado na Tabela 3.

Em relação ao uso de métodos que avaliam a situação hídrica da planta como critério para definir o manejo de irrigação, recentemente, pesquisadores da Embrapa Cerrados vêm utilizando essa técnica para a aplicação de estresse hídrico controlado no cultivo de café irrigado em região de Cerrado (GUERRA et al., 2005). No caso, o monitoramento da situação hídrica da cultura é realizado por meio de uma bomba de pressão específica para avaliar o potencial de água nas folhas. Durante o período seco do ano, que é bem definido na região de Cerrado, a irrigação é suspensa até que a tensão da água nas folhas de café atinja valores entre 2,0 MPa e 2,5 MPa, o que, segundo Guerra et al. (2005), pode significar a suspensão de aplicação de água na cultura por aproximadamente dois meses. Essa tecnologia favorece, sobremaneira, a uniformidade de

maturação do café, facilitando os processos de colheita e de beneficiamento dos frutos, resultando na melhor qualidade do produto. Além desses benefícios, a aplicação do estresse hídrico gera, ainda, um forte apelo ambiental, uma vez que a irrigação é interrompida, justamente, no período em que os rios estão com menor disponibilidade de água durante a época seca do ano.

Tabela 3. Tensões de referência e profundidade de medição para a definição do momento de irrigar diferentes culturas no Cerrado.

Cultura	Profundidade (cm)	Tensão (KPa)	Referência
Arroz	15	25	Embrapa (1992)
Cevada	30	80	Guerra (1994)
	30 ou 15	60 ou 500	Filgueira et al. (1996)
Feijão	15	60	Azevedo e Caixeta (1986)
	15	3 - 40	Embrapa (1993)
	10	70 - 100	Figuerêdo et al. (1994)
	10	50	Azevedo e Miranda (1996)
	10	40	Figuerêdo et al. (1997)
Milho	10	40	Guerra et al. (1997)
	10	33 - 50	Antonini et al. (1997)
Soja	10	70	Guerra e Antonini (1997)
Trigo	10	60	Silva et al. (1993)
	10	60	Guerra et al. (1994)

Fonte: adaptado de Silva et al., 1998.

No caso do uso das medidas climáticas para o manejo da irrigação, existem diversos métodos para a estimativa da demanda hídrica, imposta pela atmosfera, ao solo e às plantas. Essa técnica consiste na estimativa da evapotranspiração real na área cultivada e na reposição dessa lâmina de água via sistema de irrigação. Faz-se a estimativa da evapotranspiração de referência para a área ao longo do tempo. Esse valor pode ser levantado, indiretamente, por meio de equações que utilizam dados

climáticos como parâmetros (radiação solar, temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento e outras) ou, diretamente, por meio de equipamentos (evaporímetro de Piché, Tanque Classe A e outros) que medem a evaporação da água e que, utilizando fatores empíricos de ajuste, são transformados em evapotranspiração de referência. Com base na evapotranspiração de referência e em coeficientes relativos à cultura e à disponibilidade de água no solo, estima-se a evapotranspiração real da área cultivada que corresponde à necessidade efetiva de água a ser aplicada pelo sistema de irrigação.

Embora os métodos de manejo de irrigação com base no monitoramento climático não sejam considerados os mais precisos como forma de promover o uso de alguma técnica de manejo de irrigação, a Embrapa Cerrados disponibiliza, em seu endereço eletrônico (www.cpac.embrapa.br), um programa para ajudar o produtor no monitoramento e no manejo da irrigação em área de Cerrado.

Como o conhecimento do funcionamento do sistema de aplicação de água também constitui fator fundamental para o manejo adequado da irrigação, a Embrapa Cerrados vem trabalhando no desenvolvimento de modelos para a análise da distribuição espacial da água aplicada em áreas irrigadas e o cálculo automático dos indicadores de uniformidade e de eficiência da água aplicada pela irrigação (SILVA et al., 2004; SILVA et al., 2006b).

Disponibilidade hídrica no Cerrado

A gestão adequada dos recursos hídricos implica a compatibilização entre a disponibilidade e a demanda desse bem, no espaço e no tempo. Neste capítulo, até o momento, tratou-se de questões relacionadas apenas à demanda de água para o setor agrícola e, neste item, serão apresentados técnicas e resultados de estudos voltados à geração de informações sobre a disponibilidade hídrica no Cerrado.

Para a realização de estudos hidrológicos, é fundamental a existência de dados e de informações consistentes que possibilitem o conhecimento da disponibilidade hídrica ao longo do tempo em uma dada localidade. A obtenção desses dados consiste em tarefa árdua e que demanda grande quantidade de recursos financeiros e mão-de-obra especializada.

A principal base de dados existente e disponível no Brasil é a originada da operação da Rede Básica Hidrométrica Nacional, atualmente, sob a gerência da Agência Nacional de Águas (ANA) que fornece dados de chuva e vazão obtidos de diversas estações distribuídas pelo território brasileiro (Fig. 3).

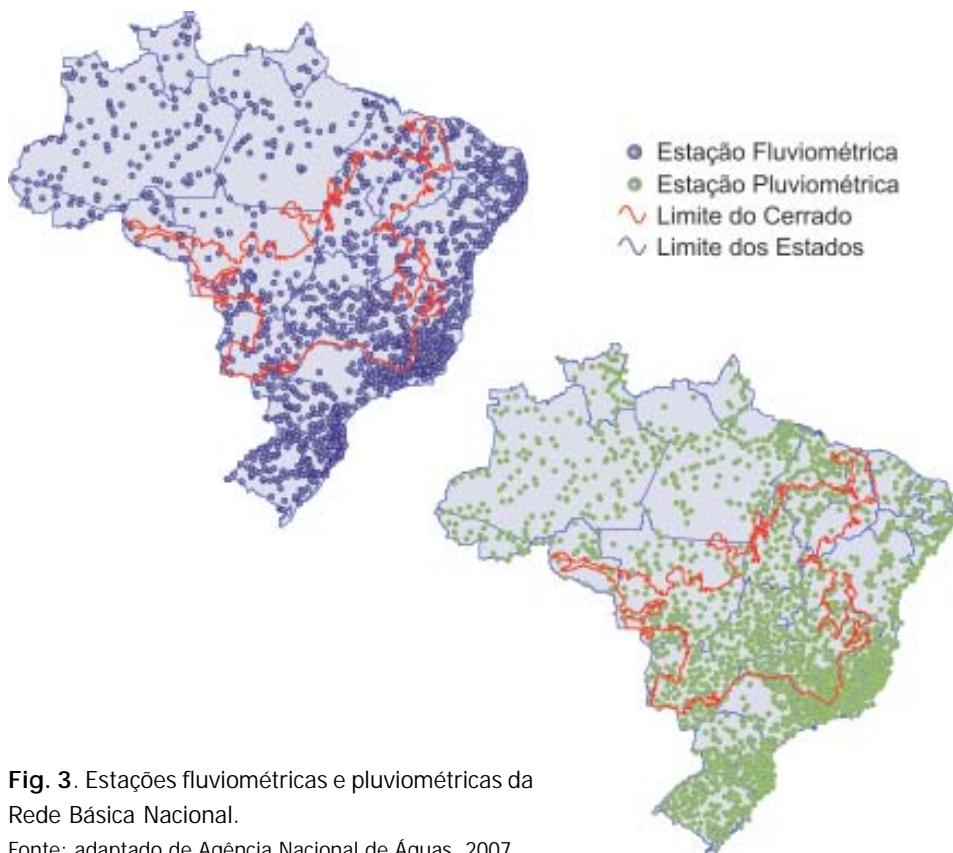


Fig. 3. Estações fluviométricas e pluviométricas da Rede Básica Nacional.

Fonte: adaptado de Agência Nacional de Águas, 2007.

Antes da análise da Fig. 3, cabe esclarecer que, na escala em que são apresentadas as informações, duas estações com cerca de 40 km de distância entre si ainda estariam sobrepostas no mapa e, por isso, nas regiões com maior densidade de estações, visualizam-se blocos de estações.

Na Fig. 3, pode-se observar que há certa variabilidade na densidade de estações no território nacional, entretanto, deve-se destacar que apenas as estações sob gestão da ANA são indicadas nos mapas. No Distrito Federal, por exemplo, até 2004, só a companhia de saneamento e abastecimento local (Caesb) levantava informações sobre o regime hidrológico dos rios da região de forma sistemática. Porém, no final de 2004, a Embrapa Cerrados iniciou a instalação de uma rede específica de estações hidrométricas (chuva e nível dos rios) para fins de pesquisa. Apenas em 2006, a ANA passou a monitorar alguns dos rios do Distrito Federal. No caso de São Paulo, Paraná e outros, a Rede Hidrométrica Nacional é pouco densa em decorrência de esses estados terem suas próprias redes de monitoramento hidrológico. Como forma de melhorar a qualidade e a quantidade de dados a serem utilizados em estudos hidrológicos, é fundamental a integração entre as redes de estações hidrométricas existentes no País e a disponibilização democrática desses dados aos interessados e estudiosos do setor. Isso possibilitaria melhores estudos e projetos, bem como gestão mais adequada das águas do Brasil.

Com base nos dados oriundos dessas estações, são efetuados os estudos para o conhecimento do regime hidrológico no local desejado, bem como as devidas análises estatísticas das séries temporais de dados de chuva e vazão para a definição da quantidade de água que pode ser utilizada para as atividades antrópicas. Destaca-se que a análise estatística dos dados permite a associação dos critérios de definição da quantidade de água disponível a riscos de ocorrência de escassez ou excesso de água. Na Fig. 4, são apresentados alguns critérios comumente utilizados para a definição da quantidade de água que pode ser utilizada em um dado local.

Para a análise da Fig. 4, é importante saber que, por exemplo, a vazão correspondente a Q_{80} é aquela superada em mais de 80 % do tempo, ou seja, ao longo de um ano, espera-se que a vazão só seja menor que a Q_{80} durante 20 % do tempo. O mesmo conceito de Q_{80} é válido para a Q_{90} . Já a $Q_{7,10}$ representa a vazão mínima de sete dias de duração com 10 anos de tempo de recorrência ou que ocorre pelo menos uma vez a cada 10 anos. Normalmente, essas vazões específicas (Q_{80} , Q_{90} e $Q_{7,10}$) são utilizadas como vazões de referência para a definição da vazão máxima que pode ser usada em um dado local que também é definida como vazão outorgável ($Q_{\text{outorgável}}$). Essa vazão deve ser tal que a quantidade mínima de água mantida no curso d'água possibilite a manutenção do ecossistema em níveis ambientais aceitáveis, o que ainda é uma incógnita e objeto de pesquisa em todo o mundo, a definição da vazão ecológica ($Q_{\text{ecológica}}$). Atualmente, a discussão vem ocorrendo com o objetivo de definir um hidrograma ecológico (COLLISCHONN et al., 2005) e não mais apenas uma vazão ecológica. Dessa forma, a “ $Q_{\text{ecológica}}$ ” e a “ $Q_{\text{outorgável}}$ ” apresentadas na Fig. 4 não seriam fixas, representadas com uma reta, mas sim, com uma curva de formato similar à das vazões médias (Q_{rio}).

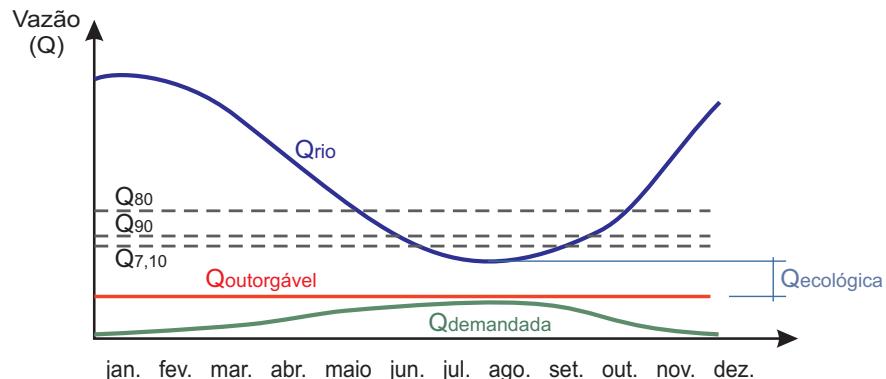


Fig. 4. Esquema de definição da quantidade de água disponível ao uso.

Como se pode observar na Fig. 4, tanto a disponibilidade quanto a demanda hídrica são variáveis ao longo do tempo. O exemplo mostrado

representa bem o que ocorre em áreas agrícolas no Cerrado onde, nos períodos em que os rios estão com menor vazão, na época seca do ano, a demanda por recursos hídricos para a irrigação é máxima, o que acaba provocando, por vezes, situações de conflito pelo uso da água.

O que acontece, na prática, é que os conflitos pelo uso da água ocorrem em locais muito específicos, onde, normalmente, não há uma estação hidrológica que permita a análise detalhada da situação. Instalar estações em todos os locais necessários seria a melhor solução, entretanto, com alto custo e necessidade de mão-de-obra especializada. Cabe destacar que, para se fazer um estudo hidrológico com o mínimo de segurança é necessário que se tenham séries de dados com, pelo menos, 10 anos de monitoramento. Sem isso, a parte estatística da análise poderá ficar comprometida, imputando riscos e incertezas aos resultados. Assim, como forma de suprir essa necessidade, são utilizadas técnicas de regionalização e modelagem hidrológica para possibilitar, ao menos, ter-se uma idéia da disponibilidade hídrica local, a fim de subsidiar os processos de identificação de alternativas e de tomada de decisão sobre as ações de gestão cabíveis para a solução de problemas de origem hidrológica.

A regionalização consiste num conjunto de ferramentas utilizadas para explorar ao máximo as informações existentes para a estimativa das variáveis hidrológicas de interesse em locais com ausência ou insuficiência de dados. Para o emprego dessas técnicas, é usada, normalmente, a relação entre as variáveis de interesse e as características físicas e meteorológicas das bacias hidrográficas, como a área de drenagem, a declividade, a precipitação e outras.

Com base nos dados das estações indicadas na Fig. 3 e em técnicas de regionalização de vazões, pesquisadores da Embrapa Cerrados efetuaram uma estimativa da disponibilidade hídrica superficial na área contínua de Cerrado e sua respectiva contribuição para cada uma das grandes regiões hidrográficas brasileiras cujos resultados obtidos são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Contribuição hídrica superficial do Cerrado para cada uma das grandes regiões hidrográficas brasileiras.

N	Região Hidrográfica	Área total**	Q total**	Área Cerrado	Q Cerrado	Q esp
		(km ²)	(m ³ /s)	(km ²)	(m ³ /s)	(L/s.km ²)
1	Amazonica*	3.869.953	45,35	131.947	73,54	210.000
2	Tocantins-Araguaia	921.921	10,80	13.624	7,59	590.000
3	Atlântico Nordeste Ocidental	274.301	3,21	2.683	1,50	60.000
4	Parnaíba	333.056	3,90	763	0,43	220.000
5	São Francisco	638.576	7,48	2.850	1,59	300.000
6	Atlântico Leste	388.160	4,55	1.492	0,83	60.000
7	Paraná*	879.873	10,31	11.453	6,38	375.000
8	Paraguai*	363.446	4,26	2.368	1,32	225.000
9	Atlântico Nordeste Oriental	286.802	3,36	779	0,43	-
10	Atlântico Sudeste	214.629	2,52	3.179	1,77	-
11	Uruguai*	174.533	2,05	4.121	2,30	-
12	Atlântico Sul	187.522	2,20	4.174	2,33	-
	Brasil	8.532.772	100,00	179.433	100,00	2.040.000
					23,9	26.169
						14,6
						12,83

* Dados referentes apenas à fração da região hidrográfica inserida em território brasileiro.

** Agência Nacional de Águas (2005).

Fonte: Lima e Silva, 2007.

Como se pode observar na Tabela 4, o Cerrado fornece recursos hídricos superficiais para oito das doze regiões hidrográficas brasileiras, o que também pode ser visualizado na Fig. 5. Os resultados de Lima e Silva (2007) demonstram a importância do Cerrado brasileiro para as vazões, principalmente, das regiões hidrográficas do Tocantins-Araguaia, Parnaíba, São Francisco, Paraná e Paraguai. No caso do São Francisco, com apenas 47 % da área da bacia, o Cerrado responde por quase 94 % da vazão que flui em sua foz no Oceano Atlântico. Já nas regiões de Parnaíba e Paraguai, sai mais água do Cerrado do que chega à foz dessas regiões, ou seja, na parte dessas bacias onde o Cerrado não está presente, há maior consumo do que produção de água. O resultado do balanço hídrico é negativo em termos de vazão, como fica explicitado para o caso do Pantanal, na Bacia do Rio Paraguai.

Analizando os dados da Tabela 4, observa-se que o Cerrado, ocupando quase 24 % do território brasileiro, é responsável por cerca de 15 % ($26.169 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$) da vazão que flui pelos rios do País ($179.433 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$). Em relação a esses dados, merece destaque o fato de que, retirando-se a região Amazônica dessa análise, a relação entre esses percentuais de área e de vazão seria aproximadamente igual a um, o que significa que o Cerrado tem uma produção hídrica próxima à média encontrada no restante do País.

Outro resultado geral que pode ser extraído do trabalho de Lima e Silva (2007) é quanto à variabilidade hidrológica do Cerrado. Na Tabela 4, pode-se observar que o Cerrado é uma região hidrologicamente bastante heterogênea onde, na escala em que os dados foram analisados, a vazão específica média das regiões hidrográficas variou de $3,67 \text{ L.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$ a $24,05 \text{ L.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$. Isso significa que o Cerrado não pode ser hidrologicamente analisado utilizando-se de valores médios para toda a sua extensão, o que já era esperado em função de sua grande área e da influência que sofre dos biomas circunvizinhos, cujas características climáticas e hidrológicas são bastante distintas.

Cabe destacar, ainda, que o Cerrado ocupa, em sua grande parte, a porção mais alta das grandes regiões hidrográficas brasileiras, portanto, impactos em seus recursos hídricos, qualitativos e quantitativos podem ser propagados para regiões de jusante, podendo ocasionar prejuízos por quase todo o território brasileiro. Isso reforça a necessidade de geração de conhecimento que propicie condições para a adequada gestão e uso dos recursos hídricos nesse bioma.

Na Fig. 5 é apresentada a localização espacial da área contínua do Bioma Cerrado em relação às grandes regiões hidrográficas brasileiras.



Fig. 5. Localização do Cerrado em relação as 12 grandes regiões hidrográficas brasileiras.

Outra técnica utilizada para minimizar o problema da falta de dados e de informações para a realização de estudos hidrológicos é a modelagem.

Os modelos hidrológicos possibilitam melhor conhecimento dos processos físicos que regem o fluxo da água, das relações entre eles, das relações entre esses e as características do terreno, da influência das atividades antrópicas sobre esses fenômenos e de outros aspectos relevantes, permitindo a realização de estudos mesmo onde não existem os dados necessários. Nos locais onde há dados disponíveis, a aplicação do modelo é precedida por causa dos processos de calibração e de verificação que permitem definir se o uso do modelo é ou não adequado para a região e para a finalidade almejada. Nesses casos, a aplicação das ferramentas de modelagem é igualmente justificada pela capacidade preditiva inerente a esses modelos hidrológicos, o que também é fundamental para a adequada gestão ambiental.

Uma prática bastante utilizada e recomendada para o desenvolvimento e a adaptação de modelos hidrológicos consiste no estabelecimento de experimentos em escalas detalhadas e representativas da região na qual se deseja aplicá-los. Assim, pode-se monitorar com maior precisão e discretização os processos hidrológicos, o que é fundamental para o desenvolvimento, calibração, verificação e parametrização de modelos hidrológicos. Esses modelos, quando ajustados de forma satisfatória, podem contribuir sobremaneira para a adequada gestão territorial e dos recursos hídricos, principalmente, em zonas de risco de conflitos pelo uso da água e com escassez de informações hidrológicas.

Diante do exposto, desde 2004, a Embrapa Cerrados, em parceria com a Universidade de Brasília e outras instituições, vem trabalhando na instalação de um sistema de monitoramento na parte alta da Bacia do Rio Jardim (Fig. 6) de forma a torná-la uma bacia experimental de referência em estudos hidrológicos relacionados ao Bioma Cerrado (LIMA et al., 2005).

O Rio Jardim é afluente do Rio Preto que deságua no Rio Paracatu, importante contribuinte do Rio São Francisco. A Bacia do Rio Jardim, localizada na região leste do Distrito Federal, possui características físicas

(solo, relevo, clima e geologia) representativas do Bioma Cerrado e, com isso, espera-se que seja possível a posterior extração dos resultados obtidos para outras áreas desse bioma. A bacia tem um intenso uso agrícola, sendo a agricultura irrigada bastante difundida nessa área, o que, segundo Dolabella (1996), confere-lhe risco de ocorrência de conflitos pelo uso da água. Isso faz com que seja possível, também, o estudo do impacto de práticas agrícolas sobre os recursos hídricos da região. Além dos fatores já relatados, sua localização central em relação à região de Cerrado e a sua proximidade de instituições de pesquisa e gestão de recursos hídricos fazem dessa bacia um excelente “laboratório” para o desenvolvimento e a verificação de modelos hidrológicos para esse bioma (LIMA et al., 2005).

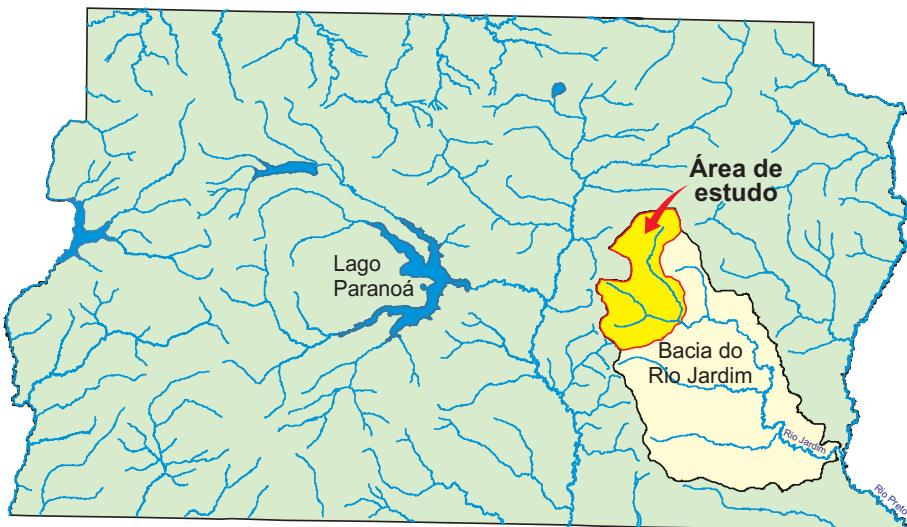


Fig. 6. Mapa de localização da Bacia Experimental do Alto Rio Jardim no Distrito Federal, Brasil.

Fonte: Lima et al., 2005.

Na Fig. 7, é apresentada a rede de estações hidrométricas de monitoramento de diferentes etapas do ciclo hidrológico na Bacia Experimental do Alto Rio Jardim.

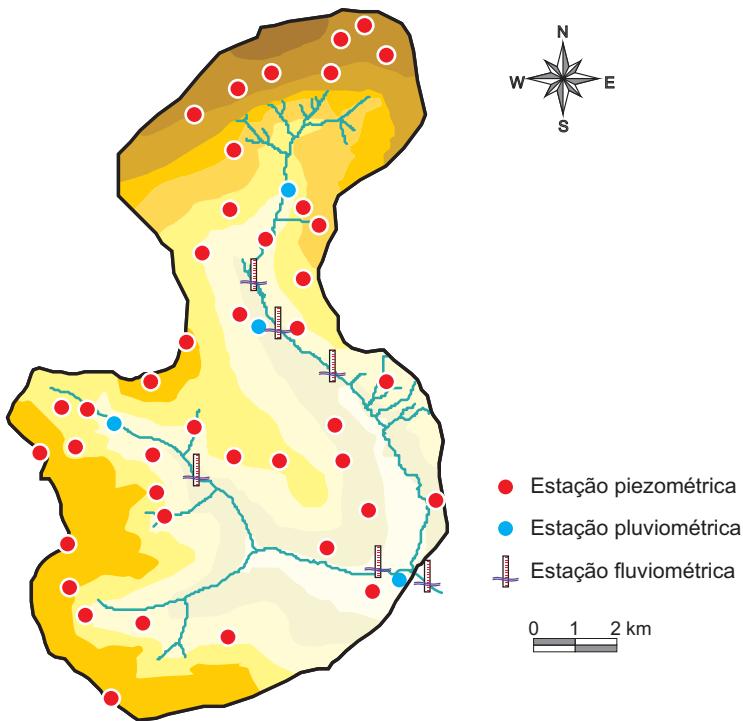


Fig. 7. Estações hidrométricas em operação na Bacia Experimental do Alto Rio Jardim.

Como se pode observar na Fig. 7, até o momento, são 46 estações piezométricas (nível do lençol freático), quatro estações pluviométricas (chuva) e seis estações fluviométricas (nível – vazão) monitorando etapas do ciclo hidrológico na Bacia do Alto Rio Jardim que possui uma área de aproximadamente 105 km². Além desses dados hidrológicos, são levantadas outras características físicas dessa bacia para subsidiar os estudos de modelagem do fluxo da água, sedimentos e elementos químicos nessa área típica de Cerrado ocupado para fins agrícolas. Espera-se que, com o andamento desse trabalho, em breve, a Embrapa Cerrados possa fornecer subsídios para a melhor compreensão dos processos hidrológicos e dos impactos que podem ser causados pelo homem na forma de ocorrência desses fenômenos, o que é fundamental para a adequada gestão territorial e dos recursos hídricos.

Considerações finais

Conforme relatado, o Bioma Cerrado desempenha função muito importante na distribuição dos recursos hídricos pelo País. Além de contribuir com grande parte da água que flui pelas diferentes regiões hidrográficas brasileiras, como se encontra nas porções mais altas dessas regiões, impactos na qualidade ou na quantidade dos recursos do Cerrado podem ser propagados por quase todo o território nacional e até para outros países, nos casos das bacias dos Rios Paraná e Paraguai, integrantes da Bacia do Rio da Prata.

Além de sua grande importância hidrológica, o Bioma Cerrado é fundamental para a produção agrícola nacional e, segundo os dados apresentados, ainda há grande potencial de expansão da agricultura nesse bioma. Dentre as formas de agricultura, destaca-se a irrigada, que tem forte relação com a situação dos recursos hídricos. Apesar dos inúmeros benefícios advindos do uso de técnicas de irrigação, como sua aplicação demanda grande quantidade de água, seu desenvolvimento deve ocorrer de forma ordenada, evitando a superexploração dos recursos hídricos e os possíveis impactos ambientais, sociais e econômicos, como a ocorrência de conflitos pelo uso da água, que já são observados em determinadas áreas desse bioma.

Com base nos dados apresentados e discutidos neste capítulo, fica evidente o grande esforço que a Embrapa Cerrados, juntamente com outras instituições, vem fazendo para o desenvolvimento de conhecimento e tecnologias para favorecer o uso racional da água na agricultura. Essas ações têm três vertentes bastante claras que são: a otimização do uso da água nas propriedades; a definição da capacidade de suporte dos sistemas hídricos para o atendimento das demandas; e as relações entre as atividades agrícolas e os cursos d'água, de forma a gerar subsídios para a adequada gestão do uso do solo para a agricultura e dos recursos hídricos.

Em relação ao primeiro tema, há conhecimento suficiente e consolidado para o uso dos agricultores, porém, na prática, ainda constitui um desafio fazer com que os produtores apliquem as técnicas disponíveis

para a racionalização do uso da água em suas propriedades. Aos poucos, com a ocorrência dos conflitos, a implementação das ferramentas de gestão de recursos hídricos, como a outorga e a cobrança pelo uso da água, e a difusão dessas tecnologias, em algumas áreas do Cerrado, já é possível encontrar produtores que aplicam o conhecimento existente em sua atividade. Alguns grandes irrigantes do oeste baiano são um exemplo dessa realidade que, infelizmente, ainda é difícil de ser encontrada.

Quanto aos dois outros temas que tratam da definição da capacidade de suporte dos recursos hídricos e das relações entre as atividades agrícolas e os recursos hídricos, há uma clara falta de dados e de informações que restringem a geração e a consolidação do conhecimento nessas áreas. Isso faz com que, ainda hoje, a gestão dos recursos hídricos em áreas de Cerrado seja efetuada com maior risco de erros e geração de impactos que, na maioria das vezes, só são percebidos quando a situação de conflito e os prejuízos são efetivamente sentidos pelos usuários da água ou pelo meio ambiente. Essa situação vem mudando a cada dia. A Lei das Águas do Brasil (Lei 9.433 de 1997) é relativamente recente, e, desde a sua publicação, muito vem sendo feito para o ordenamento e a gestão do uso da água no País. Contudo, o desenvolvimento da agricultura e a sua intensificação, em uma área tão extensa como a do Bioma Cerrado, são um sinal claro de que há muito a ser feito, e o desafio posto não é uma tarefa simples, pois depende da integração entre os órgãos definidores e executores de políticas públicas, os institutos de pesquisa, os agricultores e a sociedade de uma forma geral. Só assim o desenvolvimento da agricultura brasileira poderá ocorrer sobre bases sustentáveis, possibilitando que se tenha um ambiente saudável para a atual e as futuras gerações que, indubitavelmente, também dependerão dos recursos hídricos para a manutenção da vida na Terra, com um mínimo de harmonia e conforto.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil:** estudo técnico. Brasília, DF, 2005. 123 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Inventário das estações fluviométricas e pluviométricas. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/GestaoRecHidricos/InfoHidrologicas/Inventarios/>>. Acesso em: 21 maio 2007.

ANTONINI, J. C. A.; GUERRA, A. F.; SILVA, D. B. da; RODRIGUES, G. C. Efeito da tensão de água no solo e da densidade de plantas sobre a produtividade do milho. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. **Relatório técnico anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados 1991 a 1995.** Planaltina, DF, 1997. p. 100-102.

AZEVEDO, J. A. **Níveis de tensão de água no solo e suspensão da irrigação em três períodos de crescimento do trigo irrigado em solo de cerrado:** efeito sobre a produtividade, componentes de produção, desenvolvimento e uso de água. 1988. 157 p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

AZEVEDO, J. A.; CAIXETA, T. J. **Irrigação do feijoeiro.** Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 1986. (Embrapa-CPAC. Circular Técnica, 23).

AZEVEDO, J. A.; MIRANDA, L. N. Produtividade do feijão em resposta à adubação fosfatada e regimes de irrigação em solo de Cerrado. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 22., 1996, Manaus. **Resumos expandidos.** Manaus: SBCS, 1996. p. 12-13.

AZEVEDO, J. A.; SILVA, D. B.; ANDRADE, J. M. V.; ANDRADE, L. M. Aplicação da tensiometria no manejo de água de irrigação em lavoura de trigo irrigado no Vale do Pamplona. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. **Relatório técnico anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados 1991 a 1995.** Planaltina, DF, 1997a. p. 106-108.

AZEVEDO, J. A.; DOLABELLA, R. H. C.; PEIXOTO, J. V. B.; SILVA, E. M. da. Manejo da irrigação usando-se tensímetros e curva de retenção de água em feijão irrigado por aspersão. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. **Relatório técnico anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados 1991 a 1995.** Planaltina, DF, 1997b. p. 102-104.

AZEVEDO, J. A.; SILVA, E. M. da; BREDA, C. E.; FIGUEREDO, S. F. Uso de tensímetros e curva de retenção de água no manejo da irrigação do feijão em solo arenoso de Barreiras, BA. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. **Relatório técnico anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados 1991 a 1995.** Planaltina, DF, 1997c. p. 112-114.

AZEVEDO, J. A.; SILVA, E. M. da; SILVA, J. A. P.; FIGUEREDO, S. F. Manejo da irrigação usando tensímetros em feijão sob pivô central em solo de textura média de Unaí, MG. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. **Relatório técnico anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados 1991 a 1995.** Planaltina, DF, 1997d. p.114-116.

AZEVEDO, J. A.; LEITE, G. G.; FIGUEREDO, S. F. Requerimento hídrico na produção de milho em grãos irrigado por aspersão, no CESIPL, usando a tensiometria. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. **Relatório técnico anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados 1991 a 1995**. Planaltina, DF, 1997e. p. 116-118.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. **Caderno setorial de recursos hídricos: agropecuária**. Brasília, DF, 2006. 96 p.

CHRISTOFIDIS, D. **Irrigação no mundo e no Brasil**. 2003. Disponível em: <www.pivotvalley.com.br/valley/mestre/irrig_mundo_e_brasil.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2007.

CHRISTOFIDIS, D. Água na produção de alimentos: o papel da academia e da indústria no alcance do desenvolvimento sustentável. In: NASCIMENTO, E. P. do; VIANNA, J. N. de S. (Org.). **Economia, meio ambiente e comunicação**. Rio de Janeiro: Garamond, 2006a. v. 1, p. 141-162.

CHRISTOFIDIS, D. Oportunidades de irrigação no Cerrado: recursos hídricos dos cerrados e seu potencial de utilização na irrigação. **Item: irrigação e tecnologia moderna**, n. 69/70, p. 87-97, 2006b.

CLARKE, R. T.; KING, J. **O atlas da água**. São Paulo: Publifolha, 2005. 128 p.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. **Agropecuária brasileira: uma visão geral**. Brasília, DF, 2007. 36 p.

COLLISCHONN, W.; AGRA, S. G.; FREITAS, G. K.; PRIANTE, G. R.; TASSI, R.; SOUZA, C. F. Em busca do hidrograma ecológico. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 16., 2005, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: ABRH, 2005. 1 CD-ROM.

COSGROVE, W.; RIJSBERMAN, F. R. **Challenge for the 21st century: making water everybody's business**. Paris: World Water Council, 1999. 99 p.

DOLABELLA, R. H. C. **Caracterização agroambiental e avaliação da demanda e da disponibilidade dos recursos hídricos do Rio Jardim-DF**. 1996. 105 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, Brasília.

EMBRAPA. Serviço de Produção da Informação. **Recomendações técnicas para o cultivo do arroz em regiões favorecidas**: zonas 61 e 83. Brasília, DF, 1992. 123 p.

EMBRAPA. Serviço de Produção da Informação. **Recomendações técnicas para o cultivo do feijão**: zonas 31, 36, 40, 64, 83 e 89. Brasília, DF, 1993. 93 p.

EMBRAPA. Assessoria de Comunicação Social. Cerrado brasileiro é exemplo de produção agrícola tropical. **Jornal da Ciência**, n. 3061, 19 jul. 2006. Disponível em: <<http://www.jornaldaciencia.org.br/Conteudo/Artigo/39256>>. Acesso em: 21 maio 2007.

FIGUERÊDO, S. F.; GUERRA, A. F.; SILVA, D. B.; ANTONINI, J. C. A.; RODRIGUES, G. C. Manejo de irrigação e fertilização nitrogenada para a cultura de feijão. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. **Relatório técnico anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados 1991 a 1995**. Planaltina, DF, 1997. p. 95-97.

FIGUERÊDO, S. F.; PERES, J. R. R.; MIYAZAWA, K.; LUCHIARI JÚNIOR, A.; GUERRA, A. F.; AZEVEDO, J. A.; ANDRADE, L. M. Estabelecimento do momento de irrigação em feijão baseado em níveis de tensão de água em latossolo dos Cerrados. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. **Relatório técnico anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados 1987/1990**. Planaltina, DF, 1994. p. 159-161.

FILGUEIRA, H. J. A.; GUERRA, A. F.; RAMOS, M. M. Parâmetros de manejo de irrigação e adubação nitrogenada para o cultivo de cevada cervejeira no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 31, n. 1, p. 63-70, 1996.

GUERRA, A. F. Manejo de irrigação da cevada sob condições de Cerrado visando o potencial de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 7, p. 1111-1118, 1994.

GUERRA, A. F.; SILVA, E. M. da; AZEVEDO, J. A. Tensão de água no solo: um critério viável para irrigação do trigo na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n.4, p. 631-636, 1994.

GUERRA, A. F.; ANTONINI, J. C. A. Irrigação suplementar para a cultura de soja. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. **Relatório técnico anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados 1991 a 1995**. Planaltina, DF, 1997. p. 99-100.

GUERRA, A. F.; ANTONINI, J. C. A.; SILVA, D. B.; RODRIGUES, G. C. Manejo de irrigação e fertilização nitrogenada para a cultura do milho. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. **Relatório técnico anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados 1991 a 1995**. Planaltina, DF, 1997. p. 97-98.

GUERRA, A. F.; ROCHA, O. C.; SANZONOWICZ, C.; RODRIGUES, G. C.; SAMPAIO, J. B. R. Manejo do cafeiro irrigado no Cerrado com estresse hídrico controlado. **Item: irrigação e tecnologia moderna**, n. 65/66, p. 42-47, 2005.

LIMA, J. E. F. W.; SILVA, E. M. da; KOIDE, S. Implementação de uma bacia experimental no Bioma Cerrado: a Bacia do Rio Jardim-DF. In: ENCONTRO NACIONAL DE BACIAS EXPERIMENTAIS, 2005, Praia do Forte, BA. **Anais... Praia do Forte: ABRH**, 2005. 1 CD-ROM.

LIMA, J. E. F. W.; SANO, E. E.; SILVA, E. M. da; LOPES, T. S. S. Levantamento da área irrigada por pivô-central no Cerrado por meio da análise de imagens de satélite: uma contribuição para a gestão dos recursos hídricos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 17., 2007, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABRH, 2007. 1 CD-ROM.

LIMA, J. E. F. W.; SILVA, E. M. da. Estimativa da contribuição hídrica superficial do Cerrado para as grandes regiões hidrográficas brasileiras. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 17., 2007, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABRH, 2007. 1 CD-ROM.

ONO, E. A.; KUBITZA, F. Construção de viveiros e de estruturas hidráulicas para o cultivo de peixes. **Panorama da Aqüicultura**, v. 12, n. 72, p. 35-49, 2002.

SILVA, D. B. da; ANDRADE, J. M. V. de; GUERRA, A. F. **Informações básicas para o cultivo do trigo irrigado na região do Brasil Central**. Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 1993. 31 p. (Embrapa-CPAC. Circular Técnica, 29).

SILVA, E. M. da; AZEVEDO, J. A. Influência do período de centrifugação na curva de retenção de água em solos de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 10, p. 1487-1494, 2002.

SILVA, E. M. da; LIMA, J. E. F. W.; RODRIGUES, L. N.; MARTINS, E. S.; GUIMARÃES, R. F.; BALBINO, L. C.; BECQUER, T.; SILVA, O. D. D.; CARVALHO JÚNIOR, O. A. **Desenvolvimento e teste de modelos para estimativa das características físico-hídricas dos solos do Bioma Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2003. 49 p. (Embrapa. Macroprograma 2. Projeto nº 0202505).

SILVA, E. M. da; LIMA, J. E. F. W.; AZEVEDO, J. A.; RODRIGUES, L. N. Proposição de um modelo matemático para a avaliação do desempenho de sistemas de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 8, p. 741-748, 2004.

SILVA, E. M. da; LIMA, J. E. F. W.; AZEVEDO, J. A.; RODRIGUES, L. N. Valores de tensão na determinação da curva de retenção de água de solos do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 2, p. 323-330, 2006a.

SILVA, E. M. da; LIMA, J. E. F. W.; RODRIGUES, L. N.; AZEVEDO, J. A. Comparação de modelos matemáticos não-lineares empregados na análise de desempenho de sistemas de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 6, p. 1049-1052, 2006b.

SILVA, E. M. da; AZEVEDO, J. A.; GUERRA, A. F.; FIGUEREDO, S. F.; ANDRADE, L. M. de; ANTONINI, J. C. A. Manejo de irrigação para grandes culturas. In: FARIA, M. A. de (Org.). **Manejo de irrigação**. Lavras: UFLA, 1998. p. 239-280.

Uso sustentável das plantas nativas do Cerrado: oportunidades e desafios

Fabiana de Gois Aquino; José Felipe Ribeiro;
Ana Paula Soares Machado Gulias;
Maria Cristina de Oliveira; Claudia Jeanne da Silva Barros;
Karen Marie Hayes; Miriam Rodrigues da Silva

Introdução

O Bioma Cerrado é representado por um mosaico de vegetação natural, incluindo formações florestais, savânicas e campestres que ocupava, originalmente, uma área cerca de 2 milhões de km² do território brasileiro (confira Cap. 1 desta obra). Esse bioma se destaca pela alta diversidade e endemismo da flora (DIAS, 1994; SILVA, 1995; CAMARGO, 2001; COLLI et al., 2002; BRANDÃO et al., 2000; MITTERMEIER et al., 1999; MYERS et al., 2000; KLINK; MACHADO, 2005; MENDONÇA et al., 1998). Numa compilação de informações de herbário e da literatura, Walter (2006) registrou 11.046 espécies pertencentes à flora vascular nativa do Cerrado, enquanto Myers et al. (2000) estimaram que 4.400 espécies de plantas sejam endêmicas do Bioma Cerrado.

Dados indicam que a vegetação nativa do Cerrado cobre 46,74 % do bioma, considerando-se o ano-base 2002 e não concebendo nessa estimativa os 28 milhões de hectares de pastagens nativas ou modificadas (BRASIL, 2007). No processo de conversão de áreas nativas para áreas antropizadas cerca de 10 % das espécies vegetais desse bioma passaram a estar sob algum nível de ameaça de extinção (BIODIVERSITAS, 2007).

O Cerrado e seus componentes prestam diferentes serviços ambientais de grande importância para o bem-estar humano, como regulação hídrica, de gases, climática e de distúrbios físicos, abastecimento de água, ciclagem de nutrientes, polinização, controle biológico, manutenção de populações animais, produção de alimentos, matéria-prima e recursos genéticos, recreação, entre outros (KLINK, 1999; MELO; DURIGAN, 2006; DURIGAN, 2007). Esse bioma possui diversidade ainda pouco explorada e relativamente pouco conhecida pela ciência, mas que vem gerando riquezas em diferentes regiões do Brasil, representada por espécies vegetais frutíferas, medicinais, artesanais, madeireiras, melíferas, oleaginosas e outras (ALMEIDA et al., 1998). Além disso, a flora do Cerrado guarda variedades silvestres de plantas cultivadas comercialmente, como maracujá, caju, mandioca, abacaxi, goiaba, amendoim e outras que podem ser utilizadas em pesquisas de melhoramento genético que permitem desenvolver plantas com características mais resistentes (BELLON et al., 2007).

Embora o Cerrado seja um bioma altamente diverso em paisagens e espécies da flora e da fauna, ainda há carência de estudos voltados à identificação de espécies com potencial econômico, à elaboração de planos de manejos para espécies exploradas e à caracterização da dinâmica do extrativismo vegetal. Num cenário de desmatamento acelerado e de poucas áreas protegidas em Unidades de Conservação (IBAMA, 2006), o desconhecimento do uso, o manejo e a conservação da biodiversidade do Bioma Cerrado restringem as chances de investimentos em novos produtos gerados dos recursos vegetais e animais que poderiam ser lançados no mercado nacional e internacional. É preciso salientar ainda que esses recursos, uma vez extintos, estarão indisponíveis definitivamente às futuras gerações. Com base nessas características e no fato de as plantas nativas representarem, em algumas áreas, a base do sustento de diversas famílias, o Bioma Cerrado deve ser palco de ações efetivas visando ao desenvolvimento de pesquisas relacionadas à conservação da biodiversidade e ao estudo de espécies com potencial econômico.

Neste capítulo procurou-se mostrar a importância da diversidade vegetal e do extrativismo de plantas nativas do Cerrado, bem como alertar sobre os problemas da exploração intensiva e descontrolada dos recursos vegetais nativos.

Espécies vegetais com potencial econômico e de usos múltiplos

Vários estudos sugerem o uso de espécies nativas do bioma visando minimizar os impactos da ocupação do Cerrado e propor alternativas para o aproveitamento sustentável na região (RIBEIRO et al., 1986, 1987, 1994, 2003; ALMEIDA, 1997, 1998; SAWYER et al., 1997; ALMEIDA et al., 1998; SANTOS; SOUSA-SILVA, 1998; BRANDÃO; LACA-BUENDIA, 1991; FELFILI et al., 2004; CARVALHO, 2007). Para o aproveitamento das espécies nativas, podem ser utilizadas as áreas de reserva legal e as áreas revegetadas, entre outras, utilizando a estratégia do uso do “Cerrado em pé”, ou seja, manejando os recursos disponíveis na vegetação nativa sem desmatamento (RIBEIRO et al., 2003; FELFILI et al., 2004).

Diversas espécies de plantas nativas do Cerrado apresentam importância econômica reconhecida tanto pelas populações rurais quanto pela pesquisa, e muitas delas se enquadram em mais de um tipo de utilização, por isso são conhecidas como espécies de uso múltiplo (ALMEIDA; RIBEIRO, 1997) (Tabela 1). A utilização de espécies de uso múltiplo no Cerrado é muito vantajosa, pois uma mesma planta pode colaborar de diversas maneiras na renda da propriedade (RIBEIRO et al., 1994). Várias plantas de uso múltiplo são conhecidas e utilizadas pela população regional e vêm sendo valorizadas comercialmente no Cerrado, tais como: o pequi (*Caryocar brasiliense*), a gueroba (*Syagrus oleracea*), o baru (*Dipterix alata*), a mangaba (*Hancornia speciosa*), a fava-d'anta (*Dimorphandra mollis*), a mama-cadela (*Brosimum gaudichaudii*) entre outras (Fig. 1).

Tabela 1. Exemplos de plantas nativas de usos múltiplos do Bioma Cerrado. As espécies estão listadas em ordem alfabética da família botânica, seguidas pelo nome científico, nome comum e utilização: al, alimentícia; af, alimentícia fauna silvestre; ap, apicolar; ar, aromatizante; at, artesanal; co, condimentar; cr, corticeira; m, madeireira; ml, medicinal; ol, oleaginosa; or, ornamental; tr, tanifera; te, têxtil; ti, tintorial. Caes., Caesalpiniaceae; Mimo., Mimosaceae e Papil., Papilionaceae.

Família	Nome científico	Nome comum										Utilização									
		al	af	ap	ar	at	co	cr	m	ml	ol	or	tn	te	ti						
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Cájueiro	x	x															x		
Anacardiaceae	<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott.	Gonçalo-alves											x	x							
Anacardiaceae	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Fr. All.	Aroeira											x	x							
Annonaceae	<i>Annona crassiflora</i> Mart.	Araticum	x	x									x	x							
Apocynaceae	<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart.	Guatambu		x	x							x	x								
Apocynaceae	<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	Mangaba	x	x								x	x								
Apocynaceae	<i>Himatanthus obovatus</i> (Mull.Arg.) Woodsen	Pau-de-leite	x	x								x	x								
Araliaceae	<i>Schefflera macrocarpa</i> (Cham. & Schltr.) Frodin	Mandião	x	x								x									
Arecaceae	<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.)	Macaúba	x	x								x	x								
Arecaceae	<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.	Buriti	x	x								x	x								
Arecaceae	<i>Syagrus comosa</i> Mart.	Catolé	x	x								x	x								
Asteraceae	<i>Lychephora ericoides</i> Mart.	Arnica										x	x								
Asteraceae	<i>Piptocarpha rotundifolia</i> (Less.) Baker	Coração-de-negro			x	x						x	x								
Bignoniaceae	<i>Tabebuia ochracea</i> (Mart.) Bur.	Ipê-amarelo				x	x					x	x								

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Família	Nome científico	Nome comum	Utilização												
			al	af	ap	ar	at	co	cr	m	ml	ol	or	tn	te
Bromeliaceae	<i>Ananas ananassoides</i> (Baker) L.B.Sm.	Ananás-do-cerrado	x										x		
Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.	Pequi	x	x									x		
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella ciliata</i> Mart. & Zucc.	Murta	x									x			
Clusiaceae	<i>Kilmeyera coriacea</i> (Spreng.) Mart.	Pau-santo	x				x					x			x
Clusiaceae	<i>Platonia insignis</i> Mart.	Bacuri	x				x				x	x			
Combretaceae	<i>Terminalia fagifolia</i> Mart.	Capitão	x				x				x	x		x	x
Connaraceae	<i>Connarus suberosus</i> Planch.	Pau-de-brinco	x	x			x				x	x			
Connaraceae	<i>Rourea induta</i> Planch.	Botica-inteira	x	x			x				x	x			
Dilleniaceae	<i>Davilla elliptica</i> (A.St.-Hil.) Baill.	Lixeirinha	x												
Flacourtiaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Érva-de-teíu	x									x	x		
Hippocrateaceae	<i>Salacia elliptica</i> (Mart.) G. Don	Bacupari	x	x											
Icacinaceae	<i>Emmnotum nitens</i> (Benth.) Miers	Aderno	x	x								x			
Lecythidaceae	<i>Eschweilera nana</i> (O.Berg) Miers	Sapucáia	x	x			x					x	x		
Leguminosae Caes.	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Copaíba	x								x	x	x		
Leguminosae Caes.	<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	Jatobá	x	x							x	x			
Leguminosae Caes.	<i>Sclerolobium paniculatum</i> Vog.	Carvoeiro	x												
Leguminosae Mimo.	<i>Acacia polyphylla</i> DC.	Angico-monjolo	x												
Leguminosae Mimo.	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan.	Angico-vermelho	x												x

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Família	Nome científico	Nome comum	Utilização
		al af ap ar at co cr m ml ol or tn te ti	al af ap ar at co cr m ml ol or tn te ti
Leguminosae Mimo.	<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	Faveira	x
Leguminosae Mimo.	<i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.) J.F.Macbr.	Tamboril	x
Leguminosae Mimo.	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	Ingá	x
Leguminosae Mimo.	<i>Parkia platycephala</i> Benth.	Fava-bolota	x
Leguminosae Mimo.	<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	Vinhático	x
Leguminosae Mimo.	<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Cov.	Barbatimão	x
Leguminosae Papil.	<i>Amburana cearensis</i> (Allemao) A.C. Smith	Amburana	x
Leguminosae Papil.	<i>Andira paniculata</i> Benth.	Mata-barata	x
Leguminosae Papil.	<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	Sucupira-preta	x
Leguminosae Papil.	<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	Jacarandá	x
Leguminosae Papil.	<i>Dipteryx alata</i> Vog.	Baru	x
Leguminosae Papil.	<i>Machaerium acutifolium</i> Vog.	Jacarandá	x
Leguminosae Papil.	<i>Pterodon emarginatus</i> Vog.	Sucupira-branca	x
Leguminosae Papil.	<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke	Sucupira-amargosa	x
Lythraceae	<i>Lafontea vandelliana</i> Cham. & Schtdl.	Mangava-brava	x
Malpighiaceae	<i>Byrsinima coccobifolia</i> Kunth	Murici	x

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Família	Nome científico	Nome comum	Utilização											
			al	af	ap	ar	at	co	cr	m	ml	ol	or	tn
Malpighiaceae	<i>Heteropteris byrsinimolia</i> (Spr.) Kunth.	Murici-machão					x			x			x	
Melastomataceae	<i>Mouriri elliptica</i> Mart.	Coroa-de-frade	x	x										
Moraceae	<i>Brosimum gaudichaudii</i> Tréc.	Mama-cadeia	x		x								x	
Myrtaceae	<i>Campomanesia pubescens</i> (A.DC.) O.Berg	Gabiroba	x	x										
Myrtaceae	<i>Eugenia dysenterica</i> DC.	Cagaíta	x	x	x								x	
Myrtaceae	<i>Myrcia sellowiana</i> O.Berg	Goiabinha	x	x										
Myrtaceae	<i>Psidium myrsinoides</i> O.Berg	Araçá	x	x									x	
Nyctaginaceae	<i>Neea theifera</i> Oerst	Caparroso-branca	x											
Ochnaceae	<i>Ouraeta hexasperma</i> (A.St.-Hil.) Baill.	Vassoura-de-bruxa			x								x	x
Sapotaceae	<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	Curriola	x	x									x	
Sapotaceae	<i>Pouteria lorta</i> Radlk.	Grão-de-galo	x										x	
Verbenaceae	<i>Aegiphila lhotzkiana</i> Cham.	Milho-de-grilho	x									x		
Vochysiaceae	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	Pau-terra-grande		x								x		x
Vochysiaceae	<i>Qualea parviflora</i> Mart.	Pau-terra		x								x		x
Vochysiaceae	<i>Salvertia convallariaeodora</i> A.St.-Hil.	Pau-de-arara	x		x							x		
Vochysiaceae	<i>Vochysia rufa</i> Mart.	Pau-doce	x		x							x		

Fonte: Almeida (1997), Almeida et al. (1998), Felfili et al. (2004), Silva Júnior et al. (2005).

Foto: José Felipe Ribeiro.

Foto: Gustavo Porpino de Araújo.

Foto: Maria Cristina de Oliveira.

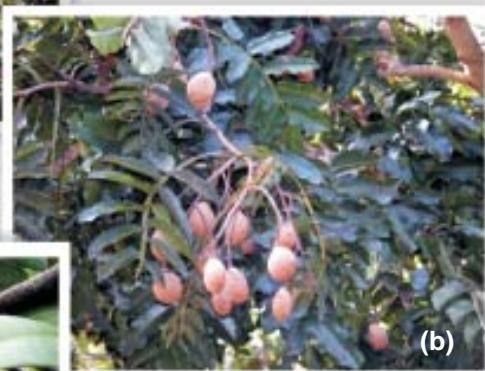
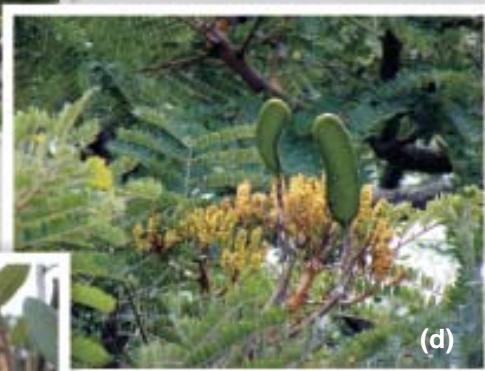


Fig. 1. (a) Pequi (*Caryocar brasiliense*), (b) baru (*Dipterix alata*), (c) mangaba (*Hancornia speciosa*), (d) fava-d'anta (*Dimorphandra mollis*), (e) mama-cadeia (*Brosimum gaudichaudii*).

Foto: Zenilton de J. G. Miranda.

Foto: José Felipe Ribeiro.

Um exemplo disso é a região norte de Minas Gerais, onde a colheita e a comercialização dos frutos do pequi, durante a safra de dezembro a janeiro, mobilizam metade da população que vive no campo, representando 54,7% da renda anual do trabalhador rural (CHÉVEZ POZO, 1997; ALENCAR, 2000). Um estudo realizado em Jequitaí, MG, mostrou que a coleta de frutos de pequi é mais vantajosa que outras atividades, como extração de lenha (GOMES; GOMES, 2000).

Ribeiro et al. (1987, 1994) avaliaram 150 espécies com potencial econômico. Almeida et al. (1998) apontaram a importância de 110 espécies na alimentação humana e animal, na medicina e farmacologia, na tinturaria e corantes, na indústria química, na ornamentação, no artesanato, e, ainda, na produção de madeiras e outros. Considerando apenas o uso alimentar, Almeida (1998) apresentou cerca de 200 receitas utilizando 26 espécies, mostrando o potencial do Cerrado na alimentação humana. Silva Júnior et al. (2005) apresentaram as 100 árvores mais comuns do Cerrado, informando dados sobre a utilização dessas plantas, demonstrando, também, que o Bioma Cerrado, com toda a sua diversidade vegetal, deve ser considerado fonte única de matérias-primas de valor inestimável.

As populações humanas que, habitualmente, vivem da riqueza natural do Cerrado, os povos indígenas, os quilombolas, os ‘geraizeiros’¹, os vazanteiros, os caatingueiros, os ribeirinhos, entre outros, aprenderam a retirar recursos importantes para a sua sobrevivência diretamente da natureza (SILVEIRA et al., 2002). Segundo Barbosa e Schimiz (1998), o homem desenvolveu, no Cerrado, formas ricas de organização social e manejo da biodiversidade e demonstra que as formas tradicionais de uso dos recursos naturais do Cerrado são antigas e, conforme Almeida et al. (1998), corroboram a importância do consumo das frutas nativas do bioma. A participação dos povos locais representa fator-chave de qualquer plano para manter áreas de vegetação natural (BRASIL, 2003).

¹ Nome tradicionalmente dado aos habitantes da “região dos gerais” (dos planaltos de São Francisco e topos da Serra do Espinhaço).

Extrativismo vegetal não madeireiro no Cerrado

O uso econômico das espécies nativas do Cerrado pelas populações locais, normalmente, se dá pelo extrativismo. O conceito de extrativismo de acordo com o IBGE (2006) é “o processo de exploração dos recursos vegetais nativos que compreende a coleta ou apanha de produtos como madeiras, látex, sementes, fibras, frutos e raízes, entre outros, de forma *racional*, permitindo a obtenção de produções *sustentadas* ao longo do tempo, ou de modo primitivo e itinerante, possibilitando, geralmente, apenas uma única produção”.

Os produtos extrativos não madeireiros explorados e que são comuns no Cerrado incluem o fruto da mangaba (*Hancornia speciosa*), a fibra do buriti (*Mauritia flexuosa*), o óleo da copaíba (*Copaifera langsdorffii*), a amêndoia do pequi (*Caryocar brasiliense*), a casca do angico (*Anadenanthera colubrina*) e a casca do barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*) os quais representaram, em conjunto, cerca de 1 % dos 5 % de produtos obtidos da extração vegetal, considerando o ano-base 2005 (IBGE, 2006).

De acordo com os dados do IBGE, a produção de mangaba (fruto) por extração vegetal atingiu um pico de 1.364 toneladas em 1996 e caiu para 811 toneladas em 2005. A quantidade produzida em 2005 gerou um valor de 1,28 milhão de reais (IBGE, 2006). A produção de mangaba vem essencialmente das regiões Nordeste e Sudeste.

No Brasil, a produção de fibra a partir das folhas do buriti decresceu de 990 toneladas em 1990 para 483 em 2005 (IBGE, 2006). Essa produção vem principalmente da Região Norte. Há poucas informações oficiais sobre a produção de fibra oriunda das folhas do buriti nos estados inseridos nos domínios do Bioma Cerrado.

Dados oficiais do IBGE indicaram que a produção de óleo de copaíba vem essencialmente da Região Norte cuja quantidade foi de 475 toneladas em 2005. A região norte mato-grossense produziu

15 toneladas de óleo de copaíba em 1994, diminuindo para 4 toneladas em 2005 (IBGE, 2006). Não há dados oficiais para a produção de óleo de copaíba em outras áreas de Cerrado.

A produção brasileira de amêndoas de pequi advinda da extração vegetal cresceu de 1.965 toneladas para 5.089 toneladas entre 1990 e 2005 (IBGE, 2006). A Região Nordeste aumentou expressivamente a produção de amêndoas de pequi, passando de 493 toneladas para 2.753 toneladas, no mesmo período (IBGE, 2006). Na Região Sudeste também houve aumento na quantidade de amêndoas de pequi produzidas saltando de 557 toneladas, em 1990, para 1.559 toneladas em 2005, destacando-se o norte de Minas Gerais como região produtora. Contrariando a tendência apontada para o Brasil, a Região Centro-Oeste diminuiu a produção de amêndoas de pequi de 916 toneladas para 466 toneladas entre 1990 e 2005, de acordo com os dados oficiais do IBGE.

A demanda de produtos à base de espécies nativas e de sabor exótico é crescente nos mercados interno e externo. Diversas espécies nativas do Cerrado estão sendo comercializadas local e regionalmente, mas não são incluídas nas estatísticas oficiais (FELFILI et al., 2004), prejudicando a análise da dinâmica do extrativismo das espécies nativas do bioma. A situação da fava-d'anta (*Dimorphandra mollis*) comprova essa realidade. De acordo com Gomes e Gomes (2000), embora a fava-d'anta responda por cerca de 50 % da produção mundial de rutina e se destaque no cenário econômico, sua importância vem sendo negligenciada.

Extrativismo: sustentabilidade, limites e desafios

Diante de um cenário de destruição das paisagens naturais do Bioma Cerrado, o extrativismo de plantas nativas configura-se como possível alternativa para a manutenção de parte da biodiversidade e melhoria da qualidade de vida das comunidades humanas que vivem na região. Todavia, à medida que os produtos começam a ter demanda no

mercado, sua exploração tende a aumentar, gerando preocupação quanto à manutenção das populações vegetais nativas.

Desafios ambientais

O processo extrativista pode ocorrer de modo sustentável ou de modo predatório. O extrativismo sustentável ocorre quando a velocidade de recuperação do recurso explorado for igual ou superior à velocidade da extração, mantendo as fontes de renovação do recurso natural explorado. O extrativismo predatório ocorre quando a velocidade de recuperação do recurso explorado for inferior à velocidade da extração (HOMMA, 1993), aniquilando o recurso explorado. Quando a planta é explorada excessivamente e sem critérios, restam poucos indivíduos, sementes ou frutos sadios para que a espécie possa perpetuar-se na natureza. A exploração comercial de produtos florestais não madeireiros pode prejudicar a manutenção das funções ecológicas das populações de plantas tropicais (PETERS, 1996).

A grande preocupação é a manutenção de estoques de recursos para que o extrativismo seja efetivamente sustentável. Dessa forma, qualquer tipo de utilização dos recursos naturais deve obedecer aos critérios de sustentabilidade biológica, ou seja, à manutenção em longo prazo dos processos biológicos que conservem o ecossistema estável apesar dos estresses previsíveis.

Em diversas áreas ao redor do mundo, foi constatado que o acesso aos recursos vegetais e animais é afetado pela superexploração e pela destruição de habitats, e o grande problema é que pouco se conhece da biologia populacional das espécies exploradas (SECRETARIAT OF THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY, 2001).

A atividade extrativista tem sido ameaçada, em algumas áreas de Cerrado, pela diminuição da oferta natural de frutos (LOPES et al., 2003).

Para o pequi já foi levantada a hipótese de que está havendo diminuição na produção de frutos e, consequentemente, afetando a regeneração das populações (COLLEVATTI et al., 2001). Isso pode estar acontecendo por causa da exploração excessiva dos frutos em algumas regiões. Estudos constataram que a intensidade de exploração determinou a estrutura de tamanho para populações de *Bertholletia excelsa* (castanha-do-brasil), espécie vegetal bastante explorada na Amazônia (PERES et al., 2003).

Na utilização de qualquer recurso natural, é necessário considerar a capacidade de carga do ambiente e os processos ecológicos envolvidos. Por exemplo, as sementes e os frutos extraídos da natureza também são fontes de alimento para os animais silvestres que, por sua vez, são responsáveis por parte da propagação das plantas no ambiente. Assim, verifica-se a importância do desenvolvimento de técnicas e de procedimentos que permitem a exploração programada da espécie.

O uso sustentável é altamente recomendável, pois prevê o planejamento das operações em determinada área, garantindo a perenidade dos recursos naturais. De acordo com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) (BRASIL, 2002), o uso sustentável é “a exploração do ambiente de maneira a garantir a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos, mantendo a biodiversidade e os demais atributos ecológicos, de forma socialmente justa e economicamente viável”.

Embora na legislação brasileira não existam regras específicas que regulem a prática de coleta de produtos não madeireiros obtidos de plantas nativas fora de Unidades de Conservação, é importante considerar o manejo e o uso dos recursos naturais de forma planejada, racional e sustentável para evitar o aniquilamento dos recursos explorados. O manejo e o uso dos recursos naturais, realizados de forma racional, permitem dar continuidade à produção de forma sustentável, gerando oportunidades de mercado em longo prazo e preservando os recursos naturais e os serviços ambientais.

O grande problema é que os mercados consumidores das matérias-primas obtidas do extrativismo vegetal nem sempre assumem a responsabilidade quanto à forma de obtenção desses produtos (GOMES; GOMES, 2000) e isso parece acontecer de forma geral para as espécies do Bioma Cerrado.

Diante desse cenário, questões têm surgido concernentes à conservação e à sustentabilidade das espécies exploradas em longo prazo no Bioma Cerrado. É necessário investir em conhecimento do manejo das espécies exploradas, avaliando quais são os efeitos dessa exploração nas relações ecológicas da espécie e sua regeneração natural, objetivando a manutenção das populações vegetais no seu ambiente de origem, bem como o processo de aproveitamento econômico efetivamente sustentável.

A carência de informação acerca do manejo sustentável das espécies da flora pode gerar impactos negativos da coleta indiscriminada. São poucos os estudos que abordam a forma de cultivo e o impacto do extrativismo nas espécies nativas de Cerrado e alguns destes são citados a seguir.

Araújo (1994 a,b) avaliou a produção de frutos da espécie *Caryocar brasiliense*, em Montes Claros, MG e verificou que, na melhor safra, foram formados 15.593 frutos, em 28 indivíduos acompanhados, mas apenas 4.919 chegaram à fase final de maturação. Araújo (1994a) observou, também, poucas plântulas e indivíduos jovens dessa espécie em que mais de 70 % da população estudada consistia de plantas adultas, significando baixo índice de recrutamento.

Borges Filho e Felfili (2003) analisaram o extrativismo da casca de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*), uma espécie medicinal e produtora de tanino, em unidades de conservação do Distrito Federal e verificaram que, independente do porte da planta, os indivíduos apresentaram sinais de extração e anelamento, com retirada total da casca ao redor do tronco, o que causou a morte das plantas, indicando extrativismo predatório.

Schmidt (2005) avaliou o impacto da coleta do capim-dourado (*Syngonanthus nitens*), na região do Jalapão, TO, acompanhando mais de 2 mil plantas por mais de um ano, e os resultados indicaram que, em curto prazo, não houve efeito negativo na população da espécie por causa da colheita de hastes. Todavia, recomendou que a colheita de hastes não fosse realizada antes da maturação das sementes (setembro) para garantir a produção e a dispersão dos propágulos.

Assim, cada vez mais se observa a necessidade da busca de práticas de manejo que gerem sustentabilidade para o extrativismo por meio da avaliação dos seus impactos ecológicos, desenvolvendo, assim, propostas de manejo efetivamente sustentáveis para as espécies exploradas que assegurem a conservação e o uso planejado.

Para que a exploração seja sustentável ao longo do tempo, é importante incorporar informações sobre a ecologia das espécies e as características biológicas (PETERS, 1996). É importante uma avaliação em conjunto com as populações locais sobre a disponibilidade, os limites de uso e as possibilidades de desaparecimento dos recursos vegetais explorados visando à elaboração do plano de manejo para as espécies exploradas.

A parte mais importante para a elaboração de um plano de manejo é a realização de pesquisas de campo e a coleta de dados biológicos e ecológicos, bem como dados sobre a forma de coleta das espécies exploradas e o manejo adotado pelas populações locais. Algumas informações são imprescindíveis para se elaborar um plano de manejo, quais sejam: localização da espécie na paisagem (unidades de vegetação, tipos de solos, presença em áreas cultivadas, georreferenciamento); disponibilidade anual do recurso (flores, frutos, sementes) em áreas exploradas e não exploradas; estrutura populacional (tamanho populacional, taxa de crescimento, recrutamento e mortalidade) em áreas exploradas e não exploradas; densidade; formas de propagação da espécie; ocorrência de pragas e de doenças; quantidade de material

coletado. Essas informações, principalmente de estrutura de população, estão associadas ao ciclo de vida do organismo e à capacidade auto-regenerativa (AULD, 1987; ODUM, 1988; PETERS, 1996) e, em conjunto, proporcionam, em determinado instante, um retrato da forma como a população das espécies exploradas encontra-se no ambiente, indicando prováveis impactos sofridos pela população ao longo do tempo (SCHIAVINI et al., 2001).

Medidas mitigadoras deverão ser recomendadas, dentro do plano de manejo, quando os resultados das análises da estrutura populacional indicarem impactos sofridos pela população, principalmente, no tocante ao total de indivíduos necessários para perpetuação da espécie com o objetivo de minimizar os impactos sobre as populações vegetais (PETERS, 1996). É importante que o plano de manejo seja construído em conjunto com as populações locais que utilizam os recursos para se chegar, de maneira participativa, a um plano de manejo da espécie explorada. Esse plano deverá ser aplicado, avaliado e, em alguns casos, aperfeiçoado.

Planos de manejo para espécies exploradas são fundamentais para que sejam traçadas estratégias de conservação e de manejo efetivas, possibilitando exploração racional e sustentável, não só das espécies nativas do Bioma Cerrado, mas de todo o sistema ecológico onde as espécies de interesse estão inseridas.

Desafios socioeconômicos

De acordo com Homma (1993), a economia extrativa inicia-se pela descoberta do recurso natural que apresenta potencial econômico seguida pelo crescimento do mercado para determinado produto. Posteriormente, o crescimento do mercado e o desenvolvimento tecnológico estimulam a domesticação dos recursos extractivos ou a criação de substitutos sintéticos (Fig. 2). O processo de domesticação varia de acordo com a realidade econômica, o apoio da pesquisa e com o produto extractivo. Homma (1993) também coloca que o extrativismo tem sido viável somente quando não

há alternativa econômica dos plantios domesticados ou substitutos sintéticos e, paralelamente a esse fato, o desmatamento ocorre por que as atividades extrativas não produzem renda satisfatória para o produtor.

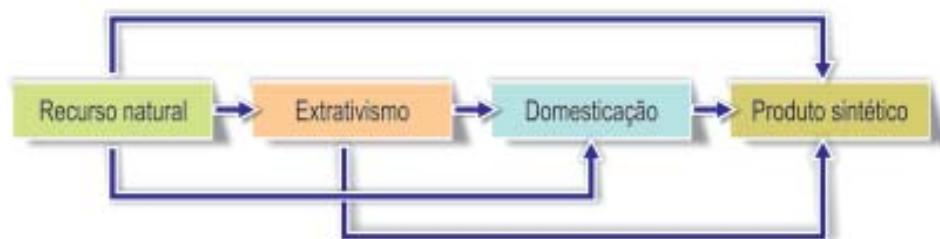


Fig. 2. Possíveis formas de utilização do recurso natural depois da sua transformação em recurso econômico.

Fonte: adaptado de Homma, 2008.

De acordo com Gomes (1998), essa dinâmica de exploração, domesticação e substituição não pode ser aplicada a todos os casos, pois nem todos os produtos oriundos do extrativismo geram derivados sintéticos ou são domesticados. Segundo a autora, isso pode ser explicado pelo fato de essas atividades saírem da lógica puramente econômica. Para agricultores familiares, por exemplo, cuja lógica da diversificação das estratégias produtivas e comerciais é mais vantajosa, o aproveitamento da biodiversidade nativa insere-se como atividade complementar viável, tanto para o autoconsumo quanto para eventual geração de renda. Além disso, a utilização extrativa da biodiversidade tem um significado muito mais cultural do que econômico, permitindo, muitas vezes, a revalorização do conhecimento tradicional da fauna e a da flora (SAWYER et al., 1997).

Para fortalecer a atividade extrativista e reduzir os riscos ligados à flutuação sazonal dos preços, à perecibilidade dos produtos, à dificuldade de escoamento e à pequena inserção dos produtos no mercado, é necessário propor políticas públicas de investimento no setor extrativo com a finalidade de estabelecer formas de comercialização, preços mínimos para o produtor e marketing para atrair os principais consumidores uma vez que essa atividade agride menos o meio ambiente (CLAY et al., 2000).

Experiência no nordeste goiano: o caso do extrativismo do pequi

O pequizeiro (*Caryocar brasiliense*, Cariocaraceae) ocorre amplamente no Cerrado, do sul do Pará ao Paraná (Fig. 3). Essa espécie é uma árvore típica do Bioma Cerrado e seus frutos são muito apreciados pela população. O fruto (Fig. 3) é excelente fonte nutricional de proteínas, fibras, vitaminas, principalmente, betacaroteno e sais minerais (ALMEIDA et al., 1998).

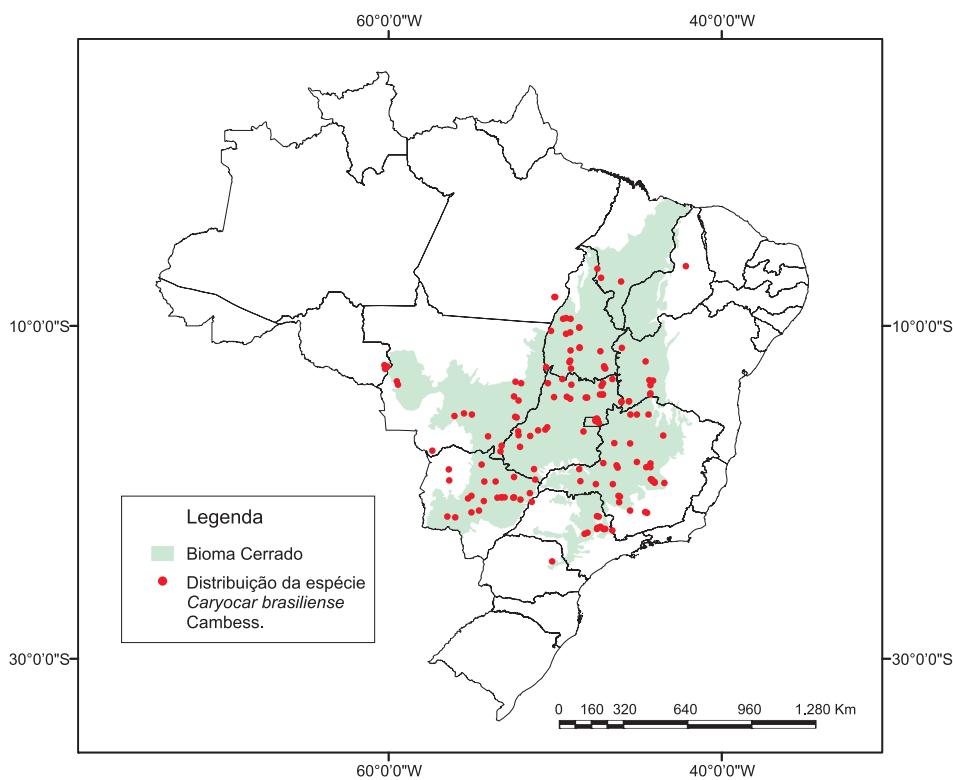


Fig. 3. Distribuição da ocorrência natural do pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.) em 185 localidades entre os 376 levantamentos, realizados no Cerrado sentido amplo, em todo o Bioma Cerrado.

Fonte: Ratter et al., 2003.

Morfologicamente, o fruto do pequi é uma drupa com casca (pericarpo) verde-amarelada podendo conter de um a seis caroços (putâmens) (Fig. 4). O caroço (putâmen) é formado pela polpa (mesocarpo) e pelo endocarpo que é uma resistente camada formada por espinhos e que abriga a semente.

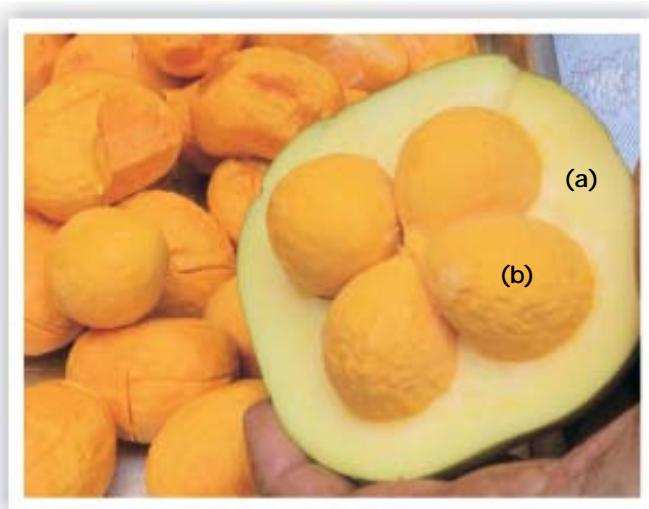


Foto: José Felipe Ribeiro.

Fig. 4. Fruto do pequizeiro: (a) a casca (pericarpo) verde-amarelada e (b) os caroços (putâmens).

A despeito da importância dessa espécie sob o ponto de vista econômico, ecológico e social, as informações sobre a produção e a comercialização dos produtos provenientes da exploração do pequizeiro são dispersas e parciais.

Existe grande demanda no mercado por produtos provenientes da exploração do pequizeiro, e a comercialização vem ocorrendo em feiras livres, restaurantes, supermercados, sorveterias e centros de abastecimentos. Embora, ainda regionalmente restrito, nota-se que o mercado nacional para esses produtos vem crescendo.

Dados fornecidos pela Ceasa-GO mostraram que a comercialização de frutos de pequi alcançou 1.683 toneladas em 2005. Desse total,

77,64 % foram adquiridos no próprio estado, 10,14 % vieram do Estado de Minas Gerais; 0,60 %, de Mato Grosso do Sul; 9,93 %, de São Paulo e 1,69 %, de Tocantins.

Um estudo realizado na região de Damianópolis, município de quatro mil habitantes no nordeste de Goiás, avaliou a coleta do pequi. Os dados foram obtidos do projeto Conservação e Manejo da Biodiversidade do Bioma Cerrado, liderado pela Embrapa Cerrados. Para a realização da análise quantitativa da produção por pequizeiro, foram monitorados 15 indivíduos no período de 30 de outubro de 2006 a 28 de janeiro de 2007.

De acordo com as informações coletadas, a produção média dos pequizeiros selecionados ($n=15$) foi de 2.195 frutos, 2.908 putâmens, rendendo 32,009 kg de polpa em 28,8 dias de produção. Assumindo, a partir de trabalhos fitossociológicos realizados no Planalto Central (FELFILI et al., 1994, 2000), que o número de pequizeiros por hectare é em torno de 30, a produção de polpa por hectare atingiria cerca de 960 kg. Considerando 5 reais o quilo da polpa, pode-se concluir que um hectare de pequizeiro poderia gerar, anualmente, em torno de 4.800,00 reais. Vale ressaltar que essa é uma estimativa simplificada, não incluindo valores de despesas com equipamento, combustível, alimentação e outros.

Em termos sociais, essa atividade envolve coletores, *roletadores* (equipe que separa a casca do caroço com a polpa), despolpadores e embaladores. Esses grupos diferenciam-se pelas potencialidades e pelas restrições associadas à capacitação e ao aprendizado adquiridos, assim como interesses particulares. Os coletores autônomos são pessoas do município que colhem o fruto nas propriedades particulares rurais. Para a coleta, é necessária a autorização do proprietário do imóvel. A coleta ocorre preferencialmente no início da madrugada (horário com menor circulação de pessoas).

Os frutos de pequi são normalmente coletados no chão, logo que amadurecem e caem das árvores, quando são considerados maduros. Após a queda natural, caso não seja realizada a coleta imediata, os frutos

tornam-se macios em dois ou três dias e rapidamente entram em processo de deterioração (OLIVEIRA et al., 2006).

Entretanto, de acordo com as observações de campo, é freqüente constatar colheita do fruto diretamente da árvore, antes da queda natural, e colheita realizada por pessoas não autorizadas pelo proprietário rural, confirmada pela presença de frutos abertos (*roletados*), ou seja, sem a polpa, deixados no chão.

A coleta, diretamente da árvore, sem que os frutos tenham completado o processo de maturação, pode ser considerada, atualmente, um dos principais problemas do extrativismo do pequi, visto que esse procedimento reduz a qualidade do fruto comercializado (OLIVEIRA et al., 2006). Esses autores mostraram que frutos apanhados na árvore foram nutricionalmente inferiores aos coletados após a queda natural. A colheita dos frutos realizada diretamente na árvore é incentivada pela alta demanda do mercado, do preço e da facilidade de repasse aos atravessadores que compram os frutos imaturos.

Outro aspecto importante a ser considerado é em relação à estrutura da população. De acordo com as observações de campo, é raro observar um indivíduo jovem de pequizeiro rebrotando ou regenerando na área de coleta.

Dessa forma, seria interessante incentivar a produção de mudas, oriundas de sementes coletadas na área, e promover o plantio, dando origem a novos indivíduos e contribuindo para a manutenção das populações de pequizeiro.

Como há poucas informações sobre os efeitos do extrativismo de curto e de longo prazo sobre as populações da espécie *C. brasiliense*, é necessário apoiar estudos que avaliem eventuais modificações nas taxas de natalidade, de mortalidade e de crescimento dessa espécie. Também é necessário monitorar as atividades dos extrativistas para garantir não só a manutenção das populações da espécie *C. brasiliense*, como também a parte do sustento das populações humanas que utilizam esse recurso.

Políticas

Atualmente, existem algumas políticas públicas que visam estimular e regular o extrativismo no Cerrado. Como exemplo, citam-se:

- Lei nº 15.015, de 29 de dezembro de 2004, que trata da matéria tributária dispondo sobre a redução de base de cálculo do Imposto de Circulação de Mercadoria e Serviços (ICMS) sobre a industrialização de produtos típicos do Cerrado (antes era 17 % e com a lei passou para 7 %);
- Portaria nº18/2002, da Agência Ambiental, que proíbe o corte do baru no Estado de Goiás.

É necessário integrar pesquisas que envolvem o extrativismo de produtos do Cerrado com a elaboração efetiva de políticas públicas que contribuam para o fortalecimento das relações socioambientais, visando à conservação dos ecossistemas. O estabelecimento de políticas públicas é importante, pois envolve fatores culturais, sociais, econômicos, ambientais e tecnológicos que geram impactos significativos. A inexistência de políticas públicas que levem em conta potencialidades regionais impede que uma região seja beneficiada pelos bens que ela gera (GOMES, 1998).

Considerações finais

Por causa da importância da flora do Cerrado em termos de diversidade e uso popular, bem como do risco de extinção que essas plantas correm, a Embrapa Cerrados, juntamente com instituições parceiras, as Universidades e Institutos de Pesquisa, vem investindo em estudos sobre a caracterização biológica, avaliação do potencial econômico, desenvolvimento de técnicas de produção e transferência de tecnologia para gerar e divulgar informações sobre as plantas nativas do Cerrado. As atividades desenvolvidas pela Embrapa Cerrados são realizadas, principalmente, junto aos agricultores familiares buscando articular os setores público e privado, com vistas à geração de empregos e renda regional, ao uso e à conservação da biodiversidade e à melhoria da

qualidade de vida da população. Contudo, o aproveitamento sustentável da biodiversidade do Bioma Cerrado depende de conhecimentos relacionados à ecologia das espécies exploradas, à oferta ambiental, às necessidades humanas e à quantificação do valor econômico para garantir a perenidade e a manutenção das populações de espécies nativas, bem como da geração de emprego e renda.

Tendo em vista essa realidade, em curto e médio prazos, as seguintes estratégias de políticas públicas seriam necessárias:

1. Intensificar estudos sobre a distribuição geográfica de plantas com potencial econômico e caracterização da oferta ambiental.
2. Estabelecer programas de uso sustentável dos recursos naturais, avaliando a capacidade suporte dos ambientes explorados.
3. Estimular o desenvolvimento e a adoção de inovações tecnológicas e organizacionais que permitam agregar valor aos produtos obtidos da biodiversidade.
4. Apoiar a organização das populações locais no estabelecimento de sistemas de produção, processamento e distribuição de produtos obtidos da biodiversidade do Cerrado em bases sustentáveis.
5. Identificar e ampliar mercados para comercialização de produtos obtidos da biodiversidade do Cerrado em bases sustentáveis.
6. Instituir linhas de crédito voltadas ao financiamento de sistemas produtivos em bases sustentáveis.
7. Ampliar e fortalecer as Unidades de Conservação.

Referências

ALENCAR, G. Pequizeiros enfrentam riscos de extinção. **Hoje em Dia**, Belo Horizonte, p. 7, 13 fev. 2000.

ALMEIDA, S. P. Frutas nativas do Cerrado: caracterização físico-química e fonte potencial de nutrientes. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). **Cerrado**: ambiente e flora. Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 1998. p. 247-285.

ALMEIDA, S. P. Cerrado: plantas nativas de importância econômica. In: SIMPÓSIO SOBRE OS CERRADOS DO MEIO-NORTE, 1., 1997, Teresina. **Cerrados**: sua biodiversidade é uma benção da natureza: anais. Teresina: Embrapa-CPAMN, 1997. p. 197-199.

ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado**: espécies vegetais úteis. Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 1998. 464 p.

ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. Usos múltiplos para flora nativa do Cerrado. In: SEMINÁRIO SOBRE SISTEMAS FLORESTAIS PARA O MATO GROSSO DO SUL, 1., 1997, Dourados. **Resumos**. Dourados: Embrapa-CPAO: Flora Sul, 1997. p. 23-27.

ARAÚJO, F. D. **The ecology, ethnobotany and management of Caryocar brasiliense Camb. around Montes Claros, MG, Brasil**. 1994. 175 f. Tese (Doutorado) - University of Oxford, Oxford, 1994a.

ARAÚJO, F. D. A review of *Caryocar brasiliense* Camb. (Caryocaraceae): an economically valuable species of the Central Brazilian cerrados. **Economic Botany**, v. 49, p. 40-48, 1994b.

AULD, T. D. Population dynamics of the shrub *Acacia suaveolens* (Sm.) Willd.: survivorship throughout the life cycle, a synthesis. **Australian Journal of Ecology**, v. 12, p. 139-151, 1987.

BARBOSA, A. S.; SCHIMIZ, P. I. Ocupação indígena no Cerrado: esboço de uma história. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). **Cerrado**: ambiente e flora. Planaltina, DF: Embrapa- CPAC, 1998. p. 3-43.

BELLON, G.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, K. P.; JUNQUEIRA, N. T. V.; SANTOS, E. C.; BRAGA, M. F.; GUIMARÃES, C. T. Variabilidade genética de acessos silvestres e comerciais de *Passiflora edulis* Sims. com base em marcadores RAPD. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, p. 124-127, 2007.

BIODIVERSITAS. **Consulta à revisão da lista da flora brasileira ameaçada de extinção**. Disponível em: <http://www.biodiversitas.org.br/floraBr/consulta_fim.asp>. Acesso em: 12 jan. 2007.

BORGES FILHO, H. C.; FELFILI, J. M. Avaliação dos níveis de extrativismo da casca de barbatimão [*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville] no Distrito Federal, Brasil. **Revista Árvore**, v. 27, n. 5, p. 735-745, 2003.

BRANDÃO, C. R. F.; CANCELLO, E. M.; YAMAMOTO, C. I. **Invertebrados terrestres**: avaliação do estado de conhecimento da diversidade biológica do Brasil: versão preliminar. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2000. 38 p.

BRANDÃO, M.; LACA-BUENDIA, J. P. Folhas, flores, frutos e sementes do cerrado e sua utilização em arranjos ornamentais. **Informe Agropecuário**, v. 15, n. 168, p. 28-32, 1991.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza**: SNUC: lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000: Decreto nº 4.340, de 21 de agosto de 2000. 3. ed. Brasília, 2002. 52 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Mapeamento da cobertura vegetal do bioma Cerrado**: relatório final do Probio. Brasília, 2007. 93 p. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/_arquivos/mapas_cobertura_vegetal.pdf>. Acesso em: 10 out. 2007.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. **Áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira**. Brasília, 2003. 1 CD-ROM.

CAMARGO, A. J. A. Importância das matas de galeria para a conservação de lepidópteros do Cerrado. In: RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L. da; SOUSA-SILVA, J. C. (Ed.). **Cerrado**: caracterização e recuperação das matas de galeria. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2001. p. 607-634.

CARVALHO, I. S. H. **Potenciais e limitações do uso sustentável da biodiversidade do Cerrado**: um estudo de caso da Cooperativa Grande Sertão no Norte de Minas. 2007. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) - Universidade de Brasília, Brasília.

CHÉVEZ POZO, O. V. **O pequi (*Caryocar brasiliense*)**: uma alternativa para o desenvolvimento sustentável do cerrado no Norte de Minas Gerais. 1997. 100 f. Dissertação (Mestrado em Administração Rural) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CLAY, J. W.; SAMPAIO, P. T. B.; CLEMENTE, C. R. (Ed.). **Biodiversidade amazônica**: exemplos estratégicos de utilização. Manaus: Programa de Desenvolvimento Empresarial e Tecnológico, 2000. 409 p.

COLLEVATTI, R. G.; GRATTAPAGLIA, D.; HAY, J. D. Population genetic structure of the endangered tropical tree species *Caryocar brasiliense*, based on variability at microsatellite loci. **Molecular Ecology**, v. 10, p. 349-356, 2001.

COLLI, G. R.; BASTOS, R. P.; ARAÚJO, A. F. B. The character and dynamics of the Cerrado herpetofauna. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, P. J. (Ed.). **The Cerrados of Brazil**: ecology and natural history of a neotropical savanna. New York: Columbia University Press, 2002. p. 223-241.

COUTINHO, L. M. Ecological effects of fire in brazilian Cerrado. In: HUNTLEY, B. J.; WALKER, B. H. (Ed.). **Ecology of tropical savannas**. Berlin: Springer-Verlag, 1982. (Ecological Studies, 42).

DIAS, B. F. S. Conservação da natureza no Cerrado brasileiro. In: PINTO, M. N. (Ed.). **Cerrado**: caracterização, ocupação e perspectivas. Brasília: Universidade de Brasília, 1994. p. 607-663.

DURIGAN, G. Os (invisíveis) serviços ambientais do Cerrado. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 58., 2007, São Paulo. **A botânica no Brasil**: pesquisa, ensino e políticas públicas ambientais. São Paulo: Sociedade Botânica do Brasil, 2007. p. 324-327.

EITEN, G. The Cerrado vegetation of Brazil. **The Botanical Review**, v. 38, n. 2, p. 201-340, 1972.

FELFILI, J. M.; FILGUEIRAS, T. S.; HARIDASAN, M.; SILVA JÚNIOR, M. C.; MENDONÇA, R. C.; REZENDE, A. V. Projeto biogeografia do bioma Cerrado: vegetação & solos. **Caderno de Geociências**, v. 12, p. 75-166, 1994.

FELFILI, J. M.; REZENDE, A. V.; SILVA JÚNIOR, M. C.; SILVA, M. A. Changes in the floristic composition of Cerrado *sensu stricto* in Brazil over a nine-year period. **Journal of Tropical Ecology**, v. 16, p. 579-590, 2000.

FELFILI, M. J.; RIBEIRO, J. F.; BORGES FILHO, H. C.; VALE, A. T. Potencial econômico da biodiversidade do Cerrado: estágio atual e possibilidades de manejo sustentável dos recursos da flora. In: AGUIAR, L. M. S.; CAMARGO, A. J. A. (Ed.). **Cerrado**: ecologia e caracterização. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. p. 177-220.

GOMES, L. J. **Extrativismo e comercialização da fava-d'anta (*Dimorphandra sp.*)**: um estudo de caso na região de cerrado de Minas Gerais. 1998. 158 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

GOMES, L. J.; GOMES, M. A. O. Extrativismo e biodiversidade: o caso da fava-d'anta. **Ciência Hoje**, v. 27, n. 161, p. 66-69, jun. 2000.

HOMMA, A. K. O. **Extrativismo, biodiversidade e biopirataria na Amazônia**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 97 p. (Texto para Discussão, 27).

HOMMA, A. K. O. **Extrativismo vegetal na Amazônia**: limites e oportunidades. Belém: Embrapa-CPATU; Brasília: Embrapa-SPI, 1993. 202 p.

IBAMA. **Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis**. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br>>. Acesso em: 15 set. 2006.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 15 set. 2006.

KLINK, C. A. Biodiversidade e serviços ambientais: o papel do Cerrado no seqüestro de carbono atmosférico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27., 1999, Brasília. **Ciência do solo e qualidade de vida**: anais. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 1999. 1 CD-ROM.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 147-155, 2005.

LOPES, P. S. N.; SOUZA, J. C.; REIS, P. R.; OLIVEIRA, J. M.; ROCHA, I. D. F. Caracterização do ataque da broca dos frutos do pequizeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 3, p. 540-543, 2003.

MELO, A. C. G.; DURIGAN, G. Fixação de carbono em reflorestamentos de matas ciliares no Vale do Paranapanema, SP, Brasil. **Scientia Forestalis**, v. 71, p. 149-154, 2006.

MENDONÇA, R. C.; FELFILI, J. M.; WALTER, B. M. T.; SILVA JÚNIOR, M. C.; REZENDE, A. V.; FILGUEIRAS, T. S. E.; NOGUEIRA, P. E. Flora vascular do Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina-DF: Embrapa-CPAC, 1998. p. 289-556.

MITTERMEIER, R. A.; MYERS, N.; GIL, P. R.; MITTERMEIER, C. G. **Hotspots: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions**. Mexico City: CEMEX, 1999.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, n. 403, p. 853-858, 2000.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988. 434 p.

OLIVEIRA, M. N. S.; GUSMÃO, E.; LOPES, P. S. N.; SIMÕES, M. O. M.; RIBEIRO, L. M.; DIAS, B. A. S. Maturity stage of fruits and factors related to nutritive and texture characters of pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) pulp. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 3, p. 380-386, 2006.

OLIVEIRA FILHO, A. T.; SHEPHERD, G. J.; MARTINS, F. R.; STUBBLEBINE, W. H. Environmental affecting physionomic and floristic variation in an area of Cerrado in Central Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 5, p. 413-431, 1989.

PERES, C. A.; BAIDER, C.; ZUIDEMA, P. A.; WADT, L. H. O.; KAINER, K. A.; GOMES-SILVA, D. A. P.; SALOMÃO, R. P.; SIMÕES, L. L.; FRANCIOSI, E. R. N.; VALVERDE, F. C.; GRIBEL, R.; SHEPARD-JUNIOR, G. H.; KANASHIRO, M.;

COVENTRY, P.; YU, D. W.; WATKINSON, A. R.; FRECKLETON, R. P. Demographic threats to the sustainability of Brazil nut exploitation. **Science**, v. 302, n. 5653, p. 2112-2114, 2003.

PETERS, C. M. **The ecology e management of non-timber forest resources**. Washington: The World Bank, 1996. 157 p. (World Bank Technical Papers, 322).

RATTER, J. A.; DARGIE, T. C. D. An analysis of the floristic composition of 26 Cerrado areas in Brazil. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 53, n. 2, p. 153-180, 1992.

RATTER, J. A.; BRIDGEWATER, S.; RIBEIRO, J. F. Analysis of the floristic composition of the brazilian cerrado vegetation III: comparison of the woody vegetation of 376 areas. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 60, n. 1, p. 57-109, 2003.

RIBEIRO, J. F.; FELFILI, J. M.; DUBOC, E.; ALMEIDA, S. P.; BARROS, C. J. S. Cerrado em pé: espécies frutíferas para agricultura familiar. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DA MANGABA, 1., 2003, Aracaju. **Anais...** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2003. 1 CD-ROM.

RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L.; ALMEIDA, S. P.; PROENCA, C. B.; SILVA, J. A.; SANO, S. M. Espécies arbóreas de usos múltiplos da região do cerrado: caracterização botânica, uso potencial e reprodução. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1.; ENCONTRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NOS PAÍSES DO MERCOSUL, 1., 1994, Porto Velho. **Anais...** Colombo: Embrapa-CNPF; Porto Velho: Embrapa-CPAF-RO, 1994. p. 335-356.

RIBEIRO, J. F.; PROENÇA, C. E. B.; ALMEIDA, S. P. de; SILVA, J. C. S. Plantas nativas da região dos cerrados: descrição botânica e potencial econômico. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BOTÂNICA DE SÃO PAULO, 6., 1986, Campinas. **Resumos**. Campinas: Sociedade Botânica de São Paulo, 1986.

RIBEIRO, J. F.; PROENÇA, C. E. B.; SILVA, J. C. S.; ALMEIDA, S. P.; SANO, S. M.; SILVA, J. A. Indicação de espécies nativas visando seu aproveitamento em atividades agronômicas ou florestais. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. **Relatório técnico anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados 1982/1985**. Planaltina, DF, 1987. p. 64-66.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 1998. p. 89-166.

SANTOS, N. A.; SOUSA-SILVA, J. C. As matas de galeria têm importância econômica? In: RIBEIRO, J. F. (Ed.). **Cerrado: matas de galeria**. Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 1998. p. 157-164.

SAWYER, D. R.; REE, M. C. van der; PIRES, M. O. Comercialização de espécies vegetais nativas do Cerrado. In: ENCONTRO REGIONAL CENTRO-OESTE, 6., 1995, Brasília. **Os (des) caminhos do desenvolvimento rural brasileiro: anais.** Brasília: APIPSA: UnB, 1997. p. 149-169.

SCHIAVINI, I.; RESENDE, J. C. F.; AQUINO, F. G. Dinâmica de populações de espécies arbóreas em Mata de Galeria e Mata Mesófila na margem do Ribeirão Panga, MG. In: RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L.; SOUSA-SILVA, J. C. (Ed.). **Cerrado:** caracterização e recuperação de Matas de Galeria. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2001. p. 267-299.

SCHMIDT, I. B. **Etnobotânica e ecologia populacional de *Syngonanthus nitens*: sempre-viva utilizada para artesanato no Jalapão, Tocantins.** 2005. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília.

SECRETARIAT OF THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY. **Sustainable management of non-timber forest resources.** Montreal, 2001. 30 p. (CBD Technical Series, 6). Disponível em: <<http://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-06.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2006.

SILVA, J. M. C. Avian inventory of the Cerrado region, South America: implications for biological conservation. **Bird Conservation International**, v. 5, n. 3/4 , p. 291-304, 1995.

SILVA JÚNIOR, M. C.; SANTOS, G. C.; NOGUEIRA, P. E.; MUNHOZ, C. B. R.; RAMOS, A. E. **Cem árvores do Cerrado:** guia de campo. Brasília: Rede de Sementes do Cerrado, 2005. 278 p.

SILVEIRA, L.; PETERSEN, P.; SABOURIN, E. (Org.). **Agricultura familiar e agroecologia no semi-árido:** avanços a partir do agreste da Paraíba. Rio de Janeiro: AS-PTA, 2002. 355 p.

WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma Cerrado:** síntese terminológica e relações florísticas. 2006. 373 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Departamento de Ecologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília.

Domesticação de espécies da flora nativa do Cerrado

Nilton Tadeu Vilela Junqueira; Fábio Gelape Faleiro;
Marcelo Fideles Braga; José Ricardo Peixoto

Introdução

A domesticação pode ser definida como sendo um conjunto de processos, de técnicas e de ações, aplicado de forma consciente ou inconsciente, que torna as populações mais adequadas às necessidades humanas. Para Clement (2001), a domesticação é uma classe de evolução em que humanos adicionam suas ações à ação da seleção natural, algumas vezes, em consonância com esta, outras, em dissonância. Tem sido também chamada de evolução dirigida e evolução prática (HARLAN, 1992), pois a evolução natural melhora a adaptação de uma população a seu meio, mas não às necessidades humanas. Em contraste, a domesticação adapta uma população às necessidades humanas.

Segundo Miller (1992), as evidências mais antigas de plantas com presença de modificação humana ocorreram há cerca de 9 mil anos a.C. Vestígios de cevada domesticada foram confirmados em dois sítios arqueobotânicos: um, na região sírio-palestina, habitada, naquela época, por povos de cultura Natufiense, considerada a sociedade precursora da agricultura; e outro, no Irã. Uma espécie de trigo que daria origem ao trigo comum apareceu há 7 mil anos a.C. Dessa forma, acredita-se que as plantas começaram a ser domesticadas entre 11 mil e 6 mil anos a.C. pelas sociedades humanas do sudoeste asiático. Antes desse período,

essa região era habitada por grupos de caçadores e de coletores extrativistas nômades. Ao final do período – 6 mil anos a.C. – a maior parte da região estava habitada por aldeias cuja subsistência estava baseada na agricultura e no armazenamento da produção agrícola.

O cultivo e a domesticação de plantas tiveram papel fundamental na formação dessas aldeias, pois, segundo Miller (1992), havia forte relação entre o crescimento do consumo de plantas e a sedentariedade. Assim, o aumento da densidade populacional teria迫使 aqueles povos a selecionar plantas mais produtivas, o que explicaria a rápida dispersão, na região sírio-palestina e Irã, há 7 mil anos a.C. de uma espécie de trigo mais produtiva (*Triticum dicoccoides*) em substituição ao *Triticum boeoticum*, uma espécie selvagem menos produtiva, que teria sido suficiente para sustentar as primeiras populações sedentárias, mas não suficientemente produtiva para sustentar as aldeias posteriores, bem maiores e já bem mais populosas. Segundo Jorge (2004), os primeiros registros de domesticação de plantas no Meio-Oeste da Europa são datados de aproximadamente 8 mil anos a.C., onde as primeiras plantas domesticadas tinham ciclo anual e possuíam sementes e frutos grandes.

Segundo Krapovickas (1997) e Heiser (1997), as evidências encontradas em sítios arqueológicos americanos indicam que os primeiros cultígenos já estavam diferenciados dos seus parentes silvestres, como resultado de um longo processo de seleção ocorrido, anteriormente, durante vários milhões de anos. As plantas e os animais que se tornaram os principais alimentos do homem já estavam disponíveis há mais de 12 mil anos, evidenciando que o processo de seleção precede ao de domesticação das espécies.

Segundo Pinto et al. (2001), há cerca de 10 mil anos, os homens começaram a mudar seus hábitos de obtenção de alimentos e deixaram de ser apenas caçadores-colhedores para se tornarem produtores de alimentos. Acredita-se que as mulheres foram as “inventoras” da agricultura, pois elas permaneciam nos acampamentos cuidando das crianças e passaram a cultivar as plantas para a alimentação de seus filhos e delas

próprias, enquanto os homens percorriam distâncias cada vez maiores para buscar os alimentos de que necessitavam.

Segundo Diamond (1999), citado por Drumond (1999), os povos que desenvolveram sistemas de produção de alimentos - basicamente a agricultura e a pecuária - ganharam, nos últimos 11 mil anos, enorme vantagem sobre os povos extrativistas. De acordo com Diamond (1999), esse diferencial pode ser atribuído, principalmente, ao fato de eles terem domesticado plantas e animais e criado com eles sistemas artificiais cada vez mais complexos para multiplicar a sua produtividade como fontes de alimento e para outras utilidades. Esse foi, segundo Diamond (1999), o fator responsável pelas grandes diferenças sociais, culturais, tecnológicas, políticas e econômicas entre os povos nos últimos 6 mil ou 8 mil anos. Assim, Diamond (1999) considera a agropecuária, criada em algumas partes do mundo e aos poucos disseminada para outras, como o mais importante fator de diferenciação civilizatória. Segundo esse autor, os povos produtores de alimentos teriam evoluído no campo das ciências humanas e sociais como a escrita, contabilidade, a metalurgia, a cerâmica, as tecnologias de navegação marítima, a roda, as máquinas, os Estados centralizados, as religiões organizadas, a estratificação social, a divisão do trabalho, os exércitos permanentes e outras. A correlação desses traços com a produção de alimentos é muito alta, ou seja, povos coletores e caçadores raramente desenvolveram sequer uma dessas características e muito menos um conjunto delas.

Segundo Clement (1999), a evolução, a co-evolução e a domesticação atuam primeiramente nas populações, antes de atuarem nas espécies, embora seja comum dizer que uma espécie foi domesticada. Na realidade, uma espécie só é domesticada se todas as suas populações não domesticadas tiverem sido extintas, o que é uma situação muito rara. Por ser um processo evolucionário, o grau de mudança fenotípica e genotípica na população sujeita à seleção e ao manejo pode variar. Por essas razões, Clement (2001) definiu algumas categorias de populações ao longo de um processo que vai desde o estado silvestre até uma população domesticada:

Silvestre - uma população naturalmente evoluída cujos genótipos e fenótipos não têm sido modificados pela intervenção humana.

Incidentalmente co-evoluída - uma população voluntária que se adapta a ambientes perturbados por humanos, possivelmente, sofrendo mudanças genéticas, mas sem seleção ou outra intervenção humana. Como exemplo, têm-se as plantas daninhas ou invasoras.

Incipientemente domesticada - uma população que tem sido modificada pela seleção e intervenção humana (no mínimo sendo promovida) cujo fenótipo médio ainda está dentro da variação encontrada na população silvestre para os caracteres sujeitos à seleção. Nesse caso, a variância fenotípica em torno desse fenótipo médio poderá ser, ou não, menor do que o da população silvestre, mas a seleção começou a reduzir a variância genética.

Semidomesticada - uma população que tem sido modificada de forma significante pela seleção e intervenção humana (no mínimo sendo manejada) cujo fenótipo médio, provavelmente, extrapola a variação encontrada na população silvestre para o(s) caracter(es) sujeito(s) à seleção. A variância fenotípica em torno dessa média pode ser maior que a da população silvestre porque a variação agora inclui tipos comuns e tipos novos. Embora a variação genética seja reduzida ainda mais pela seleção, as plantas mantêm suficiente adaptação ecológica para sobreviver no ambiente se a intervenção humana cessar.

Domesticada - uma população similar à anterior cuja adaptação ecológica tem sido reduzida a tal ponto que poderá sobreviver, apenas, em paisagens criadas pelo Homem, sobretudo, em paisagens cultivadas ou intensivamente manejadas. Nesse caso, a variação genética terá sido reduzida ainda mais pela seleção, em especial, a variação genética responsável pela adaptação ecológica.

Raça primitiva ('landrace') - um conjunto de populações domesticadas (ou semidomesticadas) selecionado numa paisagem cultivada dentro de uma região geográfica restrita e que apresenta alta variabilidade fenotípica

e razoável variabilidade genética, em geral, pela acumulação de genes de outras populações e raças circunvizinhas.

Cultivar moderna - uma população ou clone altamente selecionada e modificada que é adaptada exclusivamente às monoculturas intensivas, com reduzida variabilidade fenotípica e genética.

Para Jorge (2004), a domesticação e o cultivo são dois processos que não devem ser confundidos. Este último caracteriza-se pelos cuidados dispensados na propagação de determinada espécie e não envolve seleção intencional de características desejáveis para a adaptação às condições de cultivo, visando à sobrevivência e à reprodução. Helbaek (1969) relata que o cultivo pode ser visto como um elemento ao longo de um *continuum* que envolve a interação entre os seres humanos e as plantas. Em uma extremidade desse processo está a simples coleta de vegetais que pode ter algum efeito sobre certa população de plantas selvagens e, em um grau um pouco mais alto dessa interação, está o cultivo pelo qual determinado tipo de vegetal é intencionalmente plantado e manejado. No outro extremo dessa cadeia está a domesticação, processo segundo o qual uma planta evolui para nova forma, sob a atuação da contínua manipulação humana, até que perca a capacidade de se reproduzir sozinha.

Segundo Pinto et al. (2001), são descritas cerca de 350 mil espécies vegetais, mas apenas 3 mil foram cultivadas pelo homem, o que representa um número relativamente pequeno de espécies. Com o início da agricultura, houve uma tendência de o homem se concentrar naquelas espécies que eram mais produtivas. Quando surgiram as aldeias e as cidades, o número de espécies utilizadas na alimentação foi reduzido ainda mais, e os agricultores negociavam com as populações urbanas apenas as culturas e os animais mais lucrativos. Segundo Pereira et al. (2001) citando Walter (2000), Hawkes (1983) e Mooney (1987), apesar da alta diversidade mundial de vegetais superiores, a humanidade é bastante seletiva e depende de reduzido número de espécies para sua alimentação, conforme demonstrado a seguir: plantas superiores (250 mil a 500 mil espécies);

potencialmente úteis (30 mil); cultivadas (3 mil a 7 mil); domesticadas como cultivos (200); alimentam a humanidade (15 a 20 espécies). Mais de 70 % dos cereais consumidos direta ou indiretamente pelo homem é representado pelo trigo, arroz e milho.

Introdução e domesticação de plantas no Brasil

Segundo Pereira et al. (2001), embora o Brasil detenha a maior diversidade de espécies de plantas superiores (Tabela 1), a grande maioria das espécies cultivadas no País é exótica. Esses autores pressupõem que essa condição decorre de nossa recente descoberta e do pouco conhecimento das espécies, aliados ao domínio cultural imposto pelas civilizações mais antigas que introduziram as espécies vegetais e os animais que mais lhes interessavam.

Tabela 1. Diversidade total de espécies de plantas superiores.

País	Total da diversidade
Brasil	~50.000-56.000
Colômbia	45.000-51.000
Indonésia	~37.000
China	27.100-30.000
México	18.000-30.000
Índia	>17.000
Austrália	15.638
Madagascar	11.000-12.000
Filipinas	8.000-12.000
Total	~250.000

Fonte: Mittermeier et al. (1997) e Brasil (1998), citados por Walter (2000).

Para explicar as afirmações de Pereira et al. (2001), descritas anteriormente, recorreu-se ao artigo escrito por Dean (1991), no qual é relatado um pouco sobre a história da introdução e da domesticação de plantas no Brasil. De acordo com esse autor, as primeiras tentativas de colonização portuguesa ao longo da costa do Brasil foram marcadas pela introdução de certo número de espécies de animais e de plantas domesticados que se encontravam já aclimatados em Portugal ou nas ilhas atlânticas sob domínio da Coroa portuguesa. Domesticadas, essas espécies exóticas diversificaram e aumentaram as fontes de nutrientes disponíveis para a população humana, permitindo assim, eventual aumento da sua densidade. Além disso, essas espécies e outras que se seguiram mais tarde atuaram diretamente sobre os ecossistemas naturais, modificando-os às vezes simplificando-os drasticamente. A introdução de espécies de interesse comercial deu impulso à colonização durante os longos séculos em que os colonizadores, desvairados, se perdiam numa busca de ouro e de esmeraldas. A rentabilidade do açúcar e dos couros no mercado europeu fortaleceu os laços coloniais. Além desses efeitos, deve ser lembrado que a capacidade dos portugueses determinarem a transferência de plantas e animais domesticados entre Portugal e Brasil e entre suas outras colônias foi uma das mais poderosas armas do imperialismo lusitano. O sucesso dos europeus nas regiões onde eles conseguiram estabelecer suas colônias foi decorrente da rápida e fácil reprodução dessas plantas, animais e parasitas transferidos que colonizavam os ecossistemas invadidos mais efetivamente do que os próprios conquistadores.

No Brasil, o açúcar e o gado foram instrumentos que permitiram aos portugueses intensificar a exploração dos indígenas. Com o cultivo e a criação de domesticados exóticos sob o controle dos europeus, começou, porém, uma colonização baseada na ocupação fixa e segura e no processo de transformação dos índios na condição de escravos e servos. A facilidade com que aclimataram espécies exóticas, livres de doenças e de pragas co-evoluídas no seu habitat, diminuiu muito os custos da produção. Ao longo da história brasileira, os resultados dessas experiências influenciaram

a posição que a colônia e, mais tarde, o império independente conseguiram manter na economia mundial. Aquelas plantas que se aclimatavam mais facilmente eram, em geral, de origem africana ou sul-asiática. Assim, os portugueses atuaram como agentes da dispersão de floras que eram exóticas não somente para o Brasil, mas também para Portugal.

Uma parte considerável do consumo da colônia não era cultivada, mas caçada e coletada. O material de construção e os combustíveis provinham de árvores silvestres. A proteína que acompanhava o milho e a mandioca no regime alimentar brasileiro vinha principalmente da caça e não de animais domesticados. A pesca, a caça e a coleta de plantas silvestres como goiaba, caju, mamão e palmito forneciam boa parte da dieta popular, inclusive, dos habitantes das cidades. O pau-brasil nunca chegou a ser plantado comercialmente; o cacau e o algodão também eram, nos primeiros séculos da colonização, produtos coletados e não plantados. Exportavam-se também vários outros produtos do extrativismo, como madeiras de lei, óleo de tartaruga e de peixe que se misturavam com o breu na construção naval, animais vivos, peles e penas de vários animais e pássaros, estopas, cordagem, graxas, óleos, plantas e essências medicinais, especiarias, ervas aromáticas, resinas, gomas, ceras, corantes e venenos. Por sua vez, do Brasil foram transferidos para Goa: o mamão, a mandioca, a pitanga e o caju; e para a África, a mandioca, o cará e a batata-doce. Como compensação parcial, o Brasil recebeu o dendezeiro e o inhame. O anil ou índigo (*Indigofera* spp.), nativo da costa brasileira, e bem conhecido dos índios por seu uso tintorial, nunca foi plantado por eles, mas era um produto produzido tradicionalmente na América Central e na Índia e foi transferido para São Domingos, Luisiana e Guiana pelos franceses e para a Jamaica e Carolina do Sul pelos ingleses. Curiosamente, essa informação não chegou aos colonos, uma vez que, em 1689, o governador da Bahia pediu remessas de sementes do índigo da Índia. A planta foi domesticada sob o patrocínio da Academia Científica do Rio de Janeiro; as técnicas de beneficiamento foram ensinadas, e sua comercialização foi promovida pelo vice-rei. Até 1779, as exportações brasileiras de anil satisfizeram o mercado português. Posteriormente, o

índigo ou anil desapareceu da lista de exportações, possivelmente, por causa do aparecimento de uma doença, noticiada na época, pois sempre havia o perigo da explosão de algum fungo co-evoluído nos cultivos nativos que o governo não sabia suprimir. Esse episódio coincidiu também com a decisão da Companhia das Índias Orientais de investir muito capital na expansão da produção de índigo, eliminando assim todos os produtores no Hemisfério Oeste.

De acordo com Dean (1991), a primeira remessa de sementes de várias espécies, inclusive de noz-moscada, cânfora, manga, lichia, abacate e da palmeira-imperial, que viria a ser o ornamento mais distintivo do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, chegou ao Rio de Janeiro em 1809, trazida de forma aleatória por Luiz d'Abreu Vieira da Silva, que, alguns meses antes, teria sido capturado pelos franceses no Oceano Índico e levado para a Ilha Maurício. Após ter sido solto, conseguiu obter sementes de várias espécies e trazê-las ao Brasil.

Outro grande momento foi a ocupação da Guiana Francesa, em 1809, pelos portugueses em represália à invasão de Portugal pelos franceses. Despertou a atenção dos portugueses, a existência, naquela colônia, de um jardim de aclimatação de plantas de grande valor que foi preservado. De lá os portugueses trouxeram novamente a cana-caiana, a noz-moscada, o cravo, a fruta-pão, a carambola e a fruta-do-conde. Uma dessas remessas veio acompanhada por Paul Germain, um francês que depois se tornou diretor do Jardim Botânico de Olinda (DEAN, 1991).

A fuga da família real para o Rio de Janeiro em 1808, a chegada de diplomatas credenciados à Corte e a abertura dos portos trouxeram como conseqüência o aparecimento, na colônia, pela primeira vez, de naturalistas estrangeiros. Em contraste dramático com a política praticada, anteriormente, de sigilo e exclusão, vários cientistas foram admitidos e associados a missões diplomáticas inglesas, austríacas e, depois do término das guerras napoleônicas, até franceses. O botânico Auguste de Saint-Hilaire, por exemplo, durante sete anos de viagens penosas e constantes por todo o sul e sudeste do Brasil, colecionou perto de mil

plantas, 2 mil pássaros e 6 mil insetos. Saint-Hilaire, entre todos os “viajantes” o mais interessado em botânica aplicada, publicou, entre outros estudos, uma lista de plantas úteis de potencial valor comercial e sugeriu o cultivo de várias espécies silvestres. Parcialmente, em resposta a esse influxo de especialistas estrangeiros, Dom João VI autorizou, em 1818, o restabelecimento de um modesto museu de história natural, predecessor do Museu Nacional.

Os incentivos reais à aclimatação de espécies exóticas e ao cultivo de espécies nativas resultaram, pelo menos em áreas próximas à Corte, numa horticultura bem mais diversificada. Durante certo tempo, algumas das especiarias como gengibre, noz-moscada e cravo chegaram a ser exportadas. As primeiras sementes de café foram introduzidas no Brasil em 1727 por Francisco de Melo Palheta, sargento-mor das tropas portuguesas, que as trouxe da Guiana Francesa, bem antes de qualquer iniciativa real, e esse produto não foi objeto de grandes cuidados oficiais e, durante muito tempo, foi vendido à metrópole em pequena escala. Sua importância comercial começou a aumentar somente depois da chegada da planta ao Rio de Janeiro, mas, ainda assim, demorou muitos anos para ser aceito pelos produtores. Em sua trajetória pelo Brasil, o café passou pelo Maranhão, Bahia, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Minas Gerais. Num espaço de tempo relativamente curto, o café passou de uma posição secundária para a de produto-base da economia brasileira. Entre 1760 e 1762 foram plantados, no Rio de Janeiro, os primeiros pés de café trazidos do Maranhão (DEAN, 1991).

Depois da independência, os jardins botânicos transformaram-se em meros parques para passeios públicos, mas mesmo assim, foram promovidos alguns intercâmbios importantes como a introdução do eucalipto. O museu de história natural, agora chamado Museu Nacional, passou a ser durante esse período, um gabinete de curiosidades. Seus diretores aplicavam o minúsculo orçamento no estudo da mineralogia. Eram poucos os brasileiros com formação em botânica, e esse processo só veio a ser reiniciado no final do século 19, com a contratação de europeus e norte-americanos.

De acordo com Dean (1991), a transferência de espécies exóticas e a domesticação de espécies nativas são evidentemente atividades que apresentam significados diferentes seja em contextos mercantilistas e liberais, ou científicos e comerciais, e essas atividades proporcionam também uma perspectiva útil para a interpretação desses contextos. Por si só, elas oferecem explicações parciais para o sucesso ou o insucesso de certos ramos de desenvolvimento agropecuário e industrial e demonstram a complexidade do relacionamento do homem com o resto do mundo biótico.

O surto de transferências de germoplasma, ocorrido na época de Dom João VI, não foi o último capítulo na história da domesticação. O Brasil continuou a receber dezenas de espécies e milhares de sementes de variedades e clones melhorados, alguns de enorme importância econômica, como o gado zebu, a soja entre outros. Embora seja o País que tem a maior diversidade de plantas, o Brasil continua, ainda, dependente de germoplasma externo para uso *per si* ou em programas de melhoramento genético.

Somente no século 20, o Brasil passou a mobilizar mais esforços para domesticar e selecionar espécies nativas de interesse econômico como: cacau, goiaba, caju, seringueira, abacaxi, erva-mate, guaraná, maracujás, castanha-do-brasil, jabuticaba, mandioca e cupuaçu. Embora já semidomesticadas, várias tentativas de se cultivar algumas dessas espécies em seu centro de origem fracassaram. Os plantios de seringueira na Amazônia úmida, assim como o cacau foram dizimados, respectivamente, por fungos co-evoluídos como o *Microcyclus ulei* e *Crinipellis perniciosa*, agentes etiológicos do mal-das-folhas da seringueira e da vassoura-de-bruxa do cacaueiro. A seringueira veio a ser cultivada com sucesso nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, consideradas “áreas de escape”, a partir da década de 1980. O cacau foi cultivado com êxito na Bahia, até a introdução da vassoura-de-bruxa naquele estado, em 1989. Os cultivos de maracujá, abacaxi, goiaba, caju, cupuaçu, mandioca e guaraná, assim como da seringueira, atualmente, de grande expressão

social e econômica no País, continuam sendo acometidos por patógenos e pragas co-evoluídos com essas espécies. No entanto, o homem, por meio do manejo e da busca de germoplasmas silvestres resistentes na própria região de origem, vem convivendo com essas doenças e pragas e produzindo de forma satisfatória. A mandioca, uma das mais importantes fontes de alimento para a população do planeta, possivelmente, foi domesticada entre 5 mil e 10 mil anos atrás pelos índios que habitavam as áreas de transição entre o Cerrado e a Amazônia onde ficam os estados de Mato Grosso e Rondônia. No entanto, não há relatos de outras espécies do Cerrado que tenham sido cultivadas e alteradas geneticamente pelos índios. Sabe-se que esses povos têm o hábito de coletar frutos e sementes em vários locais por onde andam, dispersando-os nas proximidades de suas aldeias e formando populações diversificadas de espécies que lhe são úteis. Essas ações, feitas de forma inconsciente, podem ter contribuído de forma expressiva para o aumento da variabilidade genética das populações ali existentes, contribuindo para a criação de indivíduos com base genética mais ampla. As palmeiras são encontradas com mais freqüência nas proximidades de aldeias, pois, para os índios, essa espécie é de grande utilidade não só na alimentação, como também na confecção de abrigos, de redes, de vasilhames e de outros utensílios. As demais espécies úteis são ausentes ou pouco freqüentes, certamente, por serem mais sensíveis ao fogo que as palmeiras, elemento muito usado pelos índios do Cerrado para limpeza de áreas para plantios e prática de caça. Até o momento, nenhuma palmeira brasileira foi domesticada e, no mundo, há somente quatro espécies de palmeiras domesticadas: a tamareira, o coqueiro, o dendêzeiro e a pupunheira.

De acordo com Dean (1991), a introdução e a domesticação de cada nova espécie ou variedade representam uma mudança não somente na balança comercial do País, mas também no balanço dos elementos que compõem os ecossistemas e a própria sociedade. Dessa forma, interpretando os relatos de Dean (1991), discutidos acima, podemos

encontrar uma explicação lógica para as afirmações de Pereira et al. (2001) de que a grande maioria das espécies cultivadas no País é exótica, provavelmente, em razão de nossa recente descoberta e do pouco conhecimento sobre as espécies, aliados ao domínio cultural imposto pelas civilizações européias que introduziram as espécies vegetais e animais que mais lhes interessavam.

Assim, fica claro que o hábito de o brasileiro valorizar mais o exótico e de exaurir os recursos naturais nativos sem ao menos tentar preservá-los, é parte de uma herança cultural deixada pelos colonizadores portugueses.

Domesticação de espécies da flora nativa do Bioma Cerrado

Com área de aproximadamente 2 milhões de km², 24 % do território nacional, o ecossistema Cerrado é a maior fronteira agrícola do País. Dados apontam para a ocorrência de 11.046 espécies fanerógamas, sendo 11.042 angiospermas e 4 gimnospermas (Walter, 2006). Desse total, cerca de 110 espécies de plantas têm potencial econômico, a maioria, arbórea ou arbustiva, foi descrita por Almeida et al. (1998) e Almeida (1999), incluindo fruteiras, palmiteiras, madeireiras, medicinais, condimentares, oleaginosas, laticíferas, fibrosas, tintoriais, resiníferas, ornamentais, além outras para extração de cortiça, fabricação de cosméticos e defensivos agrícolas. Silva et al. (2001) destacaram 58 espécies frutíferas com potencial econômico, mas se acredita que há pelo menos, em torno de 100 espécies frutíferas com potencial econômico nas regiões de abrangência do Cerrado. Atualmente, o mundo busca alternativa para reduzir as emissões de gases poluentes para a atmosfera substituindo combustíveis fósseis por biocombustíveis. Várias espécies do Cerrado como macaúba, babaçu, baru, inajá, tucum, buriti e pequi representam opções para serem exploradas com essa finalidade.

A distribuição das espécies, quanto ao hábito e ao tipo de formação da vegetação é apresentada nas Tabelas 2 e 3 respectivamente.

Tabela 2. Distribuição da diversidade vegetal do Cerrado quanto ao hábito.

Hábito	Número de <i>taxa</i>
Erva	2.150
Subarbusto	835
Arbusto	1.291
Árvore	1.065
Trepadeira	428
Sem informação	620

Fonte: Mendonça et al. (1998) e Pereira et al. (2001).

Tabela 3. Distribuição da diversidade vegetal do Cerrado quanto à formação.

Formação	Número de <i>taxa</i>
Campestre	2.055
Savânica	2.880
Florestal	2.540
Sem informação	865

Fonte: Mendonça et al. (1998).

É importante ressaltar que algumas espécies possuem potencial de usos múltiplos. Dentre elas destacam-se aquelas relacionadas na Tabela 4. A sucupira-branca (*Pterodon pubescens* Benth.), além de seu potencial para produção de madeira de boa qualidade, pode ser utilizada como ornamental, medicinal e melífero (ALMEIDA et al., 1998), de seus frutos podem ser extraídos óleos e essências para uso em perfumaria, a resina

tem aplicação na indústria de vernizes, de tintas, de esmaltes e como inseticida em razão do alto teor de sesquiterpenoides (MACHADO; PEIXOTO, 1938). Mors et al. (1966) comprovaram a ação terapêutica do óleo de frutos de sucupira-branca no controle de cercárias de *Schistosoma mansoni* em caudas de camundongos. Junqueira et al. (2000, 2006a) mostraram que extratos de frutos de sucupira-branca possuem potencial de uso como defensivos agrícolas. Esses autores mostraram que o extrato etanólico de frutos dessa espécie, mesmo diluído, foi mais eficaz no controle das doenças em pós-colheita de manga e da banana e também no controle de pulgões, cochonilhas, ácaros e da antracnose em flores de limoeiro tahiti. Outra espécie: a macaúba (*Acrocomia aculeata* ou *A. sclerocarpa*) é uma palmácea amplamente distribuída no Cerrado e está entre as espécies de maior potencial para produção de óleo que pode ser usado para a fabricação de biodiesel. Estudos realizados por Wandeck e Justo (1988) mostraram que essa espécie pode produzir 25.000 kg/ha de frutos e 6.200 kg/ha de óleo, produtividade esta, superior à do dendê cultivado no Brasil. Seus resíduos podem ser aproveitados na alimentação de animais e na adubação orgânica. Além do seu potencial para produção de óleo, nas pesquisas em andamento na Embrapa Cerrados vem se observando que extratos etanólicos de frutos verdes de macaúba, assim como o óleo extraído da polpa ou da amêndoia, são eficazes no controle de doenças e na conservação de manga e de banana em pós-colheita e vem sendo efetivos no controle de algumas pragas associadas a essas culturas e ao limoeiro tahiti. Outra espécie de macaúba, a *Acrocomia totai*, distribuída nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, também apresenta alto potencial para produção de óleo.

O Cerrado e suas áreas de transição são considerados o centro de origem e de diversificação do maracujá. Há grande número de espécies dessa frutífera distribuído em todo o Cerrado e nas suas áreas de transição para a Amazônia úmida, Caatinga e Mata Atlântica apresentando ampla diversidade genética (FALEIRO et al., 2005; BELLON et al., 2007). Várias espécies de passifloráceas que vegetam naturalmente no Cerrado

produzem frutos e folhas que podem ser utilizados para o consumo ao natural, produção de sucos, doces, sorvetes, uso terapêutico, defensivo agrícola e ornamentação, além de serem importantes para o melhoramento do maracujazeiro comercial como fonte de resistência a doenças e pragas (JUNQUEIRA et al., 2005).

Tabela 4. Algumas plantas nativas do Bioma Cerrado com usos múltiplos.

Planta	Uso
Pequi	Alimentício, oleaginoso, melífero, medicinal, tanífero, ornamental
Cagaita	Alimentício, medicinal, melífero, tanífero, ornamental
Mangaba	Alimentício, laticífero, medicinal, ornamental
Caju-do-cerrado	Alimentício, medicinal, melífero, tanífero
Baru	Alimentício, madeireiro, medicinal, forrageiro, melífero, tanífero, oleaginoso, ornamental
Jatobá	Alimentício, madeireiro, medicinal, verniz, tintorial
Sucupira-branca	Madeireiro, medicinal, melífero, ornamental, resinífero, verniz e defensivo agrícola
Copaíba	Madeireiro, medicinal, melífero ornamental, tintorial e resinífero
Maracujá	Alimentício, medicinal, ornamental
Macaúba	Alimentício, oleaginoso, melífero ornamental, artesanal e forrageiro
Faveira	Medicinal, forrageiro, ornamental e tanífero
Mama-cadela	Medicinal, alimentício e aromático
Arnica	Medicinal, aromático, cosmético

Fonte: Almeida et al. (1998) e Pereira et al. (2001).

No entanto, com toda essa flora rica e ainda muito pouco estudada, a ocupação antrópica desordenada do Cerrado e o extrativismo predatório podem levar à extinção muitas espécies antes mesmo do estudo e do conhecimento do seu potencial econômico. Quando o produto comercial é o fruto ou a semente, estes são colhidos sem a preocupação de deixar

uma parte para a reprodução natural da espécie, comprometendo sua sobrevivência em longo prazo.

O extrativismo vem contribuindo também para seleção e perpetuação de populações ou indivíduos inferiores, pois o coletor sempre busca o melhor fruto e as plantas mais produtivas para se fazer as coletas, enquanto aquelas menos produtivas ou que produzem frutos fora do padrão ideal continuam perpetuando-se na natureza.

Quando o produto de interesse está no caule ou na raiz, o problema é mais sério, e a espécie corre risco de extinção imediata. Segundo Pires (1999), apenas 1,5 % do Cerrado está protegido na forma de Unidades de Conservação, enquanto na Amazônia esse percentual chega a 12 %. A discrepância aumenta quando se compara o tamanho das Unidades. Na Amazônia, são superiores a 100 mil hectares, enquanto no Cerrado, apenas 10 % das Unidades possuem áreas acima de 50 mil hectares, o que não é suficiente para a proteção de sua biodiversidade.

Pereira et al. (2001) destacam que algumas espécies do Bioma Cerrado vêm apresentando problemas de reprodução natural (confira Cap. 4 desta obra). Mesmo nas reservas protegidas, não se encontram plantas novas de pequizeiro em crescimento próximo ou sob as árvores mais velhas. Quando existem, são em número muito pequeno se comparado a outras espécies. Sabe-se que sementes dessa espécie são grandes e, em geral, com baixo índice de germinação por problemas de dormência. Não se conhece a causa da baixa reprodução natural, mas é possível que esteja relacionada à presença do homem próximo às pequenas Unidades de Conservação, caçando ou afugentando, de algum modo, os animais que contribuem para a dispersão e germinação das sementes. Fato semelhante vem sendo observado com a sucupira-branca e com a pêra-do-cerrado. Em muitos casos, a produção de sementes é pequena e/ou com baixo índice de germinação. A interferência direta ou indireta de organismos exóticos trazidos pelo homem, como a abelha africanizada que encontrou, no Cerrado, ambiente favorável à sua

proliferação de forma excessiva, pode estar interferindo na ação e/ou sobrevivência de dispersores de sementes ou de agentes polinizadores, principalmente, por competição. Há evidências de que, na falta de abrigos para construir suas colméias, as abelhas-africanizadas vêm invadindo cavidades em cupinzeiros e ocos em árvores, utilizados como ninhos, por várias espécies de pássaros do Cerrado.

Segundo Pereira et al. (2001), para preservar as espécies com potencial econômico, além da criação de unidades de conservação maiores, deve-se proceder a recuperação de áreas degradadas e a recomposição da reserva legal das propriedades rurais com mudas oriundas de sementes coletadas nas reservas remanescentes, de modo a preservar a sua variabilidade genética para as gerações futuras. Outra forma seria por meio do seu cultivo comercial. No entanto, para esse fim, as espécies devem passar por um processo de domesticação. As espécies potencialmente mais importantes, a exemplo dessas de interesse para bioenergia, estão sendo coletadas e mantidas em coleções de trabalho ou de germoplasma em instituições públicas e privadas. A conservação por meio de sementes pode ser feita para algumas espécies, mas a maioria possui sementes recalcitrantes

As únicas espécies nativas do Bioma Cerrado que passaram por um processo de semidomesticação, mas ocorrem naturalmente, também, na Mata Atlântica e Amazônia úmida, foram o abacaxi e os maracujás pertencentes às espécies *Passiflora edulis* Simmonds, *P. edulis* Simmonds f. *flavicarpa* Degener, *P. alata* Curtis (o maracujá-doce). Essas espécies são cultivadas, atualmente, em vários países e têm grande importância socioeconômica no Brasil. À exceção da última espécie, as duas primeiras foram domesticadas fora do Brasil.

As demais espécies apresentadas na Tabela 4, com potenciais madeireiro, frutífero, medicinal, oleaginoso e ornamental continuam sendo coletadas na forma extrativista e predatória enquanto as demandas de mercado por seus produtos e derivados vêm crescendo a cada dia, em decorrência do aumento da taxa de ocupação antrópica no Cerrado e da

divulgação pelos meios de comunicação. Mesmo assim, poucas iniciativas vêm sendo tomadas com a finalidade de tornar essas espécies aptas para aos cultivos em larga escala. Várias tentativas para se cultivar pequi, mangaba e aroeira em escala comercial têm fracassado por falta de tecnologias adequadas, principalmente, em relação à propagação, ao manejo de pragas e doenças e à adubação.

Como já existe um mercado crescente e consolidado para produtos derivados de várias espécies do Bioma Cerrado, os processos para adaptar essas espécies às condições de cultivo devem ser orientados pelas demandas de mercado. Somente depois de dominadas as técnicas de cultivos, será possível iniciar os trabalhos de domesticação visando à obtenção de um ideótipo com as alterações genéticas direcionadas para as exigências do mercado. Assim, espécies como a macaúba, o baru e o pequizeiro poderão ser melhoradas visando aumentar a produtividade de frutos e o teor de óleo para a produção de biodiesel, características essas, que poderão não ser adequadas para o consumo humano como fruta. Segundo Pinto et al. (2001) não basta apenas que o homem passe a cultivar determinada espécie para que ela se transforme em espécie cultivada. Essas plantas permanecem selvagens mesmo sendo cultivadas em condições mais adequadas, demonstrando melhor desenvolvimento e maior produção do que aquelas plantas coletadas nos campos ou florestas. Elas não perderam as propriedades que as caracterizam como selvagens e nem adquiriram as qualidades necessárias para se transformar na forma cultivada. A domesticação e a transformação para a forma cultivada envolvem mudanças genéticas que tornam as plantas mais adequadas às condições do ambiente criado pelo homem e menos adaptadas às condições do ambiente natural. Esse é tipicamente um trabalho de pré-melhoramento que já vem sendo iniciado em algumas Unidades da Embrapa, utilizando-se de acessos de coleção nuclear de algumas espécies cultivadas como o milho.

Dessa forma, para se iniciar esse processo, algumas espécies devem ser priorizadas com base no seu potencial de mercado quer seja

para produção de óleo, madeira, alimento, fitoterápico, quer seja para uso ornamental, pois não se dispõe, ainda, de recursos humanos e financeiros para se iniciar um processo de domesticação ou de cultivo de todas as espécies potenciais. Assim, prioridades devem ser dadas ao pequi, à macaúba, à mangaba, ao araticum, ao baru e algumas espécies de maracujás silvestres e pitayas nativas (*Selenicereus* spp. e outras) como alimentícias, oleaginosas, medicinais e ornamentais; à aroeira e à candeia-da-serra (*Eremanthus incanus*) para madeira e à arnica, à faveira e à mama-cadela como medicinais.

Nesse momento, o ideótipo que se busca para o pequizeiro é o de uma planta de porte baixo, produtiva, de frutos grandes, endocarpo de cor laranja e sem espinhos, com alto rendimento em polpa e óleo, com boa resistência ao mal-do-cipó (*Phomopsis* sp.) e à broca, boa adaptabilidade em diferentes regiões do País e de fácil propagação assexuada.

Para a macaúba, buscam-se plantas de porte baixo, alta produtividade (acima de 100 kg de frutos por planta/ano), desprovidas de espinhos no estipe e nos engaços, polpa amarela, alto teor de óleo e fácil propagação. Ideótipos similares, excluindo-se a presença de óleos, são também almejados para a mangabeira e para o araticum.

Várias iniciativas já vêm sendo tomadas com a finalidade de avaliar a diversidade genética e o potencial socioeconômico e ambiental *in situ* de populações de algumas espécies do Cerrado e estabelecer métodos de propagação sexuada ou assexuada (MESQUITA et al., 2007; PEREIRA et al., 2002a,b, 2006a,b; JUNQUEIRA et al., 2006b, 2005; FALEIRO et al., 2005; SILVA et al., 2001; MELO et al., 1998; MENDONÇA et al., 1998). Trabalhos de pesquisa de grande importância vêm sendo conduzidos, também, pela Universidade Federal de Lavras (candeia-da-serra, macaúba, pequi), Universidade Federal de Minas Gerais, Campus de Montes Claros (pequi e macaúba), Universidade Federal de Goiás (várias espécies), Universidade estadual de Goiás (várias espécies), Agência Rural do Estado de Goiás (pequi, mangaba), Epamig (macaúba) e várias Unidades de pesquisa da Embrapa (macaúba, pequi, mangaba, medicinais e outras).

Segundo Pereira et al. (2001), as espécies nativas do Bioma Cerrado com potencial econômico são, em sua maioria, dicotiledôneas perenes e lenhosas, na forma de arbustos ou árvores e, provavelmente, alógamas. Para viabilizar o cultivo comercial dessas espécies em menor tempo possível, a propagação assexuada ou clonagem deve ser buscada com prioridade, pois constitui passo fundamental e um verdadeiro atalho para a fixação de caracteres desejáveis de qualquer indivíduo inicialmente, selecionado diretamente da natureza ou obtido de cruzamentos dirigidos (hibridações) entre parentais com caracteres desejáveis e complementares. A clonagem possibilita, também, maior precisão experimental no desenvolvimento de trabalhos de manejo das culturas, enquanto se processa seu melhoramento genético. Assim, os seguintes passos devem ser seguidos para introduzir o processo de domesticação:

- Seleção das espécies de maior interesse.
- Estudos da biologia reprodutiva das plantas.
- Desenvolvimento de métodos adequados de propagação assexuada.
- Prospecção no habitat de ocorrência e coleta (georreferenciada) de material para análises físicas e químicas dos produtos de interesse.
- Seleção e clonagem de indivíduos com caracteres desejáveis.
- Avaliação e seleção de clones nos diversos ambientes em que se deseja cultivá-los.
- Condução de experimentos de manejo da cultura com os melhores clones selecionados (espaçamentos, adubação, irrigação, podas, etc.).
- Hibridações dirigidas entre genitores ou parentais de interesse, visando à obtenção de progêneres melhoradas.
- Avaliação, seleção e clonagem das progêneres superiores.
- Novos cruzamentos ou retrocruzamentos com parentais de interesse.
- Reavaliação, seleção e clonagem das progêneres superiores.

- Utilização da biotecnologia no melhoramento – transferência de genes para incorporação de caracteres desejáveis em vez de cruzamentos ou retrocruzamentos.
- Utilização de marcadores moleculares para monitorar a seleção de genitores ou parentais e progênies.
- Manutenção de uma coleção ou de banco de germoplasma para as gerações futuras, em virtude da devastação e da erosão genética e da estreita base genética decorrente dos processos de seleção e clonagem.

Além dos passos descritos por Pereira et al. (2001), é importante conhecer também: os sistemas reprodutivos, como: taxas de alogamia e autogamia, hábitos fenológicos, presença de auto-incompatibilidade, ecologia da espécie como sua distribuição natural, capacidade de cruzamento, convivência com outras espécies, condições edafoclimáticas de seu habitat, polinizadores, aspectos etnobotânicos e geográficos, diversidade genética, diferenças fenotípicas, resistência a pragas e a doenças. Devem-se dominar os processos de propagação sexuada e *in vitro*, pois estes são importantes para o melhoramento e há espécies no Cerrado como as palmáceas que não podem, ainda, ser reproduzidas por outros métodos de propagação a não ser a sexuada convencional ou por resgate de embrião.

Conforme relatado por Pereira et al. (2001), a maioria das plantas domesticadas é autógama, enquanto grande parte das silvestres é alógama, evidenciando uma tendência da seleção natural no sentido da alogamia e da seleção artificial no da autogamia. Ao longo do tempo e com base, principalmente, na reprodução sexuada, ocorreu a seleção natural dos indivíduos mais adaptados, mais vigorosos e/ou mais eficientes, reprodutivamente, os quais deixavam mais descendentes e tinham maior participação nas gerações futuras. Portanto, o conhecimento de algumas características de plantas autógamas e alógamas (Tabela 5) pode ser fundamental no início do processo de domesticação de espécies silvestres.

Tabela 5. Principais características genotípicas de plantas autógamas e alógamas.

Plantas Autógamas	Plantas Alógamas
Altamente homozigóticas Homozigose é sinônimo de vigor Heterozigose não afeta o vigor Melhoramento objetiva a obtenção de linhas puras Genes deletérios já foram eliminados A menor variabilidade genética é considerada suicídio da espécie em longo prazo Derivada da alógama por mutação (espécies silvestres dióicas de morango – <i>Fragaria</i> spp.)	Altamente heterozigóticas Heterozigose é sinônimo de vigor Homozigose afeta o vigor Melhoramento objetiva a manutenção da heterozigose Genes deletérios não foram eliminados (sofre com endogamia). Linhagens só para formação de híbridos Maior variabilidade e maior adaptação a condições adversas em longo prazo
Mecanismo que leva à autogamia	Mecanismos que levam à alogamia
Cleistogamia – Flor hermafrodita com gineceu e androceu muito próximos e fertilização antes da abertura da flor	Dioicia – flores masculinas e femininas em plantas distintas (ex: kiwi, mamão, tâmaras, aspargo) Monoicia – flores masculinas e femininas separadas na mesma planta (ex: milho, mama-cadela, seringueira) Dicogamia – maturação do óvulo e do grão de pólen em épocas diferentes Protandria – pólen amadurece primeiro (ex: milho, cenoura, beterraba) Protagonia – óvulo amadurece primeiro (abacate, araticum, mandioca, banana) Macho-esterilidade – (ex: seringueira, milho, cebola) Auto-incompatibilidade – (ex: seringueira, manga, maracujá)

Fonte: Pereira et al. (2001).

Observação: no mamoeiro existem plantas dióicas, monóicas e hermafroditas, mas somente interessam ao mercado, os frutos originários de plantas hermafroditas.

Plantas autógamas – Reproduzem-se principalmente por autofecundação, envolvendo óvulo e grão de pólen da mesma planta (feijão, soja, trigo, arroz) – apresentam baixa alogamia (1 % a 2 %) por causa de pequenos insetos polinizadores.

Plantas alógamas – reprodução predominante por fecundação cruzada, mediante ação da gravidade ou agentes polinizadores como vento, insetos, aves e morcegos, envolvendo óvulo e grão de pólen de plantas diferentes [milho, mangueira, seringueira, baru (CARVALHO, 1994), araticum (RIBEIRO et al., 2000)].

Plantas intermediárias – são plantas autógamas, mas que em certas condições apresentam taxa variável de fecundação cruzada [algodoeiro (de 5 % a 80 %), sorgo (20 %) e café (de 15 % a 33 %)(GRIBEL; HAY, 1993)]. O pequiário também faz parte do grupo das plantas intermediárias com sistema de reprodução misto.

Propagação de plantas nativas do Bioma Cerrado

Propagação sexuada

Nos últimos anos, tem sido constatada demanda muito maior do que oferta de mudas dessas espécies que vêm sendo propagadas, principalmente, por sementes. Essas mudas bastante procuradas destinam-se à recuperação de áreas degradadas, à recomposição da reserva legal das propriedades rurais e, em alguns casos, ao estabelecimento de pomares e de plantações de fruteiras com fins comerciais.

Não se pode esquecer que, graças à reprodução sexuada natural, praticada pelos nossos ancestrais, o homem moderno ainda dispõe de grande diversidade genética vegetal para sua sobrevivência e usos diversos. A propagação por sementes é ótima do ponto de vista da manutenção da variabilidade genética e da conservação do germoplasma das populações fornecedoras das sementes utilizadas na formação das mudas. Esse fato é de fundamental importância para minimizar a erosão genética que vem ocorrendo com as espécies do Bioma Cerrado, por causa da devastação indiscriminada da região e do extrativismo predatório. Daí, a grande importância da conservação de germoplasma e de se estudar, conhecer e fomentar ao máximo a propagação, principalmente, das espécies de maior potencial econômico, antes que seja tarde demais. Para a recuperação de áreas degradadas e recomposição da reserva legal das propriedades, o uso de mudas oriundas de sementes é mais indicado, pois se trata de uma medida reparadora do erro cometido com a devastação sem critério.

Algumas espécies nativas do Bioma Cerrado vêm sendo estudadas (Tabelas 6 e 7), e a maioria é ainda pouco conhecida e carece de estudos sobre época e ponto de colheita, extração, beneficiamento, conservação, germinação, efeitos de luz, temperatura e secagem (sementes recalcitrantes não suportam secagem) condições de armazenamento, bem como identificação de possíveis mecanismos de dormência, suas causas e tratamentos para superá-los. Para complementar a propagação por sementes, torna-se necessário o desenvolvimento de estudos sobre recipientes, substratos e adubações para as mudas e a identificação de doenças e pragas e seus respectivos controles.

Tabela 6. Extração de sementes de algumas plantas nativas do Bioma Cerrado.

Nome vulgar	Nome científico	Técnica de extração
Araticum	<i>Annona crassiflora</i> Mart.	Extração manual da polpa, lavagem
Pequi	<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.	em água corrente e secagem à sombra
Buriti	<i>Mauritia vinifera</i> Mart.	
Guapeva	<i>Pouteria gardneriana</i> Radlk.	
Curriola	<i>Pouteria ramiflora</i> Radlk.	
Bacupari	<i>Salacia campestris</i> Peyer.	
Gabiroba	<i>Campomanesia cambedessseana</i> Berg.	Maceração e despolpa dos frutos em peneiras, lavagem em água corrente e secagem à sombra
Cagaita	<i>Eugenia dysenterica</i> DC.	
Jenipapo	<i>Genipa americana</i> L.	
Mangaba	<i>Hancornia speciosa</i> Gomez	
Araçá	<i>Psidium firmum</i> Berg.	
Lobeira	<i>Solanum lycocarpum</i> St. Hil.	
Gonçalo-alves	<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott.	Secagem dos frutos dentro de recipientes, em local sombreado e ventilado, seguida de peneiramento
Aroeira	<i>Myracrodruron urundeuva</i> Allem	
Embaúba	<i>Cecropia</i> spp.	
Gameleira	<i>Ficus</i> spp.	em malha fina
Canela-de-emba	<i>Velozia flavicans</i> Mart.	
Sucupira-preta	<i>Bowdichia virgilioiodes</i> Kunth.	Secagem à sombra até a abertura natural dos frutos e liberação das sementes
Angico	<i>Piptadenia falcata</i> Benth.	
Sucupira-branca	<i>Pterodon pubescens</i> Benth.	Corte das extremidades dos frutos com tesoura de poda para a liberação das sementes
Jatobá	<i>Hymenaea stibocarpa</i> Mart.	Quebra da casca e retirada da polpa
Faveira	<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	Abertura dos frutos com tesoura de poda e retirada das sementes
Barbatimão	<i>Striphnodendron</i>	

Fonte: adaptado de Melo et al. (1998) e Pereira et al. (2001).

Tabela 7. Informações sobre sementes de algumas plantas nativas do Bioma Cerrado.

Espécie	Época de coleta	Germinação (%)	Período de Germinação (dias)	Observações
Araticum	Fev.-mar.	60	240-300	Dormência ⁽¹⁾
Baru	Ago.-set.	95	15-25	-
Buriti	Out.-nov.	60	60-300	Dormência ⁽²⁾
Cagaita	Out.-nov.	95	40-60	Recalcitrante
Caju-rasteiro	Set.-out.	65	15-25	-
Chichá/Xixá	Out.-jan.	50	60-120	Dormência ⁽²⁾
Gabiroba	Set.-nov.	65	40-60	Recalcitrante
Guapeva	Nov.-fev.	90	40-60	Recalcitrante
Guariroba	Set.-jan.	60	75-120	Recalcitrante Dormência ⁽²⁾
Ingá	Nov.-jan.	90	15-25	Recalcitrante
Jatobá	Set.-nov.	90	25-30	Dormência ⁽²⁾
jenipapo	Set.-dez.	75	20-30	Recalcitrante
Mama-cadela	Set.-nov.	90	20-30	Recalcitrante
Mangaba	Out.-dez.	75	20-30	Recalcitrante
Maracujá-nativo	Out.-mar.	75	20-30	Recalcitrante
Pequi	Out.-jan.	60	60-300	Dormência ^(1 e 2)
Pequi-anão	Dez.-mar.	60	60-120	Dormência ^(1 e 2)
Pêra-do-cerrado	Out.-dez.	90	40-60	Recalcitrante
Puçá	Ago.-out.	70	40-60	-
Saputá	Out.-dez.	90	40-60	Recalcitrante

Fonte: adaptado de Melo et al. (1998), Pereira et al. (2001) e Silva et al. (2001).

¹ Dormência relacionada ao embrião e superada mediante tratamento com ácido giberélico (DOMBROSKI, 1997; PEREIRA et al., 2000; MELO; SILVA, 1993).

² Dormência relacionada ao tegumento duro e impermeável o qual precisa de escarificação (MELO et al., 1998). No pequi, está relacionada à presença do endocarpo (DOMBROSKI, 1997).

Propagação assexuada

Para o estabelecimento de pomares e de plantações com finalidades comerciais, a propagação sexuada deixa a desejar, pois não atende

plenamente os interesses dos modernos e exigentes agricultores e consumidores. Nesse caso, a propagação assexuada é mais adequada visto que permite a clonagem de plantas selecionadas diretamente da natureza ou provenientes de hibridações dirigidas, mantendo os caracteres desejáveis, como precocidade de produção, produtividade e qualidade dos produtos vegetais de interesse. A propagação assexuada pode ocorrer por mecanismo natural da espécie por meio de diversos tipos de propágulos tais como: bulbos (cebola, alho, tulipa, açucena, lírio, trevo, gladiolo), pseudobulbo (algumas orquídeas), tubérculo (batata-inglesa), rizomas (bananeira, inhame, taioba, cana-de-açúcar, grama, samambaia, orquídea e alguns bambus), raízes tuberosas (batata-doce, dália), rebentos ou perfilhos (abacaxi e outras bromélias, diversas palmeiras, bananeira, bambu, cana-de-açúcar, agave, hemerocalis), brotações de raízes ou mergulhia (espécies arbóreas), estolões aéreos ou subterrâneos (morango, grama, batata-inglesa). Embora esteja intimamente relacionada à propagação sexuada, a apomixia (formação de embriões a partir do óvulo não fertilizado ou de células da nucela, como ocorre em citros e manga) pode ser considerada uma forma de reprodução vegetativa natural, porque os embriões são oriundos somente do tecido materno.

Caso a espécie a ser domesticada não apresente reprodução vegetativa natural, deve-se tentar viabilizá-la artificialmente por meio das seguintes técnicas de enxertia: por borbulhia ou garfagem (ex: dezenas de espécies frutíferas); estaquia (ex: dezenas de espécies frutíferas); mergulhia subterrânea (ex: mudas de licheira e porta-enxertos de macieira) ou aérea denominada alporquia (ex: macadâmia); e micropropagação por cultura de tecidos (ex: batata-inglesa, morango, banana, abacaxi). Entre essas, a enxertia e a estaquia são as mais utilizadas na propagação comercial de dezenas de espécies. A micropropagação é relativamente recente, e seu emprego cresceu muito nas duas últimas décadas, servindo de ferramenta útil no melhoramento, com algumas vantagens sobre os outros métodos. Em relação às espécies do Cerrado, Pereira et al. (2006a,b, 2002a,b) relatam os índices de sucesso obtidos de técnicas de enxertia e de estaquia, conforme se observa nas Tabelas 8 e 9.

Tabela 8. Resultados de propagação assexuada de fruteiras do Bioma Cerrado, obtidos na Embrapa Cerrados, em 2000/2001.

Espécie	Método de propagação empregado	Sucesso obtido (%)
Pequi	Enxertia por garfagem, durante o verão, usando garfos com 12 cm ou 15 cm de comprimento e cavalos com diâmetro do caule > 0,7 cm entre 5 cm e 10 cm do solo	60 %
Pequi	Enxertia por borbulhia, durante o verão, em cavalos com diâmetro do caule > 0,8 cm entre 5 cm e 10 cm do solo	90 %
Pequi	Enraizamento de estacas caulinares apicais, com \pm 20 cm de comprimento, coletadas na primavera, com um folíolo partido ao meio, tratadas com AIB até 8.000 ppm (líquido e pó)	0 %
Mangaba	Enxertia por garfagem, durante o verão, usando garfos com 12 cm ou 15 cm de comprimento e cavalos com diâmetro do caule > 0,5 cm, entre 5 cm e 10 cm do solo	60 % a 80 %
Mangaba	Enxertia por borbulhia, durante o verão, em cavalos com diâmetro do caule > 0,8 cm entre 5 cm e 10 cm do solo	90 %
Mangaba	Enraizamento de estacas caulinares apicais, com \pm 20 cm de comprimento, coletadas na primavera, com um folíolo partido ao meio, tratadas com AIB até 8000 ppm (líquido e pó)	0 %
Cagaita	Enraizamento de estacas caulinares apicais, com \pm 20 cm de comprimento, coletadas na primavera, com um folíolo inteiro, tratadas com AIB até 8 8000 ppm (líquido e pó)	90 % *
Baru	Enraizamento de estacas caulinares apicais, com \pm 20 cm de comprimento, coletadas na primavera, com um folíolo basal inteiro, tratadas com AIB até 8000 ppm (líquido e pó).	30 % sem AIB 0 % com AIB

*Com AIB 4 g/litro, aplicado via palito de dente embebido 24h e espetado no xilema.
 Fonte: Pereira et al. (2001) e Pereira et al. (2006a,b, 2002a,b).

Em trabalho realizado na Embrapa Cerrados, com enxertia de mudas de pequi-eiro por garfagem à inglesa simples, durante a primavera, Silva e Fonseca (1991) obtiveram pegamento superior a 90 %, utilizando garfos com 10 cm de comprimento e diâmetros semelhantes aos dos porta-enxertos.

Tabela 9. Resultados de enraizamento de estacas caulinares de algumas espécies de Mata de Galeria do Bioma Cerrado.

Espécie / nome comum	Estacas, tratamentos e % de sucesso	Referências (*)
<i>Clusia pernambucensis</i> G. / mariz	Estacas de \pm 20 cm de comprimento, com ferimentos feitos na base e nas folhas (tratadas com AlB 4.000 ppm líquido = 95 %); (não tratadas com AlB = 73 %)	Rezende (1999)
<i>Machura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud. / moreira, amoreira, tatuiva	Estacas apicais e subapicais tratadas com AlB até 4.000 ppm. Apicais enraizaram melhor e de modo crescente com a concentração de AlB, atingindo 80 % a 4.000 ppm	Rezende (1998)
<i>Piper arboreum</i> Aubl. / pimenta-de-macaco	Estacas apicais tiveram > enraizamento na época chuvosa. Com AlB 4.000 ppm (83 %) e sem AlB (70 %)	Silva (1998)
<i>Salacia elliptica</i> (Mart.) Peyr. / saputá	Estacas finas e grossas, com um e dois pares de folhas, aneladas na base. Estacas grossas + AlB 4.000 ppm (80 %); estacas grossas + AlB de 0 a 2.000 ppm (15 % a 60 %)	Silva (1998)
<i>Inga laurina</i> (S.W.) Wild. / ingazeiro	Estacas apicais e basais coletadas nas épocas seca e chuvosa, tratadas com AlB até 4.000 ppm. Só as apicais enraizaram (23 % na época chuvosa; 13 % na seca, com AlB 2.000)	Silva (1998)
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf. / copaíba, pau-d'óleo, bálsamo	Estacas de mudas de um ano, tratadas com AlB até 6.000 ppm pó e líquido (10 % com primórdios radiculares)	Silva e Martins (1999)
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf. / copaíba, pau-d'óleo, bálsamo	Estacas apicais de plantas adultas, colhidas nas épocas chuvosa e seca, tratadas com AlB até 4.000 ppm em pó (sem sucesso)	Silva (1998)

Continua....

Tabela 9. Continuação.

Espécie / nome comum	Estacas, tratamentos e % de sucesso	Referências (*)
<i>Bauhinia rufa</i> (Bong.) Steud. / unha-de-vaca-roxa	Estacas basais com um par de folhas reduzidas a 1/3, tratadas com AIB até 4.000 ppm (3 % na estação chuvosa e 0 % na seca)	Silva (1998)
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntz. / copororoca, jacare-do-mato	Estacas apicais com ferimentos feitos na base, tratadas com AIB 1.000 ppm líquido (enraizamento é viável)	Rezende (1999)
<i>Calophyllum brasiliense</i> Camb. / landim, jacareuba	Estacas apicais com \pm 15 cm de comprimento e duas folhas partidas ao meio, colhidas nas épocas chuvosa e seca e tratadas com AIB até 4.000 ppm (sem sucesso)	Silva (1998)
<i>Simarouba versicolor</i> St. Hill. / perdiç, mata-cachorro	Estacas juvenis, finas, médias e grossas, colhidas na época seca, tratadas com AIB até 4.000 ppm líquido (sem sucesso)	Rezende (1999)
<i>Maprounea guianensis</i> (Aublet) M. Arg. / curtidreira, vaquinha	Estacas tratadas com AIB 2.000 ppm líquido (sem sucesso)	Rezende (1999)
<i>Tibouchina stenocarpa</i> (DC.) Cogn. / quaresmeira	Estacas basais com 20 cm de comprimento, colhidas na época chuvosa e tratadas com AIB até 4.000 ppm (sem sucesso)	Silva (1998)

Fonte: adaptado de Rios et al. (2001).

(*) Autores citados por Rios et al. (2001) e Pereira et al. (2001).

Considerações finais

Mesmo depois de 500 anos de descobrimento, o Brasil continua fazendo parte daquelas sociedades que ainda são coletores de suas espécies silvestres. No Cerrado, o extrativismo predatório é muito mais evidente e parece adquirir proporções muito maiores que nos demais ecossistemas brasileiros, certamente, por ser muito mais frágil que os demais e oferecer melhores condições para a ocupação antrópica desordenada. Estimulados pelo aumento das demandas por produtos derivados da flora e da fauna do Cerrado, o número de coletores e o extrativismo predatório vêm aumentando dia a dia. Assim, poder-se-ia dizer que, em relação às espécies do Bioma Cerrado, “Nada se cultiva, pouco se planta, tudo se coleta”. Dessa forma, além da educação ambiental, é preciso criar, com a maior brevidade possível, coleções de germoplasma *in situ* e *ex situ*, desenvolver técnicas de cultivos e estimular, por meio de incentivos governamentais, o plantio das espécies que mais se encontram ameaçadas de sofrerem erosão genética no momento e, até mesmo, entrar em processo de extinção. Assim, algumas medicinais como a arnica, a faveira; madeireiras como a aroeira, a candeia-da-serra, o ipê-amarelo; frutíferas como pequizeiro, mangabeira, araticum, baru; ornamentais como a sempre-viva, entre outras devem receber mais atenção.

Nos projetos de auto-sustentabilidade, patrocinados por órgãos oficiais e não governamentais, em que se ostentam os extrativismos de forma mais racional, devem contemplar atividades de incentivo ao plantio e à domesticação das espécies utilizadas.

Como se trata de espécies nativas, a identificação de pragas e de doenças e os respectivos métodos de controle são de fundamental importância na domesticação de plantas. É evidente que, em seu habitat, a espécie vegeta em equilíbrio com seus patógenos e pragas. No entanto, sob condições de cultivo, esse equilíbrio pode ser rompido, fazendo com que uma praga ou uma doença co-evoluída, antes sem importância, possa

tornar-se grande problema, principalmente, se a espécie for cultivada em seu centro de origem ou de diversidade. Várias doenças têm sido descritas em espécies de plantas nativas do Bioma Cerrado em seu habitat. Algumas doenças são severas mesmo quando a espécie se encontra em ambiente natural. Segundo Junqueira et al. (2000), plantas de pequizeiro em seu habitat, têm sido fortemente atacadas e mortas pelas doenças denominadas mal-do-cipó, causada por *Phomopsis* sp., e pela morte descendente, causada por *Botryodiplodia theobromae*, em associação com a ferrugem, causada por *Cerotelium giacomettii* e a broca-do-pequizeiro. A mangabeira tem sido acometida pela mancha-das-folhas, causada por *Pseudocercospora* sp., e pela podridão-de-raízes causada por *Cylindrocladium clavatum* (JUNQUEIRA et al., 2006b), enquanto as plantas de cagaita vêm sendo atacadas pela mancha-parda-da-folha, causada por *Phloeromularia* sp.

Embora na região do Cerrado haja uma estação seca bem definida que, geralmente, atua como fator natural de controle de pragas e doenças, é provável que sob condições de cultivo, principalmente em larga escala, essas doenças venham a causar danos expressivos. Por essa razão, recomenda-se cautela no cultivo das plantas nativas do Bioma Cerrado, para não repetir os insucessos já ocorridos com outras culturas no ambiente original, como no caso do fracasso dos cultivos da seringueira e do cacau na Amazônia. Para evitar grandes problemas, sugere-se o estabelecimento de pequenas plantações ou pomares e a adoção de sistemas agroflorestais, com a maior diversidade possível de espécies de interesse econômico e ecológico, visando também à preservação da flora e da fauna nativas.

É importante salientar que, além de favorecer aumentos na disponibilidade de recursos financeiros e melhoria de vida para a sociedade, a domesticação de espécies nativas permite a preservação dessas espécies seja pelo incentivo ao cultivo e consequente perpetuação, seja pelo fato de que as demandas da sociedade têm caráter de apoio e estímulo

para as pesquisas científicas que visam à obtenção de conhecimentos e produtos de melhor qualidade e mais adequados às exigências do mercado. Como exemplo, podemos inferir que, após a entrada no mercado, do pequi sem espinho (Fig. 1) e com alto rendimento em polpa, o consumidor não vai mais se interessar pelo pequi comum com espinhos e pouca polpa, diminuindo dessa forma, a pressão extrativista e contribuindo também para a conservação da fauna que se alimenta dessa fruta. No Brasil, podemos citar alguns exemplos consolidados com o maracujá, o abacaxi e com a seringueira. O desenvolvimento de cultivares de maracujá (Fig. 2) e de abacaxi de alta produtividade, excelente rendimento de polpa, frutos grandes e de bela aparência desestimulou os extrativistas, permitindo, assim, que espécies silvestres se perpetuem livremente. A borracha de extrativismo perdeu competitividade diante da produzida em seringais cultivados com clones selecionados, de alta produtividade e borracha com padrão de qualidade exigido pelo mercado internacional, evitando, dessa forma, que os germoplasmas silvestres continuassem a ser explorados de forma predatória.

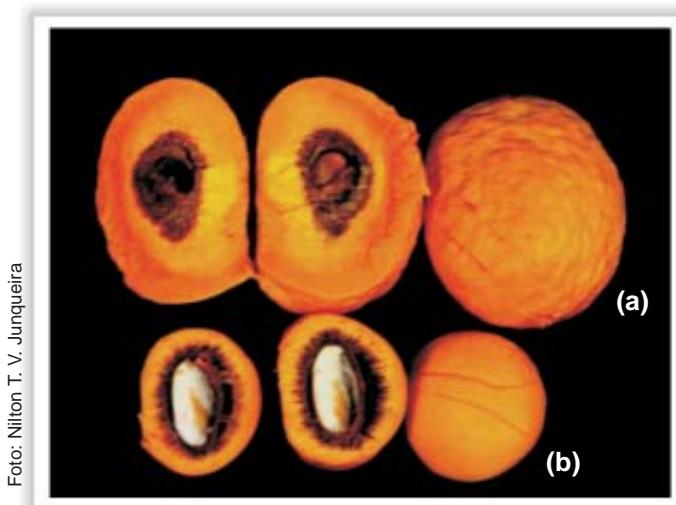


Foto: Nilton T. V. Junqueira

Fig. 1. Um dos exemplares de pequi sem espinho em processo de seleção pela Embrapa. (a) pequi sem espinho, (b) pequi comum.

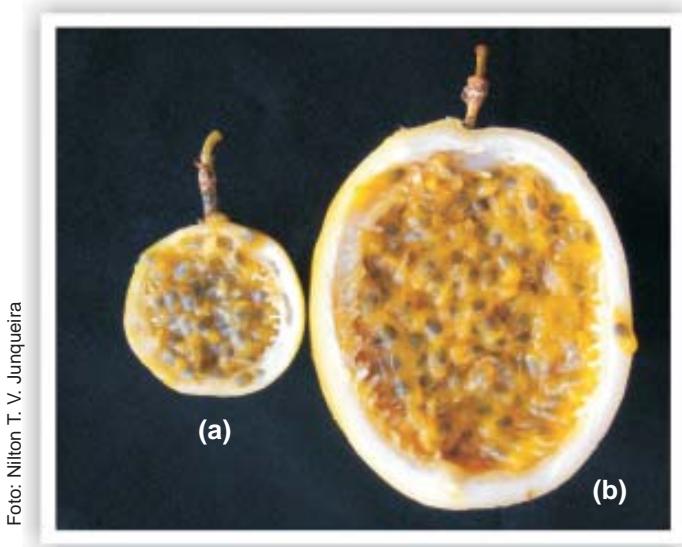


Foto: Nilton T. V. Junqueira

Fig. 2. Diferenças entre maracujás (*Passiflora edulis* "flavicarpa") (a) silvestre e (b) domesticado.

Referências

ALMEIDA, S. P. As plantas, a saúde e as alternativas econômicas nas comunidades do cerrado. In: IORIS, E. (Ed.). **Plantas medicinais do Cerrado:** perspectivas comunitárias para a saúde, o meio ambiente e o desenvolvimento sustentável. Mineiros: FIMES, 1999. p. 208-236.

ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado:** espécies vegetais úteis. Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 1998. 464 p.

ALMEIDA, S. P.; SILVA, J. A. **Pequi e buriti:** importância alimentar para a população dos cerrados. Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 1994. 38 p. (Embrapa-CPAC. Documentos, 54).

BELLON, G.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, K. P.; JUNQUEIRA, N. T. V.; SANTOS, E. C.; BRAGA, M. F.; GUIMARÃES, C. T. Variabilidade genética de acessos silvestres e comerciais de *Passiflora edulis* Sims. com base em marcadores RAPD. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 1, p. 124-127, 2007.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras:** recomendações silviculturais, potencialidade e uso da madeira. Colombo: Embrapa-CNPF; Brasília: Embrapa-SPI, 1994. 640 p.

CLEMENT, C. R. 1492 and the loss of Amazonian crop genetic resources. I. The relation between domestication and human population decline. **Economic Botany**, v. 53, n. 2, p. 188-202, 1999.

CLEMENT, C. R. Melhoramento de espécies nativas. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S.; VALADARES-INGLIS, M. C. (Ed.). **Recursos genéticos & melhoramento-plantas**. Rondonópolis: Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso, 2001. p. 423-441.

DEAN, W. A botânica e a política imperial: a introdução e a domesticação de plantas no Brasil. **Estudos Históricos**, v. 4, n. 8, p. 216-228, 1991.

DIAMOND, J. **Guns, germs and steel**: the fates of human societies. New York: W. W. Norton, 1999. 480 p.

DOMBROSKI, J. L. de. **Estudo sobre a propagação do pequizeiro (*Caryocar brasiliense Camb.*)**. 1997. 78 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

DRUMOND, J. A. A história ambiental e o choque das civilizações. **Ambiente & Sociedade**, n. 5, p. 223-228, 1999.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. Germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro: desafios da pesquisa. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (Org.). **Maracujá**: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 187-210.

GRIBEL, R.; HAY, J. D. Pollination ecology of *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae) in Central Brazil cerrado vegetation. **Journal of Tropical Ecology**, v. 9, p. 199-211, 1993.

HARLAN, J. R. **Crops and man**. 2. ed. Madison: American Society of Agronomy and Crop Science Society of America, 1992. 284 p.

HEISER, C. B. **Sementes para a civilização**: a história da alimentação humana. São Paulo: Nacional: Universidade de São Paulo, 1997. 253 p.

HELBAEK, H. Plant-collecting, dry-farming and irrigation agriculture in prehistoric Deh Luran. In: HOLE, F.; FLANNERY, K. V.; NEELY, J. A. (Ed.). **Prehistory and human ecology of the Deh Luran Plain**. Ann Arbor: University of Michigan, 1969. p. 383-426. (Museum of Anthropology Memoir, 1).

JORGE, M. H. A. **A domesticação de plantas nativas do Pantanal**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2004. 20 p. (Embrapa Pantanal. Documentos, 70).

JUNQUEIRA, N. T. V.; JUNQUEIRA, K. P.; BRAGA, M. F.; SILVA, D. G. P. Potencial de defensivos de origem vegetal e mineral para o controle de doenças em frutíferas

tropicais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS NATURAIS, 3., 2006, Belém. **Anais...** Belém: Embrapa Amazônia Oriental: Sebrae, 2006a. p. 43-63.

JUNQUEIRA, N. T. V.; CHARCHAR, M. J. d'A.; PEREIRA, A. V.; PEREIRA, E. B. C. Principais doenças da mangabeira. In: SILVA JÚNIOR, J. E.; LÉDO, A. da S. (Ed.). **A cultura da mangaba**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2006b. v. 1, p. 179-190.

JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F.; FALEIRO, F. G.; PEIXOTO, J. R.; BERNACCI, L. C. Potencial de espécies silvestres de maracujazeiro como fonte de resistência a doenças. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (Ed.). **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 79-108.

JUNQUEIRA, N. T. V.; REZENDE, D. V.; URBEN, A. F.; NASCIMENTO, A. C.; PEREIRA, A. V.; SILVA, J. A.; JUNQUEIRA, K. P. Doenças potencialmente importantes para o cultivo do pequi no Cerrado. **Fitopatologia Brasileira**, v. 25, p. 382, ago. 2000. Suplemento 1. Edição dos resumos do XXXIII Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Belém, 2000.

KRAPOVICKAS, A. Los primitivos recolectores de germoplasma en el Nuevo Mundo. **Ciencia e Investigacion**, v. 50, n. 1/2, p. 45-47, 1997.

MACHADO, A.; PEIXOTO, A. S. Estudo químico e aplicações da resina e essência do *Pterodo pubescens* Benth. **Revista da Sociedade Brasileira de Química**, v. 7, p. 7-15, 1938.

MELO, J. T.; SILVA, J. A. Efeito do ácido giberélico-GA₃ sobre a germinação de sementes de araticum (*Annona crassiflora* Mart.). In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1.; CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., 1993, Curitiba. **Anais**. Curitiba: Sociedade Brasileira de Silvicultura: Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais, 1993. v. 2. p. 760.

MELO, J. T.; SILVA, J. A.; TORRES, R. A. de A.; SILVEIRA, C. E. dos S.; CALDAS, L. S. Coleta, propagação e desenvolvimento inicial de espécies do Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de (Ed.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 1998. p. 195-243.

MENDONÇA, R. C.; FELFILI, J. M.; WALTER, B. M. T.; SILVA JÚNIOR, M. C.; REZENDE, A. V.; FILGUEIRAS, T. S.; NOGUEIRA, P. E. Flora vascular do Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 1998. p. 289-556.

MESQUITA, M. A. M.; NAVES, R. V.; SOUZA, E. R. B.; BERNARDES, T. G.; SILVA, L. B. Caracterização de ambientes com alta ocorrência natural de araticum

(*Annona crassiflora* Mart.) no Estado de Goiás. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 1, p. 15-19, 2007.

MILLER, N. F. The origins of plant cultivation in the Near East. In: COWAN, C. W.; WATSON, P. J. (Ed.). **The origins of agriculture**: an international perspective. Washington: Smithsonian Institution, 1992. p. 39-58.

MORS, W. B.; PELLEGRINO, J.; SANTOS FILHO, M. F. Ação profilática do óleo dos frutos de sucupira-branca, *Pterodon pubescens* Benth., contra a infecção pelo *Schistosoma mansoni*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. v. 38, p. 325-330, 1966.

PEREIRA, A. V.; PEREIRA, E. B. C.; ARAÚJO, I. A.; JUNQUEIRA, N. T. V. Propagação por enxertia. In: SILVA JÚNIOR, J. F.; LEDO, A. S. (Ed.). **A cultura da mangaba**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2006a. p. 112-124.

PEREIRA, E. B. C.; PEREIRA, A. V.; JUNQUEIRA, N. T. V. Propagação por sementes. In: SILVA JÚNIOR, J. F.; LEDO, A. S. (Ed.). **A cultura da mangaba**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2006b. p. 91-109.

PEREIRA, A. V.; PEREIRA, E. B. C.; JUNQUEIRA, N. T. V.; FIALHO, J. F. **Enxertia de mudas de pequizeiro**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2002a. 25 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 66).

PEREIRA, A. V.; PEREIRA, E. B. C.; JUNQUEIRA, N. T. V.; FIALHO, J. F. **Enxertia de mudas de mangabeira**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2002b. 26 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 65).

PEREIRA, A. V.; PEREIRA, E. B. C.; JUNQUEIRA, N. T. V. Propagação e domesticação de plantas nativas do cerrado com potencial econômico. **Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 2, jul. 2001. 1 CD-ROM. Suplemento.

PEREIRA, A. V.; SALVIANO, A.; PEREIRA, E. B. C.; SILVA, J. A. da; SILVA, D. B. da; JUNQUEIRA, N. T. V. **Pequi**: produção de mudas. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2000. 2 p. (Embrapa Cerrados. Recomendações Técnicas, 1).

PINTO, C. A. B. P.; SANTOS, J. B.; RAMALHO, M. A. P. **Domesticação e melhoramento de plantas medicinais**. Lavras: UFLA, 2001. 39 p. (UFLA. Textos Acadêmicos, 1).

PIRES, M. O. Cerrado: sociedade e biodiversidade. In: IORIS, E. (Ed.). **Plantas medicinais do Cerrado**: perspectivas comunitárias para a saúde, o meio ambiente e o desenvolvimento sustentável. Mineiros: FIMES, 1999. p. 155-173.

RIBEIRO, J. F.; BRITO, M. A.; SCAPOLI JÚNIOR, E.; FONSECA, C. E. L. **Araticum (*Annona crassiflora* Mart.)**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 52 p.

RIOS, M. N. da S.; RIBEIRO, J. F.; REZENDE, M. E. Propagação vegetativa: enraizamento de estacas de espécies nativas de Mata de Galeria. In: RIBEIRO, J. F.; SILVA, J. C. S.; FONSECA, C. E. L. da (Ed.). **Cerrado**: caracterização e recuperação de matas de galeria. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2001. p. 455-491.

SILVA, J. A. da; FONSECA, C. E. L. da. **Propagação vegetativa de pequizeiro**: enxertia em garfagem lateral e no topo. Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 1991. 4 p. (Embrapa-CPAC. Pesquisa em Andamento, 53).

SILVA, D. B. da; SILVA, J. A. da; JUNQUEIRA, N. T. V.; ANDRADE, L. R. M. de **Frutas do cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 179 p.

WALTER, B. M. T. **Biodiversidade e recursos genéticos**: questões e conceitos. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2000. 48 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos, 46).

WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma Cerrado**: síntese terminológica e relações florísticas. 2006. 373 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Departamento de Ecologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília.

WANDECK, F. A.; JUSTO, P. G. A macaúba, fonte energética e insumo industrial: sua significação econômica no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 6., 1982, Brasília. **Savanas**: alimento e energia. Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 1988. p. 541-577.

Aptidão da fauna do Cerrado para o uso sustentável

José Roberto Moreira;
Ludmilla Moura de Souza Aguiar;
Amabílio José Aires de Camargo

Histórico do uso da fauna

O processo de ocupação territorial e a incorporação de novas áreas ao processo produtivo agrícola no Cerrado, ao longo dos anos, vêm substituindo um ambiente outrora luxuriante e de vida abundante, por uma vegetação escassa e monotípica, sem a mínima preocupação ambiental. A expansão da fronteira agrícola vem se caracterizando pela redução da biodiversidade e por outros impactos sobre os recursos ambientais. A biodiversidade do Brasil, ainda que das mais abundantes e ricas, é a sexta mais ameaçada do planeta (ARRUDA, 2001). Por sua vez, a atividade agrícola tem uma relação direta com a conservação dos recursos naturais seja por sua dependência da biodiversidade, pelo fornecimento de genes para novas cultivares, pela necessidade de polinizadores para suas culturas, pela necessidade de um ambiente equilibrado para o desenvolvimento agrícola, seja pela própria alteração de seu ambiente original.

Antes da colonização portuguesa, os índios brasileiros utilizavam a fauna local de maneira extrativista. Apenas um animal de nossa fauna – o pato – foi domesticado pelos indígenas, ainda que muitos apresentassem grande potencial de uso. Registros históricos de expedições ao Brasil, no início da colonização, deixam claro o grande potencial que essas espécies

apresentam. Como exemplo (BUENO, 1998), em 1527, em troca de alguns anzóis, espelhos, contas e ferramentas de metal, uma armada espanhola conseguiu dos índios Carijó, de Santa Catarina, a carne de 293 veados, 194 antas, 398 patos e um lote de ostras, entre muitos outros produtos. Em uma viagem de Marcgraf pelo interior do Ceará, em 1639, (BOOGAART; BRIENEN, 2002), foram abatidos e consumidos 1.009 porcos-queixada, 218 jacus, 36 tatus, 26 quatis, 12 coendus, 8 suçuaranas, 5 veados-mateiro, 5 marrecas-irerê, 1 cachorro-do-mato, 1 ema, muitos preás, muitos peixes e muito mel. Impressiona a forma como o irmão de Martin Afonso de Souza, Pero Lopes, descreveu os campos que por aqui viu (BUENO, 1998): “*Não se pode descrever a formosura dessa terra: os veados e gazelas são tantos, e as emas, e outras alimárias, tamanhas, como potros novos e do parecer deles, que é o campo todo coberto desta caça – que nunca vi em Portugal tantas ovelhas, nem cabras, como há nesta terra veados.*” A capivara, a espécie brasileira com maior potencial produtivo, era consumida e mesmo criada pelos povos indígenas da América do Sul. Há registros da utilização dessa espécie pela população da Ilha de Santa Catarina, SC (CASTILHO; SIMÕES-LOPES, 2005) há 1.500 anos. A espécie era um importante item alimentar para a população local, mesmo que estes fossem basicamente pescadores.

Sítios arqueológicos, localizados no Cerrado brasileiro, mostram que a alimentação da população indígena há mais de 10 mil anos estava baseada na caça de pequenos e médios animais (MOREIRA, 1984). O explorador austríaco Pohl (1976) relatou, quando de sua passagem por Paracatu, MG, em 1818, que a principal caça era o veado e descreveu a abundância e a variedade da fauna local. Recentemente, no período de 1960 a 1969, a produção brasileira de couro e de peles, oriunda da fauna, foi registrada nos anuários do IBGE. Das mais de 1,5 milhão de capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) abatidas nesse período para produção de pele, 60 % eram originárias do Estado do Mato Grosso que, na época, era composto dos atuais estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. O Estado de Mato Grosso também foi o grande produtor de pele de jacaré

(*Caiman* spp.), compondo 44 % (mais de 1,6 milhão de animais) da produção nacional. O Estado de Goiás, na época, composto dos atuais estados de Goiás e Tocantins, era importante produtor de pele de veado (*Ozotoceros bezoarticus*, *Mazama* spp. e *Blastocerus dichotomus*) e de porco-do-mato (cateto – *Pecari tajacu* e queixada – *Tayassu pecari*), cobrindo, respectivamente, 11 % (mais de 300 mil) e 13 % (mais de 700 mil) da produção nacional (CAÇA, 1963, 1964, 1965, 1966, 1967, 1968, 1969, 1970). Vale salientar que estes são os registros oficiais dos animais abatidos para a venda de couro e de peles. Certamente, o número verdadeiro de animais abatidos para esse e outros usos era muito maior (MOREIRA; MACDONALD, 1997).

A toponímia do Cerrado também deixa clara, hoje, a importância que a fauna local tinha para seus habitantes nos primeiros anos da colonização. Em Goiás, encontramos Rio dos Patos, Rio Capivara e Chapada dos Veadeiros. Rio Galheirão, Rio dos Porcos, Rio Guará, Serra da Capivara e Serra da Suçuarana são alguns dos muitos topônimos encontrados no Cerrado da Bahia. Córrego Mutum e Ribeirão dos Macacos são encontrados em Mato Grosso. O Cerrado de Minas Gerais, também, têm seus topônimos sendo Ribeirão da Onça, Serra das Araras e Lagoa da Suçuarana alguns exemplos. Esses são registros atuais da antiga abundância e da importância da fauna do Cerrado. No Distrito Federal, os nomes de algumas cidades-satélite como Guará e Recanto das Emas, lembram a antiga abundância da fauna local.

Apesar de seu grande potencial de uso, a fauna neotropical, particularmente a do Cerrado, continua sendo muito pouco utilizada ou aproveitada de maneira marginal pelas populações de baixa renda ou rural (DOUROJEANNI, 1985). Geralmente, a população brasileira credita baixo valor aos recursos faunísticos nacionais, dando maior valor à fauna silvestre exótica (MOREIRA, 2004). Hoje, a fauna do Cerrado é usada, ainda que ilegalmente, por toda a sua área, mesmo com sua abundância decrescendo drasticamente. Neste capítulo, serão mostrados os diferentes usos da fauna do Cerrado e quais os animais utilizados pela população humana deste bioma.

Diferentes usos da fauna

As atividades de exploração legal de produtos oriundos da fauna ainda são incipientes no Brasil. Nas últimas duas décadas, entretanto, o número de criadouros comerciais de animais silvestres legalizados cresceu substancialmente. Dentre eles, destacam-se os criadouros de capivara, de cateto e queixada, de jacarés (*Caiman spp.*), de quelônios (*Podocnemis spp.*) e de emas (*Rhea americana*). Outras espécies cujos criadouros estão ganhando mais destaque recentemente no Brasil são paca (*Cuniculus paca*), serpentes (gêneros *Bothrops* e *Crotalus*), araras e papagaios, pássaros canoros, quelônios terrestres e borboletas ornamentais.

A vida silvestre pode ter diferentes valores para a população humana (Tabela 1). Entretanto, há uma sugestão de que a menos que a vida silvestre tenha algum uso para as pessoas ela não será valorizada por elas (ROBINSON; REDFORD, 1991).

Tabela 1. Valores associados à espécies da fauna.

Valores	Descrição
Econômico	Refere-se à utilização de espécies silvestres para a produção de carne, de peles e de outros subprodutos, com finalidade de lucro ou subsistência além da exploração turística. Inclui criadouros comerciais, populações nativas manejadas (não permitido no Brasil, exceto poucas espécies de aves no Rio Grande do Sul, e peixes), utilização por populações indígenas, etc. No caso de turismo, inclui principalmente populações na natureza além de zoológicos, aquários e outros
Ecológico	Refere-se aos papéis ecológicos de espécies da fauna que resultam em benefício para o homem. É um valor tangível quando a existência da espécie resulta em benefícios na produção de alimentos, como por exemplo: polinizadores, dispersores de sementes, predadores e outros
Estético	Valor intangível de apreciação cênica das espécies. O homem não apenas come, bebe, se veste e se medica; ele também vê e aprecia. Esse valor é explorado pela indústria do turismo. Cada vez mais, pessoas ao redor do

Continua ...

Tabela 1. Continuação.

Valores	Descrição
	mundo pagam para ter experiências de contato direto com espécies da fauna em seu habitat. Os benefícios se estendem a uma cadeia de serviços que inclui empresas de transporte, hotéis, restaurantes, comércio em geral e outros
Estratégico	Valor tangível, geralmente, associado à preservação de material genético de espécies silvestres já domesticadas pelo homem ou em vias de domesticação, ou aquelas com uso potencial. Cada vez mais se reveste de importância econômica, com o desenvolvimento de biotecnologias para a produção de alimentos, medicamentos, etc
Ético	Refere-se ao questionamento sobre extinção de espécies em razão de fatores antropogênicos. Tem um componente filosófico e outro de cunho sentimental. O filosófico, parte do questionamento humano se temos ou não o direito de decidir quais espécies devem ou podem continuar existindo no planeta

Fonte: Moreira (2001).

Listamos abaixo os usos que a vida silvestre pode ter (MOREIRA, 2001) para a população humana do Cerrado.

Alimento – O primeiro uso da fauna do Cerrado foi como alimento e até hoje ela é encontrada no prato da população local. A pesca é uma importante atividade econômica nos rios das bacias hidrográficas do Cerrado, com pico de consumo durante a Semana Santa. Criadouros de animais silvestres estão explorando a fauna brasileira e já há restaurantes especializados em pratos à base de animais silvestres. Espécies como capivara, cateto, queixada e jacaré podem ser encontradas nos cardápios de restaurantes nas mais diversas cidades brasileiras. O uso de indivíduos da fauna para alimento continua sendo para comunidades rurais e em áreas de colonização, importante fonte de proteína, na forma de caça de subsistência.

Peleteria e Couros – essa atividade tem grande importância para as comunidades indígenas e, até 1967, o Brasil era um dos maiores

fornecedores desse produto para o mercado internacional. Mesmo depois da lei de proteção da fauna, continuamos assumindo essa posição, ainda que ilegalmente. O Pantanal, durante as décadas de 1970 e 1980, abasteceu cerca de 80 % do mercado mundial de peles de crocodilianos. Segundo Convention on International Trade of Endangered Species (2004), cerca de 2 milhões de peles saíam anualmente da região. Nos dias atuais, grande número de criadouros de jacarés foi instituído no Pantanal.

Animais Vivos – mais de 150 espécies da fauna brasileira são exploradas e exportadas ilegalmente seja como animais de estimação, seja para estudos de laboratório (nesse caso, especialmente macacos). Em todas as grandes cidades brasileiras, encontramos mercados de animais silvestres, e grande parcela de nossa população possui, em suas residências, papagaios, periquitos, pássaros canoros, macacos e outros animais, mesmo sendo essa uma atitude, totalmente, ilegal. Grande número de espécies de peixes de aquário também é explorado e exportado, regularmente, de forma legal e ilegal.

Decoração, Superstição e Uso Medicinal – animais silvestres ou partes desses animais são também utilizados pela população humana com esse fim. Quadros de borboletas, piranhas empalhadas, penas de pássaros, carapaças de tatus, conchas, mandíbulas de tubarão e estrelas-do-mar são regularmente encontrados em lojas de suvenires para turistas. Os mais diversos produtos, utilizados conforme as crenças populares ou por suas propriedades supostamente medicinais, como olho de boto, banha de peixe-boi, pele de cobra, veneno de cobra (para a produção de antídoto), banha de capivara, olho de lobo-guará e mesmo as genitálias de alguns animais silvestres, podem ser encontrados em feiras populares.

Turismo de Caça e Pesca – outra importante forma de uso da fauna ainda pouco explorada no Cerrado é a caça e a pesca desportivas. Em outros países, esse uso da fauna é tradicional e gera divisas local e nacionalmente.

Ecoturismo – a atração de turistas para contato com a fauna é outro importante tipo de uso, conhecido nacional e internacionalmente. Esse tipo de turismo pode ser desenvolvido tanto em Unidades de Conservação quanto em propriedades privadas. Essa categoria de uso da fauna é importante fonte de renda no Pantanal e em cidades próximas a Parques Nacionais.

Outros – a fauna do Cerrado também tem outros usos pelos quais merece ser conservada. Pode-se destacar a importância direta na polinização de culturas de plantas, na dispersão de sementes e no papel de predadores (controle biológico de pragas) (confira Cap. 7 desta obra).

Animais úteis do Cerrado

Os animais silvestres são um recurso fundamental para a sobrevivência das comunidades indígenas e rurais do Cerrado. Essas populações ainda necessitam da vida silvestre como fonte alimentar complementar (OJASTI, 1996), além do uso medicinal e outros usos. O consumo de invertebrados é reduzido. Os mamíferos são os vertebrados que mais contribuem na dieta, especialmente, por causa de sua maior biomassa. Também são comercializados couro e pele. As aves têm uma substancial contribuição como fonte de proteína fornecida pela carne e ovos, além de produtos secundários como penas e pele. Finalmente, répteis, anfíbios e peixes são usados como alimentos e como fontes de produtos medicinais e de peleteria. Partes de vertebrados, principalmente, penas e bicos de aves e tufo de pêlos, couro, ossos e dentes de mamíferos são muito apreciados por indígenas na fabricação de ornamentos e peças de artesanato com fins sociais, rituais, religiosos e comerciais. A seguir, serão listados os mais importantes animais utilizados pela população humana habitante do Cerrado.

Mammalia

Didelphimorphia – gambás, saruês ou mucuras (*Didelphis* spp.) são, por vezes, consumidos pela população do Cerrado. Todavia, são mais

lembados como predadores de galinhas, de pintos e de ovos ou como invasores de telhados.

Xenarthra – tamanduá-mirim, tamanduá-de-colete ou melete (*Tamandua tetradactyla*) é bastante apreciado para consumo de sua carne. O consumo do tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*), porém, é bastante reduzido. Partes do corpo do tamanduá-de-colete são utilizadas pela população por causa da credicé popular. A preguiça (*Bradypus variegatus*) é apreciada pela sua carne. No entanto, não é espécie comum ou facilmente encontrada no Cerrado, assim, seu uso é limitado. A grande maioria das diversas espécies de tatus existentes no Cerrado é muito apreciada como alimento e altamente perseguida. As mais consumidas são o tatu-verdadeiro, tatu-preto ou tatu-galinha (*Dasyurus novemcinctus*) e o tatuí ou tatu-china (*Dasyurus septemcinctus*). Outras espécies consumidas são o tatu-de-rabo-mole ou tatu-rabo-de-couro (*Cabassous* spp.), o tatu-bola (*Tolypeutes tricinctus*) e o tatu-canastra (*Priodontes maximus*). O consumo do peba ou tatu-peludo (*Euphractus sexcinctus*) é apenas tolerado. A carapaça de todos eles é utilizada como peça para artesanato e a cauda, por vezes, para coçar o ouvido (CAMPOS, 2000).

Primates – algumas espécies de primatas são apreciadas pela sua carne. No Cerrado, as espécies de macacos mais consumidas são; o guigó (*Callicebus barbarabrownei*), guariba ou bugio (*Alouatta caraya*) e o macaco-prego (*Cebus apella*). O macaco-prego e o sagui, souim ou mico (*Callithrix penicillata*) são muito capturados para venda como animais de estimação ou para laboratório. O pênis e o clitóris do macaco eram mascados crus pelos índios como remédio contra o paludismo, e a urina usada para provocar o vômito (MARTIUS, 1979).

Lagomorpha – o tapiti ou coelho (*Sylvilagus brasiliensis*) é consumido pela população rural. Pode ser praga de hortaliças.

Carnivora – a carne de alguns carnívoros é apreciada, especialmente, a dos felídeos e a dos procionídeos. Felídeos consumidos em baixa escala incluem a jaguatirica, gato-do-mato ou maracajá (*Leopardus* spp.),

o gato-palheiro (*Leopardus colocolo*), o gato-mourisco (*Puma yagouaroundi*), a onça-parda ou suçuarana (*Puma concolor*) e até mesmo a onça-pintada (*Panthera onca*). Todas essas espécies são bastante caçadas por atacarem animais domésticos ou pelo valor da venda de suas peles. As cinzas das unhas da onça-pintada eram utilizadas pelos índios para aliviar a dor de dentes cariados, e a banha, para remover tumores ou como vermífugo (MARTIUS, 1979). A carne do gato-mourisco (*Puma yagouaroundi*) é usada contra asma (CAMPOS, 2000).

Os canídeos são mais lembrados por seus ataques a animais domésticos. Espécies perseguidas por essa razão incluem o cachorro-do-mato ou raposa (*Cerdocyon thous*), o lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*), o ameaçado cachorro-do-mato-vinagre (*Speothos venaticus*) e até mesmo, injustamente, a insetívora raposa-do-campo (*Lycalopex vetulus*). O lobo-guará também é abatido para a utilização de partes de seu corpo em razão de crendices populares (CHEIDA et al., 2006). A espécie também é usada como atração por aqueles que exploram o ecoturismo, como no Parque Natural do Caraça. Alguns canídeos (especialmente, o cachorro-do-mato) são abatidos por sua pele ou criados como animais de estimação. A lontra (*Lontra longicaudis*) e a ariranha (*Pteronura brasiliensis*) foram muito caçadas por causa de sua pele e, hoje, são acusadas de atacarem a piscicultura comercial causando prejuízos. De acordo com os anuários do IBGE (CAÇA, 1963, 1964, 1965, 1966, 1967, 1968, 1969, 1970), mais de 50 mil ariranhas foram abatidas para a produção de peles. A carne dessas espécies também é muito apreciada.

Apesar do mau cheiro, a jaritataca (*Conepatus semistriatus*) é consumida em alguns locais da sua área de distribuição. Essa espécie é muito confundida com o gambá, que pertence a outra ordem, por ser denominada erroneamente de “gambá” em desenhos animados e filmes sobre a natureza. Alguns procionídeos são apreciados por sua carne, especialmente, o quati (*Nasua nasua*) que também é abatido por atacar

galinheiros. Tanto o quati, quanto o guaxinim (*Procyon cancrivorus*) têm partes de seus corpos utilizadas em razão de crendices populares (CHEIDA et al., 2006).

Perissodactyla – único perissodáctilo brasileiro – a anta (*Tapirus terrestris*) – é muito apreciado por sua carne. Seu couro também é bastante resistente e utilizado. Trata-se do maior mamífero terrestre brasileiro, outrora abundante, porém, essas populações estão em declínio no bioma.

Artiodactyla – os animais dessa ordem dos mamíferos são muito apreciados como carne e pelo uso da sua pele. Alguns apresentam potencial de cria em cativeiro. As duas espécies de tayassuídeos – o cateto (*Pecari tajacu*) e o queixada (*Tayassu pecari*) – podem ser criadas em cativeiro para a produção comercial de sua carne. Entretanto, a abundância dessas espécies encontra-se reduzida, especialmente, para o queixada. Conforme mencionado na introdução, eram muito abatidos até o final da década de 1960, para a produção de carne, sendo que o Cerrado contribuía, em grande parte, para essa finalidade. Os cervídeos também têm a carne muito apreciada. As espécies mais consumidas no Cerrado são: o cervo-do-pantanal ou suçuapara (*Blastocerus dichotomus*), o veado-mateiro (*Mazama americana*), o veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*) e o veado-campeiro (*Ozotoceros bezoarticus*) (Fig. 1). São animais muito apreciados para a caça, e partes do corpo desses animais são utilizadas tanto para alimentar a crendice popular como matéria-prima para o artesanato. O chifre do cervo-do-pantanal torrado e misturado com sua banha era utilizado como remédio contra veneno de cobra, aplicado sobre a mordida e, supostamente, absorvendo-o (MARTIUS, 1979). O bezoar do veado era usado pelos índios contra problemas gástricos, e a banha, contra tumores (MARTIUS, 1979). O Estado de Goiás foi grande produtor de pele de veados e de porcos-do-mato quando a caça ainda era permitida no Brasil (CAÇA, 1970). A baixa proliferação dos cervídeos não permite a criação comercial em cativeiro.



Foto: Haroldo de Castro.

Fig. 1. Veadinho-campeiro (*Ozotoceros bezoarticus*).

Rodentia – os roedores são muito valorizados e utilizados para consumo pela população humana do Cerrado, especialmente, aqueles da superfamília Cavioidea. Os preás (*Cavia* spp. e *Galea* spp.) e o mocó (*Kerodon* spp.) são apreciados para consumo de sua carne e, por vezes, utilizados como fortificante (IHERING, 2002). A capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) é amplamente consumida mesmo sendo eventualmente desprezada pelo gosto forte que sua carne pode apresentar. Vem sendo criada com sucesso em cativeiro e tem grande potencial para manejo sustentável. Como é praga agrícola de diversas culturas, poderia ser manejada e utilizada nessas situações, se a legislação brasileira permitisse. É usada como atração no turismo ecológico nos hotéis-fazenda do Pantanal. Sua banha é valorizada por seus supostos poderes medicinais (MOREIRA; MACDONALD, 1997) e da qual se fazia o fortificante de nome Capivarol. Algumas tribos indígenas utilizam seu osso torrado como remédio (MARTIUS, 1979). A carne da cutia (*Dasyprocta* spp.) também é muito apreciada e a da paca (*Cuniculus paca*) é considerada a melhor de todas as carnes de caça dos neotrópicos. Porém, por ser muito perseguida, a população dessa espécie está em declínio no bioma. Outro roedor que

também é procurado por causa de sua carne é o coendu ou porco-espinho (*Coendou prehensilis*) e seus espinhos usados no artesanato.

Aves

Tinamiformes – pelo menos dez espécies dessa ordem são muito apreciadas para o consumo no Cerrado. São elas o macuco e a azulona (*Tinamous spp.*), as várias espécies de inhambu, lambu, jaó, sururina e zabelê (*Crypturellus spp.*), a codorna (*Nothura spp.*) e a perdiz (*Rhynchotus rufescens*). Algum esforço tem sido feito para a criação da codorna e da perdiz em cativeiro. Também são animais que têm grande potencial para a caça desportiva.

Rheiformes – as emas (*Rhea americana*) são aves genuinamente sul-americanas, de grande porte, não voadoras, com altura variando de 1,50 m a 1,70 m e peso entre 35 kg e 40 kg. Podem ser criadas com facilidade em fazendas, para obtenção de seus produtos, reduzindo a pressão de caça sobre essa espécie na natureza. É criada nos Estados Unidos e no Uruguai e, mais recentemente, no Brasil. A criação em cativeiro é permitida e bastante viável, por se tratar de uma ave nativa e em seu ambiente natural, dócil, com filhotes resistentes, tamanho que facilita o manejo e a confecção de estruturas como cercas, telas e abrigos. Essa atividade pode ser desenvolvida à semelhança da pecuária e caracterizada como uma criação eficiente, ambientalmente correta e sustentável. O manejo de emas em cativeiro faz sucesso, pois essa espécie é boa produtora de carne, de ovos, de pele e de penas de alto valor econômico. O comércio da carne só é permitido para animais oriundos de criadouros comerciais, registrados no Ibama, e abatidos em frigoríficos que também sejam legalizados (AGUIAR; MAURO, 2004).

Ciconiiformes – os biguás (*Phalacrocorax brasiliianus*) têm sua carne eventualmente consumida (DOUROJEANNI, 1985). As garças (*Casmerodius albus* e *Egretta thula*), o socó (*Ardea cocoi*), o socó-boi (*Tigrisoma lineatum*) e a curicaca (*Theristicus caudatus*) são consumidos em pequena escala. Já o cabeça-seca (*Mycteria americana*), o maguari

(*Ciconia maguari*) e o jaburu (*Jabiru mycteria*) são mais perseguidos para o consumo em razão de seu grande porte. O urubu-rei (*Sarcoramphus papa*), o urubu-preto (*Coragyps atratus*) e o urubu-de-cabeça-vermelha (*Cathartes aura*) são animais de grande utilidade pelo seu hábito alimentar necrófago. O quero-quero (*Vanellus chilensis*) e o pernalonga (*Himantopus himantopus*) eram utilizados pelos indígenas brasileiros como animais de guarda. As narcejas (*Gallinago spp.*) são apreciadas como fauna cinegética.

Anseriformes – várias espécies da família Anatidae apresentam valor cinegético para a população do Cerrado. Entre elas, destacam-se a irerê ou ariri (*Dendrocygna viduata*), a marreca-cabocla (*Dendrocygna autumnalis*), a paturi-preta (*Netta erythrophthalma*), a ananaí (*Amazonetta brasiliensis*) e o pato-do-mato (*Cairina moschata*). Todas elas são apreciadas na caça desportiva, e o pato-do-mato foi a única espécie domesticada pelos povos indígenas brasileiros. Foi levada para a Europa e hoje é criada em vários continentes, especialmente, no sudeste da Ásia e em Taiwan (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1991).

Falconiformes – várias espécies dessa ordem são acusadas de serem prejudiciais à criação, especialmente, de frangos caipiras. Aqueles mais estigmatizados de ladrões são o gavião-carijó ou gavião-pega-pinto (*Rupornis magnirostris*), o gavião-caboclo (*Buteogallus meridionalis*) e o caracará (*Polyborus plancus*). Na realidade, são raros os casos em que o caracará pode vir a ser prejudicial à criação (SICK, 1997). Ademais os benefícios que trazem no controle da superpopulação de pragas, de animais defeituosos ou como comedores de carcaça são muito maiores que os prejuízos. Destaca-se o gavião-pinhé ou pixéu ou carrapateiro (*Milvago chimachima*) que come os carrapatos do gado.

Craciformes – a jacupemba (*Penelope superciliaris*), a jacutinga (*Pipile jacutinga*) e o mutum (*Crax fasciolata*) são espécies de ampla distribuição no Cerrado e muito utilizadas como fauna cinegética. Apresentam grande potencial para criação em cativeiro e são criadas por algumas populações indígenas.

Galliformes – urus (*Colinus cristatus* e *Odontophorus* spp.) são espécies neotropicais da mesma ordem das galinhas domésticas, também, há grande demanda para o consumo.

Gruiformes – saracura (*Aramides cajanea*), frango-d'água (*Porphyrrula martinica*) e seriema (*Cariama cristata*) são apreciadas para o consumo de sua carne. Ainda que não seja tão grande matadora de cobras como sua fama apregoa, a seriema é importante consumidora de insetos e de pequenos roedores.

Columbiformes – são várias as espécies de pombas e rolinhas (*Columbina* spp.) que são valorizadas para o consumo. As pombas de grande porte como a pomba-trocal (*Columba speciosa*), a asa-branca (*Columba picazuro*) e a pomba-amargosa (*Columba plumbea*) são as mais abatidas. A avoante (*Zenaida auriculata*) é amplamente consumida, sendo importante item alimentar em algumas regiões (SICK, 1997). A pele da moela da juriti (*Leptotila verreauxi*) é usada no tratamento de belida, sendo aplicada sobre a vista enferma (CAMPOS, 2000).

Psittaciformes – Psitacídeos, como jandaias (*Aratinga* spp.), periquitos (*Brotogeris chiriri*), papagaios (*Amazona* spp.) e araras (*Ara ararauna* e *Ara chloroptera*) são vítimas de captura por criadores de aves (BAGNO et al., 2006). São muito valorizados como animais de estimação, existindo milhares de indivíduos nos lares brasileiros, especialmente, o papagaio-verdadeiro (*Amazona aestiva*) (Fig. 2). Podem alcançar alto preço no mercado internacional, sendo vítimas do tráfico de animais silvestres. Uma arara-azul (*Anodorhynchus hyacinthinus*) pode ser vendida por mais de 7 mil dólares nos Estados Unidos. Por esse motivo, a criação de psitacídeos em cativeiro tem sido estimulada e pode ser economicamente viável.

Apodiformes – Os beija-flores (família Trochilidae) sofriam grande perseguição até o século 19 para serem vendidos para colecionadores. As populações indígenas utilizam suas plumagens na confecção de artesanato. Por sua diversidade, beleza e peculiaridades podem ser um

atrativo ecoturístico. Ainda que de tamanho diminuto, há quem coma beija-flores.



Foto: Haroldo de Castro.

Fig. 2. Papagaio-verdadeiro (*Amazona aestiva*).

Piciformes – Os tucanos e araçaris (família Ramphastidae) são perseguidos para a venda como animais de estimação, especialmente, o tucanuçu (*Ramphastos toco*). Também, têm sua carne considerada como boa; são apreciados como troféu de caça, e o bico é utilizado na medicina popular (SICK, 1997). Suas penas e o bico são usados no artesanato. O imperador brasileiro, D. Pedro II, tinha como veste de cerimônia uma murça feita de penas douradas do papo de tucanuços.

Passeriformes – Por causa da beleza estética ou da destreza de canto, sofrem a retirada de ovos e de filhotes dos ninhos para o tráfico de animais e criação doméstica. Vários sabiás (*Turdus spp.*), o canário-da-terra (*Sicalis flaveola*), coleirinhos (*Sporophila spp.*), o bicudo (*Oryzoborus maximiliani*), o curió (*Oryzoborus angolensis*), o trinca-ferro (*Saltator similis*) e icteríneos, como o xexéu (*Cacicus cela*), o encontro (*Icterus cayanensis*), o

pássaro-preto ou graúna (*Gnorimopsar chopi*) e o pintassilgo (*Carduelis magellanicus*) são vítimas de captura por criadores de aves (BAGNO et al., 2006). A criação desses passeriformes em cativeiro pode ser uma opção econômica para sua exploração. O tico-tico (*Zonotrichia capensis*) é consumido como alimento.

Reptilia

Testudines – Nas margens dos grandes rios da Bacia Amazônica, são consumidos os ovos e a carne da tartaruga (*Podocnemis expansa*) e do tracajá (*Podocnemis unifilis*). Essas espécies vêm sendo criadas em cativeiro, e sua carne pode alcançar altos preços de mercado por serem muito apreciadas. A carne do jabuti (*Geochelone denticulata*) também é muito valorizada; sua banha (CAMPOS, 2000) é utilizada na cura do reumatismo; os cascos, como artesanato e, muitas vezes, animal vivo é criado debaixo da cama.

Crocodilia – O jacaretinga (*Caiman crocodilus*) e o jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) são utilizados principalmente pelo seu couro. Sua carne também é apreciada e sua banha usada contra infecção na garganta ou amídalas (CAMPOS, 2000). Várias partes do corpo do jacaré eram utilizadas pelos indígenas na terapia de doenças: (MARTIUS, 1979) os dentes, como amuleto para prevenir contra picada de cobra; a raspa do dente e a banha da glândula do pescoço, como remédio contra veneno de cobra; a banha, contra reumatismo ou no tratamento de feridas; o estômago em pó ou os cálculos encontrados no estômago, contra cálculo nos rins. Os jacarés vêm sendo criados em cativeiro principalmente para a produção de couro.

Squamata – A iguana ou camaleão (*Iguana iguana*) e o teiú (*Tupinambis teguixin*) têm sua carne muito apreciada para o consumo. A banha do teiú é usada contra o reumatismo (CAMPOS, 2000). Ademais, o teiú é perseguido por atacar a criação. Pela mesma razão, a jibóia (*Boa constrictor*) e a sucuri (*Eunectes murinus*) são perseguidas. O medo do

veneno da cascavel (*Crotalus durissus*) e das jararacas (*Bothrops* spp.) também é a justificativa para sua destruição. Todavia, esse mesmo veneno tem sido a razão para a criação desses animais em cativeiro, pois atingem altos preços no mercado internacional. As crenças populares também atribuíam poderes terapêuticos ao veneno e às diferentes partes das cobras. O chocalho da cascavel torrado e ingerido ou a própria carne cozida podem curar o reumatismo. O uso do mesmo chocalho como amuleto pendurado no pescoço supostamente protege contra dor de ouvido (CAMPOS, 2000). Os indígenas brasileiros acreditavam que as presas da cascavel moídas eram remédio contra úlcera. A geléia produzida do cozimento da cabeça e do rabo da cascavel era usada na cura de erupções cutâneas e da sífilis. O pó do chocalho da cascavel era utilizado para a remoção de dentes cariados (MARTIUS, 1979). Até a criação da lei de proteção de fauna, as peles de todas as espécies mencionadas dessa ordem eram comercializadas. Os ovos também são apreciados.

Amphibia

Anura – A rã-manteiga (*Leptodactylus ocellatus*) é apreciada e consumida no Cerrado. O veneno do sapo-cururu (*Bufo marinus*) tem sido utilizado pelas indústrias como tônico cardíaco para muitos medicamentos, e sua pele era, até a década de 1960, empregada no artesanato. A carne do sapo-cururu torrada e pulverizada era consumida pelos indígenas brasileiros como proteção contra feitiçaria. As mulheres também utilizavam-na para aliviar as dores do parto (MARTIUS, 1979). Segundo a crença popular, a pele do sapo-cururu aplicada sobre tumores na pele pode curá-los (CAMPOS, 2000).

Arthropoda

As populações indígenas brasileiras utilizavam os insetos não só para o consumo como também para diversos outros fins (COSTA NETO, 2004). Muitos desses hábitos perpetuaram-se até a atualidade. Diversas

larvas de besouros são consumidas in natura como aquelas conhecidas por bicho-do-coco (*Pachymerus nucleorum*), bicho-da-palmeira (*Rynchophorus palmarum* e *Rhina barbirostris*) e larvas de mariposas como o bicho-da-taquara (*Morpheis smerinthia*) (COSTA NETO, 2004). As formigas tanajuras ou içá (*Atta* spp.) são consumidas cruas ou fritas e foram apreciadas como de paladar “deleitável” pelo Padre José de Anchieta (ANCHIETA, 1933). Gafanhotos e cupins também são consumidos (DOUROJEANNI, 1985). O mel de diversas abelhas-sem-ferrão (Melioponinae) e do marimbondo-pote ou exu (*Brachygastra lecheguana*) são amplamente consumidos e comercializados (COSTA NETO, 2004).

O mel das abelhas-sem-ferrão também é utilizado como remédio (COSTA NETO, 2004). Serve como medicamento contra diabete, bronquite, micose oral, dor de garganta e impotência. O mel de jataí (*Tetragonisca angustula*) é usado como remédio contra gripe e catarata. Partes do ninho também são tidas como possuidoras de poderes curativos (COSTA NETO, 2004). Potes de pólen da abelha marmelada-preta (*Friesomelitta silvestrii*) são usados contra gripe. A defumação com o ninho do marimbondo-chapéu (*Apoica pallens*) é reconhecida como remédio contra derrame. Até mesmo da mosca-doméstica, faz-se remédio contra furúnculo.

Os insetos também têm importante uso como ornamento. Borboletas e carapaças de besouros são amplamente utilizadas (DOUROJEANNI, 1985). Quadros feitos com asas de borboletas são tão procurados (especialmente de *Morpho* spp.) que existem criadouros comerciais legalizados especialmente para esse fim.

Recentemente, grande interesse tem surgido pelas secreções tóxicas de vespas e aranhas (MEBS, 1973). Vários desses compostos tornaram-se modelos estruturais para o desenvolvimento racional de drogas neuroprotetoras para diferentes desordens neurológicas. Também podem ser desenvolvidos pesticidas de contato de ação seletiva a partir de secreções de glândulas de teias de aranhas, antibióticos de secreções de glândulas tegumentares de vespas, entre outras.

Domesticação

Sem dúvida, é marcante o fato de apenas algumas poucas espécies animais terem sido domesticadas pelo homem no mundo. Impressiona mais ainda a evidência de que, entre os muitos animais utilizados pelo homem no Cerrado, apenas o pato-selvagem (*Cairina moschata*) tivesse sido domesticado. Tantos animais, muitos usos, tanto potencial, e apenas uma espécie domesticada. Por que razão? Seria a resposta relacionada aos povos que aqui viviam? Ou seria uma consequência das características dos próprios animais que aqui existiam?

Talvez a disponibilidade de alimentos fosse tal que os habitantes do Brasil não precisassem domesticar os animais silvestres. Uma evidência que apóia essa hipótese é o conjunto de relatos de abundância de animais encontrados nos registros antigos (BUENO, 1998) e relatados no início deste capítulo. Entretanto, os povos ameríndios sempre passaram a criar espécies domésticas toda vez que tiveram oportunidade (SMITH, 1976; REDFORD; ROBINSON, 1991). Hoje, a galinha e o cão são amplamente utilizados pelas tribos indígenas, e o gado e o porco em menor número. Teria sido falta de oportunidade, de tentativa? Também não. Em carta datada de 1560 o Padre José de Anchieta (ANCHIETA, 1933), descrevendo a Capitania de São Vicente, SP – aponta: “*Há também outros animais do gênero anfíbio, chamado capiyúara, isto é, que pastam ervas, pouco diferentes dos porcos, são próprios para se comer; domesticam-se e criam-se em casa como os cães saem para pastar e voltam para casa por si mesmos*”. Quero-queros (*Vanellus chilensis*) e pernalongas (*Himantopus himantopus*) eram criados para servir de guarda contra a chegada de estranhos. Hoje é evidente o grande número de animais que os indígenas brasileiros criam e que pode ser avaliado em qualquer visita a tribos indígenas da região neotropical. Os animais são utilizados como bichos de estimação ou para fácil consumo, em momentos de escassez. Os índios Krahó, habitantes do Cerrado, criam quatis (*Nasua nasua*), macacos-prego (*Cebus apella*), araras-azuis (*Anodorhynchus hyacinthinus*), papagaios (*Amazona aestiva*, *Amazona xanthops*, *Ara ararauna*, *Aratinga aurea*,

Pionus menstruus), mutuns (*Crax fasciolata*), seriemas (*Cariama cristata*). Um levantamento realizado na tribo dos índios Kayapó mostrou que 31 espécies de animais silvestres eram mantidas como animais de estimação (REDFORD; ROBINSON, 1991). Registros antigos mostram que a população sul-americana Pré-Colombiana capturava e mantinha como animais de estimação, ou com objetivo de consumo, animais da fauna local (REDFORD; ROBINSON, 1991). Não foi a falta de tentativas a causa de apenas o pato ter sido domesticado dentre a fauna nativa brasileira.

Também não foi a falta de espécies selvagens que impossibilitou a domesticação. Com tantos animais sendo utilizados e muitos deles eventualmente até criados pela população indígena, porque apenas o pato-selvagem teria sido domesticado? Mesmo hoje, com todo o conhecimento acumulado sobre reprodução animal, programas tentativos de domesticação e a criação de muitas dessas espécies em zoológicos não levaram à domesticação de novas espécies. Na realidade, para que uma espécie animal tenha sucesso em sua domesticação, deve atender a diversos requisitos. Se uma dessas características necessárias não for atendida, a domesticação da espécie está fadada ao insucesso (DIAMOND, 1998). Essas características essenciais são: dieta barata, alta taxa de crescimento corporal, aptidão para reprodução em cativeiro, docilidade, serenidade, vida social e prolificidade.

Fica evidente que, para algumas espécies neotropicais, certas características não foram atendidas para sua domesticação. Para a paca, por exemplo, são: ser frugívora, solitária e pouco prolífica (EMMONS, 1987). A anta, além de ser um animal solitário, não foi domesticada em razão de sua lenta taxa de crescimento corporal e baixa taxa de crescimento populacional.

Todavia, para outras espécies, os empecilhos para o sucesso na domesticação não são tão claros. Qual teria sido a causa, por exemplo, de a capivara não ter sido até hoje domesticada? A espécie apresenta características fundamentais para a domesticação. É uma espécie herbívora, social, dócil, serena, prolífica e de crescimento corporal rápido

(MOREIRA; MACDONALD, 1996). Como a espécie vem sendo amplamente criada em cativeiro para a produção de carne e muita pesquisa já foi desenvolvida, fica evidente que o obstáculo para sua domesticação foi o fato de o grupo social da capivara ser extremamente fechado, formado por fêmeas parentadas, que não permitem a reprodução de uma fêmea estranha ao grupo (NOGUEIRA et al., 1999). Esse tem sido o principal empecilho para o êxito de criadouros de capivaras no Brasil. Entretanto, práticas adequadas de manejo permitem o sucesso da criação da espécie. A implementação de programas de melhoramento, possivelmente, aumente a produtividade ao nível das espécies domésticas.

Criação em cativeiro X manejo sustentável

Até 1967, quando entrou em vigor a lei de proteção de fauna – Decreto-Lei nº 5.197 – não existia nenhum controle do uso da fauna no Brasil. Os animais silvestres brasileiros não tinham propriedade. A lei de proteção de fauna surgiu de uma forte pressão internacional (MOREIRA, 1995) e determinou que a fauna brasileira é propriedade da União. Saímos de um extremo, em que era permitido o uso ilimitado da fauna, para o extremo oposto. A exploração, somente, é permitida se for em cativeiro. O principal ponto negativo da lei de proteção de fauna é qualificar a comercialização da fauna extraída da natureza como uma ameaça à conservação da natureza no Brasil. Ela não discrimina que a ameaça para a conservação, existente na exploração do recurso, encontra-se na sua superexploração e não na venda do produto da extração em si (MOREIRA, 2004). A lei de crimes ambientais apenas corrobora a lei de proteção de fauna. O manejo sustentável de animais silvestres é proibido por lei no Brasil. Contudo, a preferência pela proibição do manejo na natureza tem origem na total incapacidade de o órgão controlador monitorar e controlar o uso da fauna (MOREIRA; MACDONALD, 1996).

Na natureza, o manejo sustentável pouco difere do sistema de manejo extensivo que vem sendo utilizado por alguns criadouros de animais

silvestres e para o gado no Brasil. A maior diferença entre os dois sistemas de manejo encontra-se no fato de o primeiro ser proibido por lei, enquanto o segundo utiliza-se de subterfúgios para se enquadrar na lei. Os principais subterfúgios encontram-se na necessidade de identificação dos animais, da comercialização apenas dos animais nascidos após o estabelecimento do criadouro e da existência de instalações capazes de possibilitar o manejo, a reprodução, a criação ou a recria de animais.

Outra grande diferença encontra-se na necessidade de monitoramento das mudanças no tamanho populacional que o manejo na natureza exige e que não vem sendo realizado pelos criadouros de manejo extensivo. Alcançar a produção máxima sustentável em uma população não monitorada é simplesmente impossível. A superexploração leva a população à extinção. Todavia, a subexploração também não é vantajosa, pois significa que a população animal está sendo subutilizada. É fundamental que seja estabelecido um monitoramento criterioso das populações silvestres manejadas no Brasil (MOREIRA, 2004). Obviamente, o manejo sustentável da fauna, na natureza, e mesmo o uso de sistema de manejo extensivo demandam conhecimentos que poucos têm no Brasil. O desenvolvimento de técnicas que permitem a obtenção de informações referentes à densidade populacional das espécies silvestres e ao cálculo da taxa de abate é necessário e urgente.

Com raras exceções, animais da fauna brasileira apresentam baixa taxa de crescimento corporal e pouca proliferação. Criá-los em cativeiro é um processo caro. Esse tipo de criação pode ser viável no caso de animais silvestres para produção de venenos ou como animais de estimação. A produção de carne de animais em cativeiro é maior do que aquela produzida por animais na natureza, mas a viabilidade econômica dessa atividade é questionável (OJASTI, 1991; MOREIRA; MACDONALD, 1996) para a maioria das espécies silvestres. É ingenuidade acreditar que há como competir com as espécies domésticas melhoradas nos últimos cinco mil anos. Mesmo que o preço da carne seja mais elevado. Criadouros que utilizam sistema de manejo mais intensivo enfrentam os problemas dos

altos custos de implantação e de manutenção de suas instalações. Os gastos com telas, moirões e tanques para capivaras são elevados. Criadouros com sistema mais intensivo de criação também necessitam fornecer todo o alimento requerido pelos animais. Problemas sanitários, como aumento da incidência de sarna, verminoses e outras doenças são igualmente comuns em criadouros que utilizam sistemas mais intensivos.

No Brasil, a grande demanda pela carne de animais silvestres, reiniciada legalmente na década de 1980, possivelmente por causa da curiosidade pelo desconhecido, levou o seu preço a valores muito superiores aos da carne bovina. Chegou a ser pago ao produtor mais de 12 dólares por 1 kg de carne de capivara. Grande alarde tem sido feito sobre o potencial produtivo de espécies silvestres (nativas ou não) e sobre o retorno econômico de sua produção. Hoje existem algumas centenas de criadouros de animais silvestres espalhados por diversos estados. Existem criadouros utilizando os mais diferentes sistemas de manejo, desde os mais intensivos até os mais extensivos. Poucos deles, entretanto, fornecem carne regularmente para o mercado. Lucro foi obtido, especialmente, por aqueles que iniciaram a implantação de criadouros de animais silvestres, para prestação de serviço com o conhecimento ou fornecimento de matrizes. A atual tendência é a da queda do preço da carne de animais silvestres (MOREIRA, 2004).

Existe um mercado para a carne de animais silvestres no Brasil e no exterior, mas este não se encontra beneficiado por esquemas de grandes distribuidoras. Esses esquemas exigem o fornecimento regular de estoques mínimos de carne e ainda não existem produtores de animais silvestres em número e com produção suficientes para tanto. Muitas vezes, o produtor é forçado a procurar um mercado fixo para o seu produto, sejam redes de restaurantes, de supermercados ou sua própria loja. Apenas recentemente, foram criadas redes para a distribuição de carnes silvestres, mesmo assim em pequena escala, geralmente, ligadas a responsáveis técnicos de criadouros. O que se vê é o controle de mercado por uns poucos atravessadores que regulam o preço para seu próprio benefício.

O abate de espécies silvestres também enfrenta o problema da carência de abatedouros específicos. O abatedouro de suínos, que pretende abater capivaras, precisa, primeiramente, ser autorizado pelo Ibama. Nesses locais, o abate de animais silvestres, em geral, é realizado após os abates de todos os animais domésticos (no fim da linha), após limpas as instalações. Os abatedouros cobram mais por esse serviço. É necessária, portanto, a concentração de um grande número de animais para viabilizar o abate de silvestres, o que nem sempre é possível para pequenos criadouros. O transporte de animais silvestres para o abatedouro também tem de ser feito em gaiolas individuais, caso contrário os animais ficam agressivos e, com o estresse provocado, há alteração no sabor da carne. Assim, mesmo o custo do transporte é elevado (MOREIRA, 2004).

Considerações finais

Muitos autores brasileiros justificam a criação de animais silvestres em cativeiro com o objetivo conservacionista (LAVORENTI, 1989; PINHEIRO et al., 2001). Argumentam que a criação em cativeiro reduz a pressão de caça, bem como a destruição de habitats para a produção de espécies domésticas. O benefício que a criação da capivara, por exemplo, pode trazer para a conservação da natureza limita-se à pequena redução na pressão de caça e isso ocorre unicamente onde há caça ativamente recriminada e sua comercialização é eficientemente controlada (MOREIRA, 2004).

Entretanto, o potencial para conservação das espécies silvestres está no manejo sustentável que evita a contenção e permite o fluxo gênico entre populações. Também auxilia na conservação de espécies não comerciais pelo interesse em preservação dos habitats das espécies exploradas. Hoje, com o crescente conflito entre fauna e o homem por espaço nos centros urbanos e na agricultura, aumenta a demanda pelo controle de populações silvestres que se transformaram em praga ou ameaça à saúde humana. Assim, é fundamental a mudança da atual lei de

proteção de fauna que não permite a comercialização de espécimes oriundos de manejo sustentável na natureza.

Não se pode também ignorar a importância do uso da fauna silvestre como complemento protéico nas comunidades indígenas, rurais e de baixa renda do Cerrado. Portanto, é fundamental que se invista em pesquisa e no estabelecimento de sistemas sustentáveis de uso das espécies silvestres para atender a um enorme contingente populacional embrenhado tanto nos grotões quanto nos subúrbios brasileiros e que está fora da economia formal.

Referências

AGUIAR, L. M. S.; MAURO, R. A. Ema - *Rhea americana*. **Fauna e Flora do Cerrado**, Campo Grande, 2004. Disponível em: <<http://www.cnpgc.embrapa.br/~rodiney/series/ema/Ema.htm>>. Acesso em: 12 fev. 2008.

ANCHIETA, J. de. **Cartas, informações, fragmentos históricos e sermões**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1933. 67 p.

ARRUDA, M. B. (Org.). **Ecossistemas brasileiros**. Brasília: IBAMA, 2001. 49 p.

BAGNO, M. A.; ABREU, T. L. S.; BRAZ, V. S. A avifauna da Área de Proteção Ambiental de Cafuringa, Distrito Federal, Brasil. In: A APA de Cafuringa: a última fronteira natural do DF. Brasília: SEMARH, 2006. p. 249-253.

BOOGAART, E. v. d.; BRIENEN, R. P. **Brasil Holandês**: informações do Ceará de George Marcgraf: junho-agosto de 1639. Rio de Janeiro: Index: Petrobrás, 2002. v. 1, 48 p.

BUENO, E. **Náufragos, traficantes e degredados**. Rio de Janeiro: Objetiva, 1998.

CAÇA: produção de peles e couros de alguns animais silvestres. **Anuário Estatístico do Brasil**, v. 24, p. 48-51, 1963; v. 25, p.58-61, 1964; v. 26, p. 80-83, 1965; v. 27, p. 90-93, 1966; v. 28, p. 76-78, 1967; v. 29, p. 118-120, 1968; v. 30, p.128-130, 1969; v. 31, p.102-104, 1970.

CAMPOS, E. Dos trácos aos encourados vaqueiros da caatinga: magia e participação da fauna no quotidiano. In: CAMPOS, E. (Ed.). **O parceiro só**: estudos do Ceará e do Nordeste. Fortaleza: UFC: Casa José de Alencar, 2000. cap. 3,

p. 229-256. Disponível em: <http://www.eduardocampos.jor.br/_livros/e21.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2008.

CASTILHO, P. V.; SIMÕES-LOPES, P. C. A capivara, *Hidrochoerus hydrochaeris* (Mammalia: Rodentia), no sítio arqueológico SC PRV 02, Ilha de Santa Catarina - Santa Catarina. **Biotemas**, v. 18, n. 2, p. 203-218, 2005.

CHEIDA, C. C.; NAKANO-OLIVEIRA, E.; FUSCO-COSTA, R.; ROCHA-MENDES, F.; QUADROS, J. Ordem carnívora. In: REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. A.; LIMA, I. P. (Ed.). **Mamíferos do Brasil**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2006. cap. 8, p. 231-275.

CONVENTION ON INTERNATIONAL TRADE OF ENDANGERED SPECIES. **Analysis of tradetrends with notes on the conservation status of selected species**: annex C: reptiles and amphibians. 2004. Disponível em: <<http://www.unep-wcmc.org/species/sca/pdfs/E20-08-5-AC.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2008.

COSTA NETO, E. M. Estudos etnoentomológicos no estado da Bahia, Brasil: uma homenagem aos 50 anos do campo de pesquisa. **Biotemas**, v. 17, p. 117-149, 2004.

DIAMOND, J. **Guns, germs and steel**: a short history of everybody for the last 13,000 years. London: Vintage, 1998.

DOUROJEANNI, M. J. Over-exploited and under-used animals in the Amazon Region. In: PRANCE, G. T.; LOVEJOY, T. E. (Ed.). **Key environments**: Amazonia. Oxford: Pergamon Press, 1985. p. 419-433.

EMMONS, L. H. Ecological considerations on the farming of game animals: capybaras yes, pacas no. **Vida Silvestre Neotropical**, v. 1, p. 54-55, 1987.

IHERING, R. V. **Dicionário dos animais do Brasil**. Rio de Janeiro: Difel, 2002.

LAVORENTI, A. Domestication and potential for genetic improvement of capybara. **Revista Brasileira de Genética**, v. 12, n. 3, p. 137-144, 1989. Suplemento.

MARTIUS, K. F. P. V. **Natureza, doenças, medicina e remédios dos índios brasileiros**: 1844. Brasília: Nacional, 1979. (Brasiliana, v. 154).

MEBS, D. Chemistry of animal venoms, poisons and toxins. **Cellular and Molecular Life Sciences**, v. 29, p. 1328-1334, 1973.

MOREIRA, J. R. Avaliação do atual estado de uso e da conservação da capivara no Brasil. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **A produção animal e a segurança alimentar**: anais.

Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia: Embrapa Gado de Corte, 2004. p. 517-527.

MOREIRA, J. R. **The reproduction, demography and management of capybaras (*Hydrochaeris hydrochaeris*) on Marajó Island - Brazil.** 1995. 169 p. Tese (Doutorado em Zoologia) - University of Oxford, Oxford.

MOREIRA, J. R. Os valores e usos dos recursos genéticos faunísticos. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS GENÉTICOS PARA A AMÉRICA LATINA E CARIBE, 3., 2001, Londrina. **Anais...** Londrina: IAPAR, 2001. p. 138-140.

MOREIRA, J. R.; MACDONALD, D. W. Capybara use and conservation in South America. In: DUNSTONE, N.; TAYLOR, V. J. (Ed.). **The exploitation of mammal populations.** London: Chapman & Hall, 1996. cap. 7, p. 88-101.

MOREIRA, J. R.; MACDONALD, D. W. Técnicas de manejo de capivaras e outros grandes roedores na Amazônia. In: VALADARES-PÁDUA, C.; BODMER, R. E. (Ed.). **Manejo e conservação de vida silvestre.** Brasília: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 1997. p. 186-213.

MOREIRA, L. E. **Análise dos restos de alimentos de origem animal no programa arqueológico de Goiás.** Goiânia: Universidade Católica de Goiás, 1984. (Anuário de Divulgação Científica, v.10).

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Microlivestock:** little-known small animals with a promising economic future. Washington: National Academy Press, 1991. 449 p.

NOGUEIRA, S. S. C.; NOGUEIRA-FILHO, S. L G.; OTTA, E.; DIAS, C. T. S.; CARVALHO, A. Determination of infanticide causes in capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) groups in captivity. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 62, p. 351-357, 1999.

OJASTI, J. Human exploitation of capybara. In: ROBINSON, J. G.; REDFORD, K. H. (Ed.). **Neotropical wildlife use and conservation.** Chicago: University of Chicago Press, 1991. p. 236-252.

OJASTI, J. **Wildlife utilization in Latin América:** current situation and prospects for sustainable management. Rome: FAO, 1996. (FAO Conservation Guide, 25).

PINHEIRO, M. S.; SILVA, J. J. C. da; RODRIGUES, R. C. **Utilização sustentável e domesticação da capivara.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2001. 86 p. (Embrapa Clima Temperado. Circular Técnica, 31).

POHL, J. E. **Viagem ao interior do Brasil:** 1819. Belo Horizonte: Itatiaia, 1976.

REDFORD, K. H.; ROBINSON, J. G. Subsistence and commercial uses of wildlife in Latin America. In: ROBINSON, J. G.; REDFORD, K. H. (Ed.). **Neotropical wildlife use and conservation**. Chicago: University of Chicago Press, 1991. p. 6-23.

ROBINSON, J. G.; REDFORD, K. H. **Neotropical wildlife use and conservation**. Chicago: University of Chicago Press, 1991.

SICK, H. **Ornitologia brasileira**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.

SMITH, N. J. H. Utilization of game along Brazil's transamazon highway. **Acta Amazônica**, v. 6, p. 455-466, 1976.

Serviços ecológicos prestados pela fauna na agricultura do Cerrado

Ludmilla Moura de Souza Aguiar;
Amabílio José Aires de Camargo;
José Roberto Moreira

Introdução

De acordo com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, fundação vinculada ao Ministério do Planejamento, o valor monetário estimado para toda a biodiversidade do Brasil alcança cerca de 2 trilhões de dólares. Considerando apenas a biodiversidade da área do Cerrado, essa avaliação chega a pelo menos 500 bilhões de dólares (HENRIQUES, 2003). No entanto, quando se fala em valoração de serviços no Bioma Cerrado, a imagem de pivôs centrais vem à mente, pois esse bioma é o maior responsável pela produção de grãos do País, contribuindo com mais de 40 % da soja, 25 % do milho e 20 % do arroz, do café e do feijão produzidos no País. Da mesma forma que acontece com grãos, o bioma produz um terço da carne bovina e quase 20 % da produção de suíno do Brasil (GONÇALVES; ALMEIDA, 2003). Embora exista possível mercado para criações de animais nativos (porcos-do-mato, capivara), o exótico (gado, avestruz) é o mais conhecido e incentivado.

Mesmo nesse cenário econômico “exótico”, a flora nativa não é desconsiderada pelos povos do Cerrado e tem mercado, pois, é muito utilizada como produto alimentício, forrageiro, madeireiro, medicinal e ornamental (SANO; ALMEIDA, 1998).

A faveira ou fava-d'anta (*Dimorphandra mollis* Benth.), por exemplo, é uma planta comum no Cerrado, muito usada na medicina popular local e

no mercado formal como rotina, para a indústria de cosméticos (FERES et al., 2006). Outra planta do Cerrado, conhecida como marmelinho-do-campo, mangabeira-brava, mangabarana, vime ou maria-mole (*Austroplenckia populnea* Lund), é usada na medicina popular para tratar disenterias e inflamações (ANDRADE et al., 2007). O araticum (*Annona crassiflora*), fruto consumido pela população do Cerrado como fruta, suco ou sorvete, possui alta atividade antioxidante e deve ser explorada não apenas na alimentação, mas também em cosméticos (ROESLER et al., 2006).

A supressão ou degradação da qualidade dos serviços ecológicos representa uma perda de capital nem sempre avaliada e nunca considerada nos indicadores de crescimento da economia ou do bem-estar humano (MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005). O manejo, o uso e a conservação dos ecossistemas e da diversidade genética que constituem o Cerrado estão intimamente ligados aos sistemas de polinização e dispersão de suas espécies vegetais (OLIVEIRA; GIBBS, 2000; SARGENT; ACKERLY, 2008). Para que esses produtos vegetais existam e possam ser utilizados em forma de sementes, raízes, caules, flores, grãos, amêndoas, castanhas, frutas, vagens, folhagens, óleos vegetais, essências e corantes naturais, há animais trabalhando nos bastidores. Polinização e dispersão de sementes são alguns dos serviços, prestados pela fauna, que possibilitam a reprodução, a manutenção das populações e o uso das espécies de plantas (nativas ou exóticas) e serão objetos deste capítulo.

Polinização

A polinização é a transferência de grãos de pólen das anteras (estruturas reprodutoras masculinas) de uma flor para o estigma (estrutura reprodutora feminina) da mesma flor ou de outra da mesma espécie (CORBET et al., 1991). Para que haja a formação de sementes e frutos, é preciso que, após a polinização propriamente dita, alguns desses grãos de pólen, depositados no estigma, venham a germinar e a fertilizar os óvulos presentes no ovário da flor (pode ser um óvulo também) em um processo chamado de fertilização.

Emblidge e Shuster (1999) citam que mais de 218 mil das 250 mil espécies de plantas com flores dependem de animais polinizadores para sua sobrevivência e 91 % dessas plantas são zoofílicas, ou seja, dependem da atuação dos animais como polinizadores. Como as plantas e os polinizadores se beneficiam nessa interação, ela é chamada de mutualística. Esse é um dos serviços mais importantes prestados pela fauna, e o entendimento desse processo e de seus efeitos sobre os ecossistemas naturais e agrícolas é de importância fundamental para a manutenção ou a conservação desse serviço.

A fertilização da maioria dos óvulos forma maior número de sementes e frutos de qualidade superior, sendo uma consequência direta da polinização. Quanto maior for o número de grãos de pólen viáveis e compatíveis no estigma, mais eficiente será o processo de polinização, pois, maior será a competição entre eles para fecundar os óvulos e maior será a porcentagem de fertilização (FREITAS, 1998). Além disso, polinizadores transportam pólen de flores distantesumas das outras e assim colaboram para a manutenção da diversidade genética da população e entre populações, evitando *inbreeding* ou reprodução entre parentes próximos e problemas associados. Pode-se, portanto, perceber como a polinização afeta a produção final de frutos seja de uma cultura, seja de uma população nativa.

A tradicional visão em estudos de polinização – baseados no conceito de síndrome (FAEGRI; VAN DER PIJL, 1979) – sustenta que sistemas de polinização tendem à especialização. Embora a especialização de alguns polinizadores aumente a eficiência do serviço, essa dependência tão estreita pode ser fatal para os dois, caso falte um deles. Por isso os casos de especialização são poucos. Muitos fatores como a forma de vida das plantas, a fauna local, o estrato vegetacional, dentre outros, podem determinar o grau de especialização ou de generalização dos sistemas de polinização (WASER et al., 1996; JOHNSON; STEINER, 2000).

Assim, é quase impossível definir um polinizador típico: aproximadamente 73 % das espécies vegetais cultivadas no mundo são polinizadas por alguma espécie de abelha, 19 % por moscas, 6,5 % por

morcegos, 5 % por vespas, 5 % por besouros, 4 % por pássaros e 4 % por borboletas e mariposas (FREITAS; PEREIRA, 2004). Para o Cerrado, Martins e Batalha (2006) citam como grupos mais freqüentes abelhas, insetos pequenos e mariposas e, provavelmente, por causa da ausência de especificidade nas relações planta-polinizador desse grupo, inferências a partir dos caracteres florais não são recomendadas. No entanto, para besouros, morcegos e aves, inferências baseadas em características florais podem ser feitas.

Distúrbios que afetam as populações de animais que realizam a transferência de pólen prejudicam o sucesso reprodutivo das plantas. Assim, a falta do serviço de polinização pode trazer enorme prejuízo para agricultores e pode ocorrer quando há: invasão de espécies de plantas exóticas que competem por polinizadores; remoção da vegetação nativa, que deixa as populações de polinizadores sem abrigo; fragmentação de habitat, que reduz a área disponível para suportar as populações de polinizadores e isola as populações remanescentes; pesticidas; invasão por polinizadores exóticos, como as abelhas-africanizadas que se tornam dominantes e excluem as nativas do ambiente.

Entre as variedades tropicais e subtropicais de maracujazeiro conhecidas, 150 são nativas do Brasil e 60 produzem frutos que podem ser utilizados na alimentação (RUGGIEIRO et al., 1996). No Cerrado, a produção está diretamente correlacionada com a polinização cujos agentes são abelhas do gênero *Xylocopa* (Fig. 1). Junqueira et al. (2001) observaram que, de maio a setembro, a abelha *Apis mellifera* afasta as abelhas *Xylocopa* sp., polinizadoras nativas mais eficientes, diminuindo a produção de maracujá. Esses autores propõem a polinização manual para o aumento da produção de frutos.

A alternativa de polinização manual pode ser eficiente para algumas culturas, mas, para a manga, por exemplo, é dispendiosa por causa da produção de frutos com pouca qualidade e do gasto excessivo de tempo no manejo das flores (PINTO et al., 1993). A baixa população de insetos no período do florescimento contribui para falhas no processo de polinização (FONSECA; SANTOS-SEREJO, 2005) e prejuízo na colheita.



Fig. 1. Abelhas do gênero *Xylocopa* em flores de maracujá.

Mesmo para o maracujá, “é fundamental a ocorrência de mamangavas, principal polinizador do maracujazeiro. Quando o pegamento das flores for inferior a 30 %, indicando a ausência deste inseto, a polinização manual é obrigatória” (BRASIL, 2000). Portanto, esse processo é dispendioso para o agricultor, pois a planta floresce durante mais de seis meses por ano, e o procedimento deve ser feito, diariamente, já que as flores duram apenas um dia (BRAGA; JUNQUEIRA, 2000). Freitas e Imperatriz-Fonseca (2006) argumentam que, mesmo conscientes da necessidade das abelhas para polinizarem suas culturas, os produtores geralmente empregam um manejo de paisagem deficiente em suas áreas, com a remoção das áreas de vegetação nativa que servem de local de abrigo, descanso e nidificação para essas abelhas, além de aplicarem maciçamente agroquímicos.

Produtores utilizam o serviço de abelhas durante as floradas de culturas economicamente importantes como café (*Coffea arabica*), laranja (*Citrus sinensis*) e caju (*Anacardium occidentale*), com o intuito de produzir mel (FREITAS; IMPERATRIZ-FONSECA, 2006). No entanto, essas culturas

e suas variedades podem ser beneficiadas pelos serviços de polinização das mesmas abelhas (MALERBO-SOUZA et al., 2003; MARCO JR.; COELHO, 2004). A maioria das culturas agrícolas, quando polinizada adequadamente, responde com aumentos bem expressivos nos lucros (FREITAS; IMPERATRIZ-FONSECA, 2006).

O serviço de polinização no Canadá é avaliado em 6 milhões de dólares canadenses por ano, somente na indústria de sementes de alfafa (*Medicago sativa*) (KEVAN; PHILLIPS, 2001). Nos Estados Unidos, o valor dos serviços de polinização na agricultura é estimado em 4,1 bilhões de dólares por ano, excluindo *Apis mellifera*, (PRESCOTT-ALLEN; PRESCOTT-ALLEN, 1990). Para a agricultura, a contribuição dos polinizadores em termos globais alcança 54 bilhões de dólares por ano (KENMORE; KRELL, 1998). Os serviços de polinização, prestados pelos agentes polinizadores, são realizados em sua maioria, em espécies nativas, mas não excluem os agroecossistemas. Costanza et al. (1997) avaliaram que esse serviço ecossistêmico vale, em média, 33 trilhões de dólares anuais.

No Brasil, os serviços prestados pela fauna, como a dispersão de sementes, a predação de pragas e a polinização, ainda não são considerados como fator de produção agrícola ou instrumento de manutenção de ecossistemas silvestres. Poucos são os cursos de agronomia, engenharia florestal ou biologia em que esses assuntos são abordados em profundidade (FREITAS; IMPERATRIZ-FONSECA, 2006). Pesquisas substanciais para identificar, avaliar eficiência e desenvolver métodos de conservar, manejar e/ou introduzir polinizadores em áreas agrícolas e nativas são essenciais nos dias atuais (FREITAS; IMPERATRIZ-FONSECA, 2006). A necessidade vai desde responder questões técnicas corriqueiras como manejo das abelhas cortadeiras (*Trigona spinipes*), para evitar danos às flores, até a crescente demanda de biocombustíveis e o desconhecimento da biologia e da ecologia da maioria das espécies promissoras e essas interações (Tabela 1). É urgente esclarecer agricultores, apicultores, profissionais das ciências agrárias, extensionistas, ONGs, formadores de políticas públicas e tomadores de decisões sobre a importância da polinização para os sistemas agrícolas e nativos (FREITAS; IMPERATRIZ-FONSECA, 2006).

Tabela 1. Dados recentes de polinizadores para espécies do Cerrado e respectivas citações bibliográficas.

INVERTEBRADOS	POLINIZADORES	PLANTA	AUTOR
Abelhas			
	Apidae	<i>Copaifera langsdorffii</i> (Leguminosae) <i>Myrcia rostrata</i> e <i>M. tomentosa</i> (Myrtaceae)	Martins e Batalha, 2006
	Anthophorinae	<i>Brysonima</i> spp. (Malpighiaceae) <i>Annona</i> spp. (Annonaceae)	Gotsberger e Morawetz, 1986
	Bombus atratus	<i>Amaloua guianensis</i> Aubl. (Rubiaceae)	Amorim e Oliveira, 2006
	Bombus morio	<i>Tabebuia aurea</i> e <i>T. ochracea</i> (Bignoniaceae)	Barros, 2001
	Centris (Melanocentris) sp. (Anthophoridae)	<i>Amaloua guianensis</i> (Rubiaceae)	Amorim e Oliveira, 2006
	Centris albopilosa	<i>Tabebuia aurea</i> e <i>T. ochracea</i> (Bignoniaceae)	Barros, 2001
	Centris. Discolor	<i>Tabebuia aurea</i> e <i>T. ochracea</i> (Bignoniaceae)	Barros, 2001
	Centris violacea	<i>Tabebuia aurea</i> e <i>T. ochracea</i> (Bignoniaceae)	Barros, 2001
	Epicharis flava	<i>Amaloua guianensis</i> (Rubiaceae)	Amorim e Oliveira, 2006
	Eulema nigrita	<i>Amaloua guianensis</i> (Rubiaceae)	Amorim e Oliveira, 2006
	Scaptotrigona cf. debiles Trigona spinipes	<i>Copaifera langsdorffii</i> (Leguminosae)	Martins e Batalha, 2006
	Trigona sp.	<i>Myrcia rostrata</i> e <i>M. tomentosa</i> (Myrtaceae)	Torezan-Silgardt e Oliveira, 2004
	Xylocopa brasiliensis	<i>Senna sylvestris</i> (Leguminosae)	Carvalho e Oliveira, 2003
	Halictidae	<i>Augochloropsis</i> sp.	Torezan-Silgardt e Oliveira, 2004
	Abelhas grandes	<i>Qualea grandiflora</i> (Vochysiaceae)	Oliveira et al., 2004
		<i>Salvertia convallarioides</i> (Vochysiaceae)	
		<i>Tocoyena formosa</i> (Rubiaceae)	

Continua...

Tabela 1. Continuação.

POLINIZADORES	PLANTA	AUTOR
Abelhas e Vespas	<i>Couepia grandiflora</i> (Chrysobalanaceae) <i>Vochysia rufa</i> (Vochysiaceae) <i>Vochysia thyrsoides</i> (Vochysiaceae)	Oliveira et al., 2004
Outros		
Coleóptera	<i>Dynastidae</i>	Göttsberger, 1994, 1999
Lepidoptera	<i>Sphingidae</i> Moscas (Diptera) Vespas (Hymenoptera)	Erythroxylum sp. (Erythroxylaceae) <i>Casearia sylvestris</i> (Flacourtiaceae) <i>Qualea grandiflora</i> (Vochysiaceae)
Diptera	<i>Aellopus titan</i> (Sphingidae)	<i>Amatoua guianensis</i> (Rubiaceae)
	Pequenos coleópteros de hábito noturno Thysanoptera e Homóptera	<i>Virola sebifera</i> (Myristicaceae)
Lepidoptera		<i>Diospyros burchellii</i> (Ebenaceae) <i>Ferdinandusa elliptica</i> (Rubiaceae) <i>Hancornia pubescens</i> (Apocynaceae) <i>Himalanthus obovatus</i> (Apocynaceae) <i>Stychnos pseudoquina</i> (Loganiaceae)

Continua...

Tabela 1. Continuação.

POLINIZADORES	PLANTA	AUTOR
<i>Aelipus fadus</i>	<i>Alibertia edulis</i> (Rubiaceae)	Oliveira e Gibbs, 1994;
<i>Aelipus titan</i>	<i>Antonia ovata</i> (Loganiaceae)	Oliveira et al., 2004
<i>Cocytius antaeus</i>	<i>Aspidosperma macrocarpon</i> (Apocynaceae)	
<i>Cocytius duponchel</i>	<i>Roupala montana</i> (Proteaceae)	
<i>Epidromia zetophora</i>	<i>Aspidosperma tomentosum</i> (Apocynaceae)	
<i>Eumorpha labruscae</i>	<i>Qualea grandiflora</i> (Vochysiaceae)	
<i>Hymenomima cogitaria</i>		
<i>Melipotis fasciolaris</i>		
<i>Sameodes cf. phyllialis</i>		
VERTEBRADOS		
<i>Volatinia jacarina</i> (Fringillidae)	<i>Hortia brasiliiana</i> (Rutaceae)	Barbosa, 1999
<i>Lonchophylla dekeyseri</i> (Phyllostomidae)	<i>Bauhinia</i> sp. (Leguminosae)	Coelho e Marinho Filho, 2002
	<i>Lafõesia</i> sp. (Lythraceae)	
	<i>Pseudobombax</i> sp. (Bombacaceae)	
	<i>Caryocar brasiliense</i> (Caryocaraceae)	Gribel e Hay, 1993
<i>Glossophaga soricina</i> (Phyllostomidae)	<i>Pseudobombax tomentosum</i> (Bombacaceae)	Gribel e Hay, 1993
<i>Anoura geoffroyi</i> (Phyllostomidae)		
<i>Caluronyx lanatus</i> (Didelphidae)	<i>Hymenaea stigonocarpa</i> (Caesalpiniaceae)	Sazima e Sazima, 1975;
<i>Morcegos</i> (Chiroptera)	<i>Lafõesia pacari</i> (Lythraceae)	Oliveira et al., 2004
	<i>Pseudobombax longiflorum</i> (Bombacaceae)	

Dispersão de Sementes

A dispersão de sementes por animais é outro serviço prestado pela fauna. Entender esse processo é imprescindível para se compreender os mecanismos de sucessão vegetal (AGUIAR; MARINHO-FILHO, 2007) uma vez que é a dispersão que o inicia. É importante também para compreender a distribuição espacial dos indivíduos no ambiente, já que o deslocamento dos frutos e/ou sementes influencia diretamente a estrutura horizontal da comunidade (LOISELLE; BLAKE, 2002). E, por último, para entender o próprio recrutamento de novos indivíduos na população os quais dependem da eficiência da dispersão em sítios favoráveis (SCHUPP et al., 2002).

Van der Pijl (1982) denominou como síndrome de dispersão o conjunto de características que atraem ou facilitam a ação de determinados mecanismos ou agentes dispersores. As diversas espécies que constituem as comunidades vegetais apresentam um rol de diferentes síndromes de dispersão. O conjunto das variadas proporções dessas síndromes, encontradas em uma comunidade vegetal, é chamado de espectro de dispersão (HUGHES et al., 1994).

De acordo com a classificação proposta por Van der Pijl (1957) para designar o modo de dispersão, os diásporos zoocóricos possuem características próprias como polpa carnosa, semente com arilo e pigmentação. Vertebrados destacam-se como animais dispersores (PIZO; OLIVEIRA, 1998). As formigas são importantes agentes dispersores secundários (GORB et al., 2000).

A zoocoria é um mecanismo de dispersão predominante em diversas comunidades neotropicais (MORELLATO; LEITÃO FILHO, 1992). Apesar de o Cerrado não ter um dossel contínuo, alguns estudos (Tabela 2) realizados sobre a dispersão de sementes de plantas no Bioma Cerrado mostraram que a maioria das espécies é zoocórica (GOTTSBERGER; SILBERBAUER-GOTTSBERGER, 1983; BATALHA; MANTOVANI, 2000), ou seja, dispersadas por animais, e há maior proporção de espécies zoocóricas no estrato arbustivo-arbóreo que no estrato herbáceo-subarbustivo (BATALHA et al., 1997; BATALHA; MANTOVANI, 2000).

Tabela 2. Dados recentes de dispersores de sementes identificados para espécies do Bioma Cerrado e respectivas citações bibliográficas.

DISPENSORES	PLANTA	AUTOR
AVES		
<i>Aniliophia galeata</i> (Pipridae)	<i>Amaioua guianensis</i> Aubl. (Rubiaceae)	Amorim e Oliveira, 2006
<i>Myiozetetes similis</i> (Tyrannidae)		
<i>Pitangus sulphuratus</i> (Tyrannidae)		
<i>Turdus amaurochalinus</i> (Turdidae)		
<i>Turdus leucomelas</i> (Turdidae)		
<i>Turdus rufiventris</i> (Turdidae)		
	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Myrtaceae)	Faria e Bernardes, 2003
<i>Amazilia fimbriata</i> (Trochilidae)		
<i>Amazona aestiva</i> (Psittacidae)		
<i>Dacnis cayana</i> , <i>Tangara cayana</i> (Emberezidae)		
<i>Dendrocopos platypterus</i> (Dendrocopidae)		
<i>Elaenia chiriquensis</i> (Tyrannidae)		
<i>Elaenia flavogaster</i> (Tyrannidae)		
<i>Elaenia</i> sp. (Tyrannidae)		
Tyrannidae – Turdidae	<i>Faramea cyanea</i>	Melo et al., 2003
<i>Coereba flaveola</i>	<i>Stefanocereus luetzburgii</i>	Faustino e Machado, 2006
<i>Cyphorhinus gujanensis</i>	<i>Myrcia palustris</i> (Myrtaceae)	Faustino e Machado, 2006
<i>Elaenia cristata</i>	<i>Anthurium affine</i> <i>Alchornea triplinervia</i> <i>Humira balsamifera</i> <i>Miconia alborsescens</i> <i>Myrcia palustris</i>	Faustino e Machado, 2006

Tabela 2. Continuação.

DISPENSORES	PLANTA	AUTOR
<i>Knipolegus nigerrimus</i>	<i>Anthurium affine</i> <i>Miconia alborsescens</i> (Melastomataceae) <i>Ternstroemia</i> sp.	Faustino e Machado 2006
<i>Piranga flava</i>	<i>Humiria balsamifera</i>	Faustino e Machado, 2006
<i>Saltilor similis</i>	<i>Eugenia</i> sp.	Faustino e Machado, 2006
<i>Schistoclamys ruficapillus</i>	<i>Anthurium affine</i> <i>Hohenbergia ramageana</i> <i>Humiria balsamifera</i> <i>Eugenia</i> sp. <i>Myrcia palustris</i> (Myrtaceae)	Faustino e Machado, 2006
<i>Turdus leucomelas</i>	<i>Miconia alborsescens</i> (Melastomataceae) <i>Myrcia palustris</i>	Faustino e Machado, 2006
<i>Zonotrichia capensis</i>	<i>Gaylussacia virgata</i>	Faustino e Machado, 2006
MAMÍFEROS		
<i>Calithrix penicillata</i> (Callitrichidae)	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Myrtaceae)	Miranda e Faria, 2001
<i>Tapirus terrestris</i> (Tapiridae)	<i>Dimorphandra mollis</i> (Leguminosae)	Bizeril et al., 2005
<i>Platyrrhinus lineatus</i> (Phyllostomidae)	<i>Psiguria triphylla</i> , <i>Emmotun nitens</i>	Este capítulo e Aguiar, 2005
<i>Artibeus lituratus</i> (Phyllostomidae)	<i>Saccoglossus guianensis</i>	Gastal e Bizeril, 1999
<i>Carollia perspicillata</i> (Phyllostomidae)	<i>Piper arboreum</i> (Piperaceae)	Bizeril e Raw, 1998
		Continua...

Tabela 2. Continuação.

DISPENSORES	PLANTA	AUTOR
<i>Chrysocyon brachyurus</i> (Canidae)	<i>Solanum lycocarpum</i> St. Hil. (Solanaceae)	Lorenzi, 1998; Motta Júnior et al., 1996;
Morcegos (Chiroptera)		Rodrigues, 2002
<i>Tapirus terrestris</i> (Tapinidae)		
INVERTEBRADOS		
Formigas (Formicidae)	<i>Solanum lycocarpum</i> St. Hil. (Solanaceae), <i>Erythroxylum pelleterianum</i> (Erythroxylaceae)	Courtenay, 1994
Formigas (Formicidae)	<i>Miconia albicans</i> , <i>M. fallax</i> , <i>M. rubiginosa</i> (Melastomataceae) <i>Myrcia lingua</i> (Myrtaceae) <i>Ocotea pulchella</i> (Lauraceae) <i>Ouratea spectabilis</i> (Ochnaceae) <i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mimosaceae)	Christianini et al., 2007

Embora alguns trabalhos tentem associar os prováveis dispersores com base na morfologia dos frutos (Tabela 3) (JANSON, 1983), outros têm comprovado que não há diferença relacionada com o tamanho dos frutos, proteção ou cor, entre frutos dispersos por aves ou mamíferos, não sendo possível indicar o dispersor mais efetivo de uma espécie vegetal, baseando-se nas suas características morfológicas (BUDKE et al., 2005).

Nessa interação, o desaparecimento de uma espécie de planta pode trazer sérias consequências para a comunidade de frugívoros e de polinizadores, assim como a remoção de animais extremamente importantes de uma comunidade pode ter sérios efeitos no recrutamento das plântulas. Espécies com frutos dispersos por animais são fundamentais para a manutenção da oferta de recursos para a fauna ao longo do ano (FIGLIOLIA; KAGEYAMA, 1995), principalmente, em fitofisionomias com forte sazonalidade como o Cerrado onde ocorrem períodos de escassez de frutos (REYS et al., 2005). Por sua vez, os frugívoros são imprescindíveis como agentes efetivos na dispersão das sementes dessas espécies, levando-as a longa distância, e possibilitando a sua regeneração e a colonização de outras áreas (FIGLIOLIA; KAGEYAMA, 1995) (Fig. 2 e 3).



Foto: Marco Aurélio Mello.
www.casadosmorcegos.org

Fig. 2. Morcego *Platyrhinus lineatus* carregando fruto de *Diospyros hispida*.

Tabela 3. Características e síndromes identificadas para plantas presentes no Bioma Cerrado e referências.

FAMÍLIA/ESPÉCIE	TIPO DE FRUTO	SÍNDROME	REFERÊNCIA
ANACARDIACEAE			
<i>Tapirira guianensis</i>	Drupa	Ornitocoria	Fleig, 1989; Lorenzi, 1992
ANNONACEAE			
<i>Cardiopteratum calophyllum</i>	Múltiplo livre	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Roosmalen, 1985
<i>Guantheria ferruginea</i> (=G. sellowiana)	Múltiplo livre	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Roosmalen, 1985
<i>Xylopia emarginata</i>	Múltiplo livre	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Joly, 1970; Lorenzi, 1992
<i>Xylopia sericea</i>	Múltiplo livre	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Joly, 1970; Lorenzi, 1992
AQUIFOLIACEAE			
<i>Ilex affinis</i>	Nuculânia	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Corrêa, 1984 Roosmalen, 1985
<i>Ilex divaricata</i>	Nuculânia	Zoocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Roosmalen, 1985
<i>Ilex integrifolia</i>	Nuculânia	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Roosmalen, 1985
ARALIACEAE			
<i>Dendropanax cuneatum</i>	Nuculânia	Zoocoria	Corrêa, 1984; Morellato e Leitão Filho, 1992
<i>Schefflera morototoni</i>	Nuculânia	Ornitocoria	Lorenzi, 1992; Motta Junior, 1991; Roosmalen, 1985
ARECACEAE (Palmae)			
<i>Euterpe edulis</i>	Drupa	Mastocoria	Henderson et al., 1995; Lorenzi, 1992
<i>Geonoma brevispatha</i>	Drupa	Mastocoria	Henderson et al., 1995
<i>Mauritia flexuosa</i>	Drupa	Mastocoria	Henderson et al., 1995; Lorenzi, 1992

Continua...

Tabela 3. Continuação.

FAMÍLIA/ESPÉCIE	TIPO DE FRUTO	SÍNDROME	REFERÊNCIA
BORAGINACEAE			
<i>Cordia sellowiana</i>	Nuculânia	Ornitocoria	Lorenzi, 1992; Morellato e Leitão Filho, 1992
<i>Cordia trichotoma</i>	Nuculânia	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Gentry, 1982
BURSERACEAE			
<i>Protium almecéga</i>	Filotrimídio	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Roosmalen, 1985
<i>Protium spruceanum</i> (=P. brasiliense)	Filotrimídio	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Roosmalen, 1985
<i>Tetragastris balsamifera</i>	Filotrimídio	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Roosmalen, 1985
CAMPANULACEAE			
<i>Centropogon cornutus</i>	Bacóide	Zoocoria	Barroso, 1978, 1991a,b
<i>Cecropiaceae</i>			
<i>Cecropia lyratiorba</i> (=C. adenopus)	Drupa	Quiropterochoria	Barroso, 1978, 1991a,b
<i>Cecropia pachystachya</i>	Drupa	Quiropterochoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Morellato e Leitão Filho, 1992
CELASTRACEAE			
<i>Maytenus alaternoides</i>	Cápsula loculicida	Zoocoria	Barroso, 1978, 1991a,b
<i>Maytenus salicifolia</i>	Cápsula loculicida	Zoocoria	Barroso, 1978, 1991a,b
CHLORANTACEAE			
<i>Hedysomum brasiliense</i>	Bacáceo	Quiropterochoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Corrêa, 1984

Continua...

Tabela 3. Continuação.

FAMÍLIA/ESPÉCIE	TIPO DE FRUTO	SÍNDROME	REFERÊNCIA
CHRYSOBALANACEAE			
<i>Hirtella glandulosa</i>	Drupa	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Roosmalen, 1985
<i>Hirtella gracilipes</i>	Drupa	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b
<i>Licania apéitala</i>	Drupa	Quiropterochoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Roosmalen, 1985
<i>Calophyllum brasiliense</i>	Bacáceo	Quiropterochoria	Corrêa, 1984; Barroso, 1978, 1991a,b; Lorenzi, 1992
<i>Clusiia crux</i>	Cápsula septicida	Ornitocoria	Roosmalen, 1985
<i>Rheedia brasiliensis</i>	Campomanesoidio	Quiropterochoria	Barroso, 1978, 1991a,b
<i>Vismia glaziovii</i>	Campomanesoidio	Zoochoria	Gentry, 1982
<i>Vismia guianensis</i>	Campomanesoidio	Zoochoria	Gentry, 1982
DICHAETALACEAE			
<i>Tapura amazonica</i>	Nuculârio	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Roosmalen, 1985
EBENACEAE			
<i>Disopyrus hispida</i>	Campomanesoidio	Mastocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Lorenzi, 1992
ELAEOCARPACEAE			
<i>Sloanea guianensis</i>	Cápsula loculicida	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Lorenzi, 1992
ERICACEAE			
<i>Gaylussacia brasiliensis</i>	Nuculârio	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Gentry, 1982
ERYTHROXYLACEAE			
<i>Erythroxylum amplifolium</i>	Drupa	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Roosmalen, 1985
<i>Erythroxylum daphnites</i>	Drupa	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Roosmalen, 1985
<i>Erythroxylum englerii</i>	Drupa	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Roosmalen, 1985
<i>Erythroxylum vaccinifolium</i>	Drupa	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Roosmalen, 1985

Continua...

Tabela 3. Continuação.

FAMÍLIA/ESPECIE	TIPO DE FRUTO	SÍNDROME	REFERÊNCIA
EUPHORBIACEAE	Cápsula circundante	Ornitocoria	Gentry, 1982; Lorenzi, 1992
	Cápsula circundante	Ornitocoria	Gentry, 1982
	Drupa	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Lorenzi, 1992
	Drupa	Zoocoria	Barroso, 1978, 1991a,b
	Cápsula	Mirmecocoria	Roosmalen, 1985
	Cápsula	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Roosmalen, 1985
	Cápsula septifraga	Mirmecocoria	Gentry, 1982; Lorenzi, 1992; Roosmalen, 1985
	Cápsula septifraga	Ornitocoria	Gentry, 1982
	Cápsula septifraga	Mirmecocoria	Corrêa, 1984; Roosmalen, 1985
FLACOURTIACEAE	Esquizocarpo	Ornitocoria	Gentry, 1982
	Cápsula loculicida	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Roosmalen, 1985
CASEARIA	Cápsula loculicida	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Corrêa, 1984
	Cápsula loculicida	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Corrêa, 1984
HIPPOCRATEACEAE	Bacáceo	Mastocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Lorenzi, 1992; Melo et al., 1998
	Bacáceo	Mastocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Lorenzi, 1992; Melo et al., 1998
HUMIRIACEAE	Drupoíde	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b
	Drupoíde	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b
ICACINACEAE	Emmotum nitens	Quiropterocoria	Stannard, 1995
	Emmotum nitens	Quiropterocoria	Stannard, 1995
Continua...			

Tabela 3. Continuação.

FAMÍLIA/ESPÉCIE	TIPO DE FRUTO	SÍNDROME	REFERÊNCIA
LACISTEMACEAE			
<i>Lacistema haslerianum</i>	Cápsula loculicida	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b
LAURACEAE			
<i>Aniba heringeii</i>	Bacáceo	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b
<i>Cryptocaria aschersoniana</i>	Núcula	Ornitocoria	Morelato e Leitão Filho, 1992; Lorenzi, 1992
<i>Endlicheria paniculata</i>	Bacáceo	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b
<i>Nectandra cissiflora</i>	Bacáceo	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Lorenzi, 1992
<i>Nectandra gardnerii</i>	Bacáceo	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b
<i>Nectandra reticulata</i>	Bacáceo	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Corrêa, 1984
<i>Ocotea aciphylla</i>	Bacáceo	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Corrêa, 1984;
<i>Ocotea corymbosa</i>	Bacáceo	Ornitocoria	Roosmalen, 1985
<i>Ocotea pomaderroides</i>	Bacáceo	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Corrêa, 1984; Morelato e Leitão Filho, 1992
<i>Ocotea spixiana</i>	Bacáceo	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Stannard, 1995
<i>Ocotea velloziana</i>	Bacáceo	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Corrêa, 1984
LEG. CAESALPINIOIDEAE			
<i>Coparia langsdorffii</i>	Legume	Ornitocoria	Gentry, 1982; Lorenzi, 1992
<i>Hymenaea courbaril</i>	Legume nucóide	Mastocoria	Barroso, 1978, 1991a,b
LEG. MIMOSOIDEAE			
<i>Inga alba</i>	Legume nucóide	Quiropterochoria	Barroso, 1978, 1991a,b

Continua...

Tabela 3. Continuação.

FAMÍLIA/ESPÉCIE	TIPO DE FRUTO	SÍNDROME	REFERÊNCIA
LEG. PAPILIONOIDEAE			
<i>Ormosia nobilis</i>	Legume	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Roosmalen, 1985
<i>Ormosia stipularis</i>	Legume	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Roosmalen, 1985
MAGNOLIACEAE			
<i>Talauma ovata</i>	Múltiplo Estrobiliforme	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Lorenzi, 1992
MALPIGHIACEAE			
<i>Byrsinima laxiflora</i>	Nuculânia	Zoocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Stannard, 1995
<i>Byrsinima umbellata</i>	Nuculânia	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Stannard, 1995
MELASTOMATACEAE			
<i>Leandra melastomoides</i>	Bacídio	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Gentry, 1982
<i>Miconia chamaissoides</i>	Bacídio	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b
<i>Miconia elegans</i>	Bacídio	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b
<i>Miconia hirtella</i>	Bacídio	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b
<i>Miconia nervosa</i>	Bacídio	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b
<i>Miconia pepericarpa</i>	Bacídio	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b
<i>Miconia sellowiana</i>	Bacídio	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b
<i>Mouriri glazioviana</i>	Baga	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b
MELIACEAE			
<i>Cabralea canjerana</i>	Cápsula loculicida	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Corrêa, 1984; Motta Júnior, 1991
<i>Guaarea guidonia</i>	Cápsula loculicida	Ornitocoria	Lorenzi, 1992
<i>Guaarea macrophylla</i>	Cápsula loculicida	Ornitocoria	Morelato e Leitão Filho, 1992

Continua...

Tabela 3. Continuação.

FAMÍLIA/ESPÉCIE	TIPO DE FRUTO	SÍNDROME	REFERÊNCIA
MONIMIACEAE			
<i>Macropeplus ligustrinus</i>	Múltiplo cupuliforme	Zooocoria	Barroso, 1978, 1991a,b
<i>Molinidea oligantha</i>	Múltiplo cupuliforme	Zooocoria	Barroso, 1978, 1991a,b
<i>Siparuna cuyabana</i>	Múltiplo cupuliforme	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b
<i>Siparuna guianensis</i>	Múltiplo cupuliforme	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b
MORACEAE			
<i>Ficus citrifolia</i>	Múltiplo cupuliforme	Zooocoria	Barroso, 1978, 1991a,b
<i>Ficus eximia</i>	Múltiplo cupuliforme	Zooocoria	Barroso, 1978, 1991a,b
<i>Ficus insipida</i>	Múltiplo cupuliforme	Quiropteroocoria	Barroso, 1978, 1991a,b
<i>Pseudolmedia guaranitica</i>	Núcula	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b
<i>Pseudolmedia laevigata</i>	Núcula	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b
<i>Soroea guilleminiana</i>	Núcula	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b
<i>Soroea ilicifolia</i>	Núcula	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b
MYRISTICACEAE			
<i>Vriola sebifera</i>	Folículo	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Lorenzi, 1992
<i>Vriola urbaniana</i>	Folículo	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Roosmalen, 1985
MYRSINACEAE			
<i>Cybianthus gardnerii</i>	Drupa	Zooocoria	Joly, 1970
<i>Cybianthus glaber</i>	Drupa	Zooocoria	Joly, 1970
<i>Mysrine coriacea</i>	Drupa	Zooocoria	Joly, 1970
<i>Mysrine guianensis</i>	Drupa	Quiropteroocoria	Roosmalen, 1985
<i>Mysrine umbellata</i>	Drupa	Ornitocoria	Corrêa, 1984; Joly, 1970; Morellato e Leitão Filho, 1992

Continua...

Tabela 3. Continuação.

FAMÍLIA/ESPECIE	TIPO DE FRUTO	SÍNDROME	REFERÊNCIA
MYRTACEAE			
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	Bacídio	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b
<i>Eugenia uruguayensis</i>	Bacáceo	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Morellato e Leitão Filho, 1992
<i>Gomidesia lindeniana</i>	Bacáceo	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b
<i>Myrcia castrensis</i>	Bacáceo	Zoocoria	Barroso, 1978, 1991a,b
<i>Myrcia deflexa</i>	Bacáceo	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b
<i>Myrcia eriopus</i>	Bacáceo	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b
<i>Myrcia gardneriana</i>	Bacáceo	Zoocoria	Barroso, 1978, 1991a,b
<i>Myrcia laevigata</i>	Bacáceo	Quiropterochoria	Barroso, 1978, 1991a,b
<i>Myrcia rostrata</i>	Bacáceo	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Corrêa, 1984; Morellato e Leitão Filho, 1992
<i>Myrcia tomentosa</i>	Bacáceo	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b
<i>Myrciaria glanduliflora</i>	Bacídio	Zoocoria	Barroso, 1978, 1991a,b
<i>Psidium longipesiatum</i>	Solanídio	Zoocoria	Barroso, 1978, 1991a,b
<i>Psidium warmingianum</i>	Solanídio	Zoocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Corrêa, 1984
<i>Siphoneugenia densiflora</i>	Bacídio	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Morellato e Leitão Filho, 1992
NYCTAGINACEAE			
<i>Guapira graciliflora</i>	Núcula	Ornitocoria	Göttsberger e Silberbauer-Gottberger, 1983; Lorenzi, 1992
OCHNACEAE			
<i>Ouratea castaneaefolia</i>	Múltiplo livre	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Lorenzi, 1992
OPILIACEAE			
<i>Agonandra brasiliensis</i>	Drupa	Quiropterochoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Lorenzi, 1992

Continua...

Tabela 3. Continuação.

FAMÍLIA/ESPÉCIE	TIPO DE FRUTO	SÍNDROME	REFERÊNCIA
PIPERACEAE			
<i>Piper arboreum</i>	Drupa	Quiropterochoria	Barroso, 1978, 1991a,b
<i>Piper coccoboides</i>	Drupa	Quiropterochoria	Barroso, 1978, 1991a,b
<i>Piper corcovadense</i>	Drupa	Quiropterochoria	Barroso, 1978, 1991a,b
<i>Piper crassinervium</i>	Drupa	Quiropterochoria	Barroso, 1978, 1991a,b
<i>Piper hispidum</i>	Drupa	Quiropterochoria	Barroso, 1978, 1991a,b
<i>Piper tectorinifolium</i>	Drupa	Quiropterochoria	Barroso, 1978, 1991a,b
RHAMNACEAE			
<i>Rhamnidium etaeocarpum</i>	Bacáceo	Orrnitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Lorenzi, 1992
<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	Nuculânia	Orrnitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b
ROSACEAE			
<i>Prunus brasiliensis</i>	Drupa	Zoocoria	Barroso, 1978, 1991a,b
<i>Prunus chamaisoana</i>	Drupa	Zoocoria	Barroso, 1978, 1991a,b
<i>Rubus urticaefolius</i>	Múltiplo Estrobiliforme	Orrnitocoria	Gentry, 1982;
RUBIACEAE			
<i>Alibertia edulis</i>	Bacóide	Orrnitocoria	Barroso, 1978; 1991a,b; Corrêa, 1984
<i>Alibertia sessilis</i>	Bacóide	Orrnitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Lorenzi, 1992
<i>Amaloua guianensis</i>	Anfissarcido	Orrnitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Morelatto e Leitão Filho, 1992
<i>Chomelia pohliana</i>	Drupóide	Orrnitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Gentry, 1982
<i>Coussarea hydrangeaefolia</i>	Bacóide	Quiropterochoria	Lorenzi, 1992
<i>Faramea cyanea</i>	Bacóide	Orrnitocoria	Gentry, 1982; Stannard, 1995

Tabela 3. Continuação.

FAMÍLIA/ESPÉCIE	TIPO DE FRUTO	SÍNDROME	REFERÊNCIA
RUTACEAE	Drupóide	Quiropterochoria	Lorenzi, 1992
	Nuculânia	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Stannard, 1995
	Nuculânia	Mastocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Stannard, 1995
	Nuculânia	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Morellato e Leitão Filho, 1992
	Nuculânia	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b
	Nuculânia	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Roosmalen, 1985
METACRASIOIDAE	Cápsula loculicida	Zoocoria	Corrêa, 1984; Barroso, 1978, 1991a,b
	Múltiplo	Ornitocoria	Lorenzi, 1992; Stannard, 1995
SAPINDACEAE	Cápsula loculicida	Ornitocoria	Lorenzi, 1992; Barroso, 1978, 1991a,b
	Cápsula loculicida	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Roosmalen, 1985
SAPOTACEAE	Bacóide	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b
	Bacóide	Quiropterochoria	Barroso, 1978, 1991a,b
ROSACEAE	Bacóide	Quiropterochoria	Barroso, 1978, 1991a,b
	Bacóide	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b
	Bacóide	Quiropterochoria	Barroso, 1978, 1991a,b
	Bacóide	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Lorenzi, 1992
ROSACEAE	Drupa	Ornitocoria	Joly, 1970; Lorenzi, 1992
	Simarouba amara		

Continua...

Tabela 3. Continuação.

FAMÍLIA/ESPÉCIE	TIPO DE FRUTO	SÍNDROME	REFERÊNCIA
SOLANACEAE			
<i>Cestrum calycinum</i>	Bacáceo	Zooocoria	Barroso, 1978; 1991a,b
<i>Cestrum megalophyllum</i>	Bacáceo	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b
STYRACACEAE			
<i>Syrrax camptorum</i>	Drupa	Quiropterochoria	Lorenzi, 1992;
SYMPLOCACEAE			
<i>Symplocos mosenii</i>	Nuculânia	Ornitocoria	Joly, 1970; Morellato e Leitão Filho, 1992
<i>Symplocos nitens</i>	Nuculânia	Quiropterochoria	Joly, 1970
VERBENACEAE			
<i>Aegiphila sellowiana</i>	Nuculânia	Ornitocoria	Lorenzi, 1992; Morellato e Leitão Filho, 1992
<i>Vitex polygama</i>	Nuculânia	Ornitocoria	Lorenzi, 1992; Morellato e Leitão Filho, 1992
WINTERACEAE			
<i>Drimys brasiliensis</i>	Múltiplo Livre	Ornitocoria	Barroso, 1978, 1991a,b; Corrêa, 1984

Fonte: Modificada de Pinheiro (2004).



Foto: Marco Aurélio Melo.
www.casadosmorcegos.org

Fig. 3. Periquito (*Brotogeris tirica*) alimentando-se de fruto de palmeira. Embora essa espécie seja de Mata Atlântica, o mesmo tipo de comportamento ocorre com as espécies do Cerrado.

Hay e Moreira (1992) colocam que a predominância dos animais no processo de dispersão das plantas do Cerrado evidencia a importância da conservação da heterogeneidade de fitofisionomias do bioma para a manutenção do equilíbrio ecológico, pois a perda de qualquer um dos componentes da interação pode comprometer todo o sistema. Podem surgir prejuízos caso essas interações entre plantas e animais dispersores sejam afetadas por severos impactos negativos no ambiente (LOISELLE; BLAKE, 1999). A recuperação de áreas degradadas (MELO et al., 2003) e a utilização de corredores ecológicos (JOHNSON et al., 1999) são ocorrentes na literatura como forma de minimizar esses impactos.

Essas interações devem ser consideradas em qualquer tipo de manejo ou recuperação de áreas. Apenas o uso de espécies de valor comercial, sem atrativos para frugívoros e polinizadores, pode acarretar um prejuízo que vai ser percebido somente alguns anos mais tarde, com a perda de espécies vegetais e animais. Não só as plantas zoocóricas são favorecidas na comunidade, mas também os animais que delas se

alimentam. Motta Júnior e Martins (2002), observando a dieta do lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) (Fig. 4) em uma área de Cerrado, afirmam que aproximadamente 40 % da dieta desse canídeo onívoro é composta de frutos, variável conforme a estação do ano (Fig. 5). Dessa forma, espécies vegetais zoocóricas influenciam a distribuição de espécies frugívoras numa comunidade (JOHNSON et al., 1999), regulando até mesmo sua abundância (LOISELLE; BLAKE, 1999).



Foto: Flávio Rodrigues

Fig. 4. Lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) dispersando lobeira (*Solanum lycocarpum*).



Foto: Amálio Camargo

Fig. 5. Fezes de lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) com inúmeras sementes de Solanaceae.

No Brasil, a maioria dos estudos de dispersão de sementes é feita com grande interesse sobre uma espécie de planta e seus visitantes ou sobre uma espécie animal e as plantas por ela utilizadas. O conhecimento dessas interações é de importância fundamental para a compreensão da dinâmica de reprodução, abundância, distribuição e manejo de plantas nativas, assim como para o manejo e a conservação de populações de polinizadores e dispersores de sementes. É lucrativo e importante manter uma boa qualidade de serviços ambientais em um país que almeja produzir “sustentavelmente” alimento e, ultimamente, bioenergia.

Considerações finais

Esforços constantes devem ser realizados com a finalidade de internalizar a importância da manutenção dos serviços ecológicos prestados pela fauna nas práticas agrícolas. Já existe algum avanço na atenção dispensada aos polinizadores em razão, principalmente, do desaparecimento de abelhas em países do Hemisfério Norte, com grandes prejuízos para a agricultura desses países (ROCHA, 2007). Muita pesquisa ainda precisa ser realizada para identificar polinizadores, avaliar a eficiência deles e desenvolver métodos de conservação e manejo de suas populações em áreas agrícolas e nativas. O mesmo acontece com a dispersão de sementes. Alguns pesquisadores já consideram que, para a recuperação de habitats degradados, as espécies nativas do local são as mais adequadas (ENGEL; PARROTA, 2003; BIANCONI et al., 2007). A utilização e o manejo de populações de elementos da fauna nativa predadoras de pragas agrícolas ainda é o menos representativo na literatura disponível.

Agradecimento

Agradecemos aos revisores Yasmine Antonini da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) e Paulo De Marco da Universidade Federal de Goiás (UFG).

Referências

- AGUIAR, L. M. S. First record on the use of leaves of *Solanum lycocarpum* (Solanaceae) and fruits of *Emmotum nitens* (Icacinaceae) by *Platyrrhinus lineatus* (E. Geoffroy) (Chiroptera, Phyllostomidae) in the Brazilian Cerrado. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 2, p. 509-510, 2005.
- AGUIAR, L. M. S.; MARINHO FILHO, J. S. Bat frugivory in a remnant of Southeastern Brazilian Atlantic forest. **Acta Chiropterologica**, v. 9, n. 1, p. 251-260, 2007.
- AMORIM, F. W.; OLIVEIRA, P. E. Sexual structure and reproductive ecology of *Amaioua guianensis* Aubl. (Rubiaceae), a dioecious species of “cerrado” woody plant formations. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 3, p. 353-362, 2006.
- ANDRADE, S. F.; CARDOSO, L. G. V.; CARVALHO, J. C. T.; BASTOS, J. K. Anti-inflammatory and antinociceptive activities of extract, fractions and populinic acid from bark wood of *Austroplenckia populnea*. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 109, n. 3, p. 464-471, 2007.
- BARBOSA, A. A. A. *Hortia brasiliiana* Vand. (Rutaceae): pollination by Passeriformes in cerrado, Southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 22, n. 1, p. 99-105, 1999.
- BARROS, M. G. Pollination ecology of *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. and *T. ochracea* (Cham.) Standl. (Bignoniaceae) in Central Brazil cerrado vegetation. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 3, p. 255-261, 2001.
- BARROS, M. G. Sistemas reprodutivos e polinização em espécies simpátricas de *Erythroxylum* P.Br. (Erythroxylaceae) do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 21, p. 159-166, 1998.
- BARROSO, G. M. **Sistemática de angiospermas do Brasil**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1978. v. 1.
- BARROSO, G. M. **Sistemática de angiospermas do Brasil**. Viçosa: UFV: Imprensa Universitária, 1991a. v. 2.
- BARROSO, G. M. **Sistemática de angiospermas do Brasil**. Viçosa: UFV: Imprensa Universitária, 1991b. v. 3.
- BATALHA, M. A.; MANTOVANI, W. Reproductive phenological patterns of cerrado plant species at the Pé de Gigante Reserve (Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brazil): a comparison between the herbaceous and woody floras. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 60, p. 129-145, 2000.
- BATALHA, M. A.; ARAGAKI, S.; MANTOVANI, W. Florística do cerrado em Emas (Pirassununga, SP). **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, v. 16, p. 49-64, 1997.

BIANCONI G. V.; MIKICH, S. B.; TEIXEIRA, S. D.; MAIA, B. H. L. N. S. Attraction of fruiting eating bats with essential oils of fruits: a potential tool for forest regeneration. **Biotropica**, v. 39, p. 136-140, 2007.

BIZERRIL, M. X. A.; RAW, A. Feeding behaviour of bats the dispersal of *Piper arboreum* seeds in Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 14, p. 109-114, 1998.

BIZERRIL, M. X. A.; RODRIGUES, F. H. G.; HASS, A. Fruit consumption and seed dispersal of *Dimorphandra mollis* Benth. (Leguminosae) by the lowland tapir in the Cerrado of Central Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 65, n. 3, p. 407-413, 2005.

BRAGA, M. F.; JUNQUEIRA, N. T. V. Uso potencial de outras espécies do gênero *Passiflora*. **Informe Agropecuário**, v. 21, p. 72-75, 2000.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria de Infra-Estrutura Hídrica. Departamento de Projetos Especiais. **Maracujá**. Brasília, 2000. 4 p. (FrutiSéries. Minas Gerais, 4). Disponível em: <http://www.bnb.gov.br/content/Aplicacao/ETENE/Rede_Irrigacao/Docs/FrutiSeries-MG_4_Maracuja.PDF>. Acesso em: 20 fev. 2008.

BUDKE, J. C.; ATHAYDE, E. A.; GIEHL, E. L. H.; EISINGER, S. M.; ZÁCHIA, R. A. Composição florística e estratégias de dispersão das espécies lenhosas em uma floresta ribeirinha de Santa Maria, RS, Brasil. **Iheringia. Série botânica**, v. 52, n. 1, p. 17-24, 2005.

CARVALHO, D. A.; OLIVEIRA, P. E. Reproductive biology and pollination of *Senna sylvestris* (Vell.) H.S. Irwin & Barneby (Leguminosae, Caesalpinoideae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, n. 3, p. 319-328, 2003.

CHRISTIANINI, A. V.; MAYHE-NUNES, A. J.; OLIVEIRA, P. S. The role of ants in the removal of non-myrmecochorous diaspores and seed germination in a Neotropical savanna. **Journal of Tropical Ecology**, v. 23, p. 343-351, 2007.

COELHO, D. C.; MARINHO FILHO, J. Diet and activity of *Lonchophylla dekeyseri* (Chiroptera, Phyllostomidae) in the Federal District, Brazil. **Mammalia**, v. 66, n. 3, p. 319-330, 2002.

CONSTANZA, R.; D'ARGE, R.; DE GROOT, R.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL, R. V.; PARUELLO, J.; RASKIN, R. G.; SUTTON, P.; VAN DEN BELST, M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, 387, p. 253-260, 1997.

CORBET, S. A.; WILLIAMS, I. H.; OSBORNE, J. L. Bees and the pollination of crops and wild flowers in the European Community. **Bee World**, v. 72, n. 2, p. 47-59, 1991.

CORRÊA, M. P. **Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Brasília: IBDF, 1984. v. 3.

COURTENAY, O. Conservation og the Maned Wolf: fruitful relations changing environment. **Canids News**, v. 2, p. 41-43, 1994.

EMBLIDGE, A.; SCHUSTER, E. Saving pollinators. **Zoogoer**, v. 28, n. 1, 1999. Disponível em: <<http://nationalzoo.si.edu/publications/zoozoer/1999/1/savingpollinators.cfm>>. Acesso em: 20 nov. 2007.

ENGEL, V. L.; PARROTA, J. A. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. (Org.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas Florestais, 2003. p. 1-26.

FAEGRI, K.; VAN DER PIJL, L. **The principles of pollination ecology**. New York: Pergamon, 1979.

FARIA, I. P.; BERNARDES, C. Frugivoria e dispersão de sementes de *Blepharocalyx salicifolius* (Kunth) O. Berg. em duas fitofisionomias distintas do Cerrado do Distrito Federal. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 6., 2003, Fortaleza. **Anais de trabalhos completos**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2003. p. 476-477.

FAUSTINO, T. C.; MACHADO, C. G. Frugivoria por aves em uma área de campo rupestre na Chapada Diamantina, BA. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 14, n. 2, p. 137-143, 2006.

FERES, C. A. O.; MADALOSSO, R. C.; ROCHA, O. A.; LEITE, J. P. V.; GUIMARÃES, T. M. D. P.; TOLEDO, V. P. P.; TAGLIATI, C. A. Acute and chronic toxicological studies of *Dimorphandra mollis* in experimental animals. **Journal of Ethnopharmacology** v. 108, n. 3, p. 450-456, 2006.

FIGLIOLIA, M. B.; KAGEYAMA P. Y. Ecofisiologia de sementes de *Inga uruguensis* Hook. et Arn. em condições de laboratório. **Revista do Instituto Florestal**, v. 7, n. 1, p. 91-99, 1995.

FLEIG, M. Anacardiáceae. In: REITZ, R. (Ed.). **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1989. p. 1-64.

FONSECA, N.; SANTOS-SEREJO, J. A. dos. Florescimento e frutificação. In: PEREIRA, M.E. C.; FONSECA, N.; SOUZA, F. V. D. (Ed.). **Manga: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. cap. 10, p. 105-122. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

FRANCISCO, M. R.; GALETTI, M. Aves como potenciais dispersoras de sementes de *Ocotea pulchella* Mart. (Lauraceae) numa área de vegetação de cerrado do sudeste brasileiro. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n. 1, p. 11-17, 2002.

FREITAS, B. M. A importância relativa de *Apis mellifera* e outras espécies de abelhas na polinização de culturas agrícolas. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 3., 1998, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: FFCL, 1998. p. 10-20.

FREITAS, B. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. **A importância econômica da polinização.** 2006. Disponível em: <<http://www.apacame.org.br/mensagemdoce/80/polinizacao3.htm>>. Acesso em: 10 abr. 2008.

FREITAS, B. M.; PEREIRA, J. O. P. Conservation and management of pollinators for sustainable agriculture - the international response. In: FREITAS, B. M.; PEREIRA, J. O. P. (Ed.). **Solitary bees:** conservation, rearing and management for pollination. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2004. p. 19-20.

GASTAL, M. L.; BIZERRIL, M. X. A. Ground foraging and seed dispersal of gallery forest tree by fruit-eating bat *Artibeus lituratus*. **Mammalia**, v. 63, n. 1, p. 108-112, 1999.

GENTRY, A. H. Patterns of neotropical plant species diversity. **Evolution Biology**, v. 15, p. 1-84, 1982.

GONÇALVES, J. R.; ALMEIDA, G. S. Exportações brasileiras de carne bovina e seus principais mercados: uma breve análise. **Informações Econômicas**, v. 33, n. 9, p. 57-60, 2003.

GORB, S. N.; GORB, E. V.; PUNTTILA, P. Effects of redispersal of seeds by ants on the vegetation pattern in a deciduous forest: a case study. **Acta Oecologica**, v. 21, n. 4/5, p. 293-301, 2000.

GOTTSBERGER, G. As anonáceas do cerrado e a sua polinização. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 54, p. 391-402, 1994.

GOTTSBERGER, G. Pollination and evolution in neotropical Annonaceae. **Plant Species Biology**, v. 14, p. 143-152, 1999.

GOTTSBERGER, G.; MORAWETZ, W. Floristic, structural and phytogeographical analysis of the savannas of Humaitá (Amazonas). **Flora**, v. 178, p. 41-71, 1986.

GOTTSBERGER, G.; SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. Dispersal and distribution in the cerrado vegetation of Brazil. **Sonderband des Naturwissenschaftlichen Vereins in Hamburg**, v. 7, p. 315-352, 1983.

GRESSLER, E.; PIZO, M. A.; MORELLATO, L. P. C. Pollination and seed dispersal of Brazilian Myrtaceae. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 4, p. 509-530, 2006.

GRIBEL, R.; HAY, J. D. Pollination ecology of *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae) in Central Brazil Cerrado vegetation. **Journal of Tropical Ecology**, v. 9, p. 199-211, 1993.

GRIBEL, R. Visits of *Caluromys lanatus* (Didelphidae) to flowers of *Pseudobombax tomentosum* (Bombacaceae): a probable case of pollinations by marsupials in Central Brazil. ***Biotropica***, v. 20, p. 344-347, 1988.

HAY, J. D.; MOREIRA, A. G. Biologia reprodutiva. In: DIAS, B. F. de S. (Coord.). **Alternativas de desenvolvimento dos cerrados**: manejo e conservação dos recursos naturais. Brasília: Funatura: IBAMA, 1992. p. 42-45.

HENDERSON, A.; GALEANO, G.; BERNAL, R. **Field guide to the palms of the Americas**. New Jersey: Princeton University Press, 1995.

HENRIQUES, R. P. B. O futuro ameaçado do Cerrado brasileiro. **Ciência Hoje**, v. 33, n. 195, p. 33-39, 2003.

HUGHES, L.; DUNLOP, M.; FRENCH, K.; LEISHMAN, M. R.; RICE, B.; RODGERSON, L.; WESTOBY, M. Predicting dispersal spectra: a minimal set of hypotheses based on plant attributes. ***Journal of Ecology***, v. 82, p. 933-950, 1994.

JANSON, C. H. Adaptation of fruit morphology to dispersal agents in a Neotropical forest. ***Science***, v. 219, p. 187-189, 1983.

JOHNSON, M. A.; SARAIVA, P. M.; COELHO, D. The role of Gallery Forests in the distribution of Cerrado Mammals. ***Revista Brasileira de Biologia***, v. 59, n. 3, p. 421-427, 1999.

JOHNSON, S. D.; STEINER, K. E. Generalization versus specialization in plant pollination systems. ***Trends in Ecology & Evolution***, v. 15, n. 4, p. 140-143, 2000.

JOLY, A. B. **Conheça a vegetação brasileira**. São Paulo: Polígono, 1970. 181 p.

JUNQUEIRA, N. T. V.; VERAS, M. C. M.; NASCIMENTO, A. C. do; CHAVES, R. da C.; MATOS, A. P.; JUNQUEIRA, K. P. **A importância da polinização manual para aumentar a produtividade do maracujazeiro**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2001. 18 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 41).

KENMORE, P.; KRELL, R. Global perspectives on pollination in agriculture and agroecosystem management. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON THE CONSERVATION AND SUSTAINABLE USE OF POLLINATORS IN AGRICULTURE, WITH EMPHASIS ON BEES, 1998, São Paulo. **Proceedings...** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 1998.

KEVAN, P. G.; PHILLIPS, T. P. The economic impacts of pollinator declines: an approach to assessing the consequences. ***Ecology and Society***, v. 5, n. 1, 2001. Disponível em:<<http://www.consecol.org/vol5/iss1/art8/>>. Acesso em: 25 mar. 2008.

LENZA, E.; OLIVEIRA, P. E. Reproductive biology and phenology of *Virola sebifera* Aubl. (Myristicaceae) in a mesophytic forest of Uberlândia, MG, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 3, p. 443-541, 2006.

LOISELLE, B. A.; BLAKE, J. G. Dispersal of melastome seeds by fruit-eating birds of tropical forest understory. **Ecology**, v. 80, p. 330-336, 1999.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1992. v. 1.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1998. v. 2.

MALERBO-SOUZA, D. T.; NOGUEIRA-COUTO, R. H.; COUTO, L. A. Polinização em cultura de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck, var. Pera-Rio). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 40, p. 237-242, 2003.

MARCO JR., P.; COELHO, F. M. Services performed by the ecosystem: forest remnants influence agricultural cultures's pollination and production. **Biodiversity and Conservation**, v. 13, p. 1245-1255, 2004.

MARTINS, F. Q.; BATALHA, M. A. Pollination systems and floral traits in cerrado woody species of the upper Taquari region (Central Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, n. 2A, p. 543-552, 2006.

MARTINS, K.; CHAVES, L. J.; BUSO, G. S. C.; KAGEYAMA, P. Y. Mating system and fine scale spatial genetic structure of *Solanum lycocarpum* St.Hil. (Solanaceae) in the Brazilian Cerrado. **Conservation Genetics**, v. 7, p. 957-969, 2006.

MELO, C.; BENTO, E. C.; OLIVEIRA, P. E. Frugivory and dispersal of *Faraeme cyanea* (Rubiaceae) in Cerrado woody plant formations. **Brazilian Journal of Biology**, v. 63, n. 1, p. 75-82, 2003.

MELO, J. T.; SILVA, J. A.; TORRES, R. A. A.; SILVEIRA, C. E. S.; CALDAS, L. S. Coleta, propagação e desenvolvimento inicial de espécies do cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). **Cerrado**: ambiente e flora. Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 1998. p. 195-243.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and human well-being**: biodiversity synthesis. Washington: World Resources Institute, 2005. 157 p.

MIRANDA, G. H. B. de; FARIA, D. S. de. Ecological aspects of black-pincelled marmoset (*Callithrix penicillata*) in the cerradão and dense cerrado of the Brazilian central plateau. **Brazilian Journal of Biology**, v. 61, n. 3, p. 397-404, 2001.

MORELLATO, L. P. C.; LEITÃO FILHO, H. F. Padrões de frutificação e dispersão na serra do Japi. In: MORELLATO, L. P. C. (Org.). **História natural da serra do Japi**: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil. Campinas: UNICAMP, 1992. p. 112-140.

MOTTA JÚNIOR, J. C. **A exploração de frutos como alimento por aves de mata ciliar numa região do Distrito Federal**. 1991. 121 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

MOTTA JÚNIOR, J. C.; MARTINS, K. The frugivorous diet of the maned wolf, *Chrysocyon brachyurus* in Brazil: ecology and conservation. In: LEVEY, D. J.; SILVA, W. R.; GALETTI, M. (Ed.). **Seed dispersal and frugivory**: ecology, evolution and conservation. Wallingford: CAB International, 2002. p. 291-303.

MOTTA JÚNIOR, J. C.; TALAMONI, S. A.; LOMBARDI, J. A.; SIMOKOMAKI, K. Diet of the maned wolf, *Chrysocyon brachyurus*, in Central Brazil. **Journal of Zoology**, v. 240, p. 277-284, 1996.

OLIVEIRA, P. E. Biologia floral de *Salvertia convallariodora* (Vochysiaceae): uma espécie de Cerrado polinizada por mariposas. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 19, p. 49-53, 1996.

OLIVEIRA, P. E.; GIBBS, P. E. Pollination biology and breeding systems of six *Vochysia* species (Vochysiaceae) in Central Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 10, p. 509-522, 1994.

OLIVEIRA, P. E.; GIBBS, P. E. Reproductive biology of wood plants in a cerrado community of central Brazil. **Flora**, v. 195, p. 311-329, 2000.

OLIVEIRA, P. E.; GIBBS, P. E.; BARBOSA, A. A. Moth pollination of woody species in the Cerrados of Central Brazil: a case of so much owed to so few? **Plant Systematics and Evolution**, v. 245, p. 41-54, 2004.

PINHEIRO, F. P. L. **Efeitos da fragmentação em mata seca decídua sobre a dispersão e predação de sementes**. 2004. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília.

PINTO, A. C. Q.; BYRNE, D. H. E. D.; SCHAFFER, B. Mango hybridization studies in tropical savannah ("cerrados") of Brazil central region. **Acta Horticulturae**, v. 341, p. 98-106, 1993.

PIZO, M. A.; OLIVEIRA, P. Interaction between ants and seeds of a non-myrmecochorous neotropical tree, *Cabralea canjerana* (Meliaceae), in the Atlantic forest of southeastern Brazil. **American Journal of Botany**, v. 85, n. 5, p. 669-674, 1998.

PRESCOTT-ALLEN, R.; PRESCOTT-ALLEN, C. How many plants feed the world? **Conservation Biology**, v. 4, p. 365-374, 1990.

REYS, P.; GALETTI, M.; MORELLATO, L. P. C.; SABINO, J. Fenologia reprodutiva e disponibilidade de frutos de espécies arbóreas em mata ciliar no rio Formoso, Mato Grosso do Sul. **Biota Neotropical**, v. 5, n. 2, p. 309-318, 2005.

ROCHA, D. C. C. Vida e ambiente: desaparecimento de abelhas já preocupa o Brasil. **Zootecnia Brasil**, 2007. Disponível em: <<http://www.zootecniabrasil.com.br/sistema/modules/news/article.php?storyid=339>>. Acesso em: 12 abr. 2008.

RODRIGUES, F. H. G. **Biologia e conservação do lobo-guará na Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF**. 2002. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

ROESLER, R.; MALTA, L. G.; CARRASCO, L. C.; PASTORE, G. Evaluation of the antioxidant properties of the Brazilian Cerrado fruit *Annona crassiflora* (Araticum). **Journal of Food Science**, v. 71, n. 2, p. 102-107, 2006.

ROOSMALEN, M. G. M. van. **Fruits of the guianan flora**. Wageningen: Drukkerij Veenman B.V., 1985. 438 p.

RUGGIERO, C.; SÃO JOSÉ, A. R.; VOLPE, C. A.; OLIVEIRA, J. C. de; DURIGAN, J. F.; BAUMGARTNER, J. G.; SILVA, J. R. da; NAKAMURA, K.; FERREIRA, M. E.; KAVATI, R.; PEREIRA, V. de P. **Maracujá para exportação**: aspectos técnicos da produção. Brasília: Embrapa-SPI, 1996. 64 p. (FRUPEX. Publicações Técnicas, 19).

SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). **Cerrado**: ambiente e flora. Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 1998. 556 p.

SARGENT, R. D.; ACKERLY, D. D. **Trends in ecology & evolution**, v. 23, n. 3, p. 123-130, 2008.

SAZIMA, M.; SAZIMA, I. Quiropterofilia em *Lafoenisa pacari* St.Hil (Lythraceae), na Serra do Cipó, Minas Gerais. **Ciência & Cultura**, v. 27, p. 406-416, 1975.

SCHUPP, E. W.; MILLERON, T.; RUSSO, S. E. Dissemination limitation and the origin and maintenance of species-rich tropical forests. In: LEVEY, D. J.; SILVA, W. R.; GALETTI, M. (Ed.). **Seed dispersal and frugivory**: ecology, evolution and conservation. Wallingford: CAB International, 2002. p. 19-33.

STANNARD, B. L. **Flora of the Pico das Almas**: Chapada Diamantina - Bahia, Brazil. Kew: Royal Botanical Gardens, 1995. 853 p.

TOREZAN-SILINGARDI, H. M.; OLIVEIRA, P. E. A. M. de. Phenology and reproductive ecology of *Myrcia rostrata* and *M. tomentosa* (Myrtaceae) in Central Brazil. **Phyton**, v. 44, n. 1, p. 23-43, 2004.

VAN DER PIJL, L. The dispersal of plants by bats (Chiropterochory). **Acta Botanica Neerlandica**, v. 6, p. 291-315, 1957.

VAN DER PIJL, L. **Principles of dispersal in higher plants**. 3rd ed. New York: Springer Verlag, 1982. 154 p.

WASER, N. M.; CHITTKA, L.; PRICE, M. V.; WILLIAMS, N. M.; OLLERTON, J. Generalization in pollination systems, and why it matters. **Ecology**, v. 77, p. 1043-1060, 1996.

Plantio direto e plantas de cobertura em agroecossistemas do Cerrado

Arminda Moreira de Carvalho

Introdução

O Cerrado representa um dos principais biomas brasileiros, não só porque possui a segunda maior área, com cerca de 2 milhões de km², como também por sua enorme riqueza em espécies vegetais e por conter nascentes de grandes bacias hidrográficas. Atividades agropecuárias transformaram sua área contínua, originalmente com biota natural, em uma paisagem cada vez mais fragmentada. Estimam-se atualmente em 40 % as perdas de cobertura vegetal natural (SANO et al., 2008).

O impacto negativo das atividades agropecuárias ao ambiente se dá, principalmente, por meio do assoreamento dos mananciais hídricos em decorrência da erosão, pela redução na biodiversidade e aumento na emissão dos gases de efeito estufa (LAL, 2002; SKIBA; DICK, 2004; CARVALHO, 2005). Esses sistemas, mantidos com altos custos monetário e energético, proporcionam, em um período relativamente curto, certa estabilidade na produção vegetal. Entretanto, com o decorrer do processo de produção, a degradação dos recursos naturais não permite sua sustentabilidade ambiental e produtiva. A poluição por deposições de solo, fertilizantes e pesticidas nos mananciais hídricos afeta as populações rural e urbana.

Os Latossolos, que representam 46 % das classes de ocorrência no Bioma Cerrado, mesmo com sua baixa fertilidade natural, sustentam fitofisionomias densas como o Cerradão. Essa situação ocorre por intermédio da ciclagem de nutrientes resultante da decomposição da matéria orgânica originária da serapilheira que se acumula na superfície do solo (HARIDASAN, 1990).

Por sua vez, a substituição da vegetação natural pelo uso agropecuário pode provocar impactos negativos nos atributos químicos, físico-hídricos e biológicos. Essa degradação ocorre por causa do preparo intensivo do solo combinado com monocultivos, como o da soja, que produzem pequenas quantidades de resíduos vegetais e de rápida decomposição, intensificando-se, quanto mais arenosa for a textura desses solos. A matéria orgânica, um dos principais componentes de fertilidade dos solos tropicais, vem sofrendo declínio ao longo do tempo, acelerando o processo de degradação seja pelo excesso de revolvimento, pela perda de nutrientes, seja por erosão (SILVA et al., 1994; MIELNICZUK, 1999; BAYER et al., 2001).

O uso de sistemas mais conservacionistas, como agricultura em plantio direto com uma cobertura do solo eficiente, pode minimizar esses impactos negativos (erosão, perdas de matéria orgânica, assoreamento de mananciais hídricos, emissão de gases de efeito estufa) provocados pelos agroecossistemas. O uso de plantas de cobertura que apresentam decomposição mais lenta dos resíduos vegetais é uma alternativa para promover acúmulo de carbono no solo sob sistema plantio direto (SODRÉ FILHO et al., 2004; CARVALHO, 2005; CARVALHO; AMABILE, 2006).

Neste capítulo serão discutidas práticas de manejo na agricultura que contribuem para o uso mais sustentável do recurso solo, consequentemente, da água e do meio ambiente como um todo. Essas práticas visam, ainda, à recuperação de áreas degradadas e à redução gradativa até a eliminação do processo de conversão de áreas nativas do Bioma Cerrado ao processo produtivo.

Práticas de uso e manejo dos solos de Cerrado

Originando de espessas camadas de sedimentos que datam do Terciário, os Latossolos são solos, geralmente, profundos, de cor vermelha ou vermelho-amarela, porosos, permeáveis, bem drenados, intensamente lixiviados e, consequentemente, de baixa fertilidade. Apresentam acidez elevada por causa da lixiviação de cálcio, magnésio e potássio e aos altos teores de Al^{3+} . O grau de intemperismo desses solos resulta em mineralogia constituída predominantemente por óxidos e hidróxidos de ferro e de alumínio e, em menor quantidade, argilas 1:1 (caulinita). Esses constituintes apresentam baixa carga líquida negativa, o que determina sua reduzida capacidade de troca catiônica, baixa soma de bases e alta saturação por alumínio (HARIDASAN, 1990; KER et al., 1992; REATTO et al., 1998).

A produtividade primária nesses Latossolos é limitada pela disponibilidade de fósforo cuja retenção pode chegar a 90 % da quantidade aplicada (CARVALHO et al., 1996). A matéria orgânica (cerca de 2 % a 3 %) é o principal componente responsável pela reserva e fornecimento de nutrientes, especialmente, do fósforo disponível às plantas (PEREIRA et al., 1992; SILVA et al., 1997). O pH, as cargas negativas que resultam na CTC e a agregação também estão fortemente associados à matéria orgânica do solo (SILVA et al., 1994).

A demanda crescente por commodities, no último século, provocou pressão sobre a base produtiva que levou à escassez das terras de maior fertilidade, havendo necessidade de incorporar ao processo produtivo os Latossolos. No Cerrado, existiam fortes limitações para a exploração de culturas comerciais em razão, principalmente, da baixa fertilidade química associada à ocorrência de veranicos. Para viabilizar as atividades agropecuárias, tornou-se necessário o estabelecimento de um modelo de exploração baseado no uso de máquinas, implementos e insumos modernos, resultando num inadequado manejo do solo, consequentemente, com decréscimos no teor de matéria orgânica e comprometimentos da qualidade biológica do solo, destruição dos agregados, compactação e

erosão. Atualmente, estima-se que, nessa região, 44 milhões de hectares sejam ocupados por culturas temporária e perene, além das pastagens cultivadas. Essa base tecnológica tem levado à redução da capacidade produtiva do solo chegando, em alguns casos, ao completo abandono de áreas já totalmente degradadas (AGUIAR et al., 2006).

A degradação do ambiente é maximizada pelo assoreamento dos mananciais hídricos por causa dos sedimentos carreados pela erosão. Em áreas cultivadas com soja, milho e pastagens no Cerrado de Goiás, calcularam-se perdas de aproximadamente 21 milhões de toneladas de solo/ano pela erosão, juntamente com fertilizantes e pesticidas (BLANCANEAUX et al., 1998), com potencial elevado de causar danos ecológicos e econômicos.

O cultivo de espécies vegetais que possuem maior habilidade para reciclar o fósforo (AE et al., 1991; MIRANDA; MIRANDA, 2006) pode recuperar as frações orgânicas e inorgânicas de baixa disponibilidade e reduzir as elevadas quantidades de fosfato aplicadas aos solos de Cerrado sob culturas. A aplicação de fertilizantes nitrogenados no solo também pode ser diminuída, principalmente, sob uso de leguminosas (PEREIRA et al., 1992; VARGAS et al., 2004, RIBEIRO JÚNIOR; RAMOS, 2006).

No modelo agrícola convencional, os solos são expostos à radiação solar intensa, amplitudes térmicas, evaporação, multiplicação de ervas daninhas e erosão na entressafra que compreende aproximadamente cinco meses. Nesse período, a cobertura vegetal protege o solo contra esses agentes de degradação. No início do período de chuvas, no Cerrado, a manutenção da cobertura do solo também é fundamental, pois são comuns precipitações de intensidades elevadas que tornam a erosão hídrica bastante crítica em áreas destituídas de vegetação (RESENDE et al., 1992; CARVALHO et al., 1996; CARVALHO; SODRÉ FILHO, 2000).

O processo de degradação física, química e biológica do solo deverá acentuar ainda mais a incorporação de novas áreas ao processo produtivo por meio do desmatamento). Assim, práticas de manejo do solo que promovam a recuperação e/ou a manutenção desses atributos do solo

devem ser adotadas. O uso de associação de culturas (rotação, sucessão e consórcio), a adubação verde e o sistema plantio direto, associado ao emprego de plantas de cobertura, aumentam a diversidade de espécies, a quantidade e a qualidade dos resíduos vegetais e da matéria orgânica, além da agregação do solo, contribuindo para a sustentabilidade de agroecossistemas no Cerrado (AMABILE et al., 2000; BAYER et al., 2001; CARVALHO, 2005; CARVALHO; AMABILE, 2006; PITOL et al., 2006).

O sistema plantio direto como prática de manejo do solo

O plantio direto é um sistema de manejo do solo que implica seqüência e rotação de espécies vegetais visando, principalmente, à maior eficiência na ciclagem de nutrientes e à formação de palhada (cobertura de solo). Esse sistema elimina práticas de revolvimento do solo, como aração e gradagem, e a semeadura é realizada sobre os resíduos acumulados na superfície do solo.

O sistema plantio direto (SPD) foi estabelecido no sul do Brasil, no final da década de 1960, a partir da disponibilidade dos primeiros herbicidas dessecantes, beneficiando-se dos resultados das pesquisas sobre adubação verde/plantas de cobertura. No início da década de 1980, essa prática começou a ser adotada pelos produtores da região do Cerrado, porém, as plantas de cobertura praticamente não faziam parte dos agroecossistemas em plantio direto, exceto, em algumas áreas onde se cultivava o milheto em sucessão à soja na safrinha. A área total cultivada em plantio direto no Brasil é de aproximadamente 18 milhões de hectares, sendo 28 % (5 milhões de hectares), localizadas no Cerrado (AGUIAR et al., 2006).

O plantio direto, baseado no uso de plantas de cobertura e na rotação de culturas, destaca-se como um manejo que elimina as práticas mecânicas de preparo e maximiza o retorno ao solo dos resíduos vegetais, podendo reduzir, evitar e até mesmo superar a degradação relacionada à remoção dos resíduos e ao revolvimento do solo (CARVALHO; SODRÉ

FILHO, 2000; BAYER et al., 2001; CALEGARI, 2006). As principais vantagens do SPD são: incremento de matéria orgânica e da atividade biológica; redução nas perdas de solo por erosão; menor uso de combustíveis fósseis; maior flexibilidade na época de semeadura e colheita; e menor risco de poluição ambiental (BLEVINS; FRYE, 1993; FREITAS, 1999). Os possíveis impactos negativos desse sistema, como a compactação do solo, a contaminação pelo excesso de herbicidas e o aumento na incidência de pragas e doenças, podem ser minimizados ou até eliminados quando o SPD é estabelecido com o uso de plantas de cobertura e rotação de culturas com espécies adequadas, por exemplo, de diferentes famílias.

O plantio direto, se acompanhado de uma cobertura eficiente, resultará em maiores estoques de carbono e nitrogênio do solo, em relação ao preparo convencional, consequentemente, mitigação de gases de efeito estufa, além do controle de plantas invasoras e melhoria nas propriedades físico-hídricas, químicas e biológicas do solo, refletindo na produtividade dos agroecossistemas.

Em algumas pesquisas observam-se vantagens da incorporação dos resíduos vegetais (adubação verde) em relação à sua manutenção na superfície do solo (SPD). Alcântara et al. (2000) constataram maiores benefícios dos adubos verdes sobre a fertilidade química quando os resíduos foram incorporados. Bayer et al. (2002) verificaram menor grau de humificação sob plantio direto em relação ao plantio convencional e relacionaram os efeitos dos sistemas de cultivo (rotação e sucessão de espécies vegetais) sobre os ácidos húmicos à diversidade dos resíduos vegetais.

Considerando a significativa área, de aproximadamente 5,0 milhões de hectares em SPD no Bioma Cerrado, há necessidade de se dispor de informações mais precisas sobre a quantidade e qualidade de material vegetal relacionado à decomposição a qual refletirá no estabelecimento de cobertura do solo e em ciclagem mais eficiente de nutrientes. Esse processo dependerá fundamentalmente da associação de cultivos (por

exemplo, rotação, sucessão e consórcio) e das espécies vegetais que irão compor os agroecossistemas em SPD.

Rotação de culturas como componente do sistema plantio direto

A rotação de culturas consiste na alternância regular e ordenada no cultivo de diferentes espécies vegetais em seqüência temporal, em determinada área. As espécies escolhidas devem ter propósitos comerciais, de cobertura e de manutenção ou recuperação da qualidade do solo. Na integração lavoura-pecuária, os propósitos comerciais podem estar relacionados à produção de grãos ou à produção de forragem para aproveitamento na pecuária, o que viabiliza maior número de opções para compor sistemas de produção. Quando bem planejada, com o passar dos anos, a rotação de culturas preserva ou melhora as propriedades físico-hídricas, químicas e biológicas do solo; contribui para a redução e o controle de plantas daninhas, doenças e insetos-praga; repõe e aumenta os teores de matéria orgânica do solo, contribuindo para viabilizar o plantio direto e para a diversificação da produção agropecuária (PITOL et al., 2006; MEDEIROS; CALEGARI, 2006).

Uma das principais contribuições das leguminosas, por exemplo, mucunas, guandu, crotalárias, ao incremento da fertilidade é o fornecimento de nitrogênio pela fixação biológica do ar atmosférico e pela incorporação de biomassa, proporcionando melhoria da fertilidade química do solo e economia de fertilizantes nitrogenados (RIBEIRO JÚNIOR; RAMOS, 2006).

As associações micorrízicas, que são componentes naturais dos ecossistemas, também são favorecidas e contribuem para o incremento na absorção de nutrientes, principalmente, do fósforo, que é o elemento mais limitante do crescimento das plantas cultivadas em solos de Cerrado. Um exemplo dessa importância é a cultura de milho que apresenta baixa associação com os fungos micorrízicos e, por isso, recomenda-se cultivá-lo em sucessão às espécies vegetais como o feijão-bravo-do-ceará

e mucunas que apresentam elevada capacidade de realizar essa simbiose (MIRANDA; MIRANDA, 2006).

A rotação de culturas contribui ainda para o controle de insetos-praga, doenças, fitonematóides e plantas invasoras, reduzindo a necessidade de aplicações dos vários pesticidas (CZEPAK et al., 2006). Algumas espécies vegetais apresentam o chamado “efeito alelopático”, o que conduz à supressão de plantas pela liberação de substâncias alelopáticas seja como biomassa viva, seja durante o processo de decomposição. Um exemplo já estudado é a ação do feijão-de-porco no controle de plantas daninhas, inclusive, da tiririca. O controle dessas plantas por meio de sombreamento e de competição também é um efeito relevante a ser considerado, já que plantas mais rústicas e agressivas, como mucunas, feijão-bravo-do-ceará e milheto, quando em rotação, diminuem a infestação da área pelas chamadas “ervas daninhas” (BURLE et al., 2006). Também são conhecidas as propriedades antagônicas de algumas espécies de plantas a fitonematóides. Destacam-se leguminosas como: crotalária paulina, crotalária juncea, crotalária spectabilis, mucuna-preta, mucua-anã, mucuna-cinza, estilosantes, indigófera hirsuta, indigófera tinctória e gramíneas como: aveia-preta, *Digitaria decumbens* cv. Pangola, *Panicum maximum* cv. Guiné. Essas plantas, quando empregadas na rotação, não prejudicam os inimigos naturais dos fitonematóides e melhoraram as propriedades físico-químicas do solo. A decomposição de resíduos vegetais favorece não só a proliferação de inimigos naturais, como também libera substâncias com efeito nematicida e possibilita o controle de outros patógenos do solo além dos fitonematóides (SHARMA, 2006).

O maior aporte e a diversidade de resíduos vegetais em sistemas com rotação de culturas resulta numa ciclagem mais eficiente de nutrientes, favorecendo seu uso pela cultura em seqüência. Os nutrientes com potencial de lixiviação como o nitrogênio e o potássio ou os que podem ser retidos com relativa facilidade, como o fósforo são os mais favorecidos. No entanto, o uso eficiente dos nutrientes liberados no processo de decomposição depende da sincronia entre a cultura principal e as plantas em rotação (CARVALHO; AMABILE, 2006).

O sucesso na rotação de culturas depende do planejamento das espécies e de cultivares a utilizar, devendo-se compatibilizar a produção de grãos, biomassa e maior tempo de cobertura do solo (Tabela 1).

Tabela 1. Seqüência de culturas recomendadas em relação à cultura principal para compor sistemas de rotação de culturas.

Cultura antecessora	Cultura Principal	Cultura sucessora
Milho, sorgo, milheto, arroz, trigo, aveia, consórcio de milho + mucuna e milho com guandu	SOJA	Milho, sorgo, milheto, girassol, nabo-forrageiro arroz, ervilhaca, aveia e trigo
Soja, guandu, mucuna, girassol, crotalária, labe-labe, nabo-forrageiro, ervilhaca, aveia, consórcio de milho + mucuna e milho + guandu	MILHO	Aveia, nabo-forrageiro, trigo, girassol, milheto, soja, feijão, sorgo e arroz
Milho, soja, milheto, trigo e aveia	ALGODÃO	Aveia, nabo-forrageiro, trigo, soja, milho, sorgo, milheto e arroz
Milho, soja, sorgo, arroz, milheto, aveia e trigo	GIRASSOL	Milho, sorgo, arroz, aveia, milheto, nabo-forrageiro e trigo
Milho, sorgo, arroz, milheto, aveia e mucuna	FEIJÃO	Milho, sorgo, arroz, trigo, milheto e aveia
Milho, soja, guandu, aveia, trigo, crotalária, labe-labe, nabo-forrageiro, ervilhaca e mucuna	SORGO	Girassol, feijão, aveia, nabo-forrageiro, tremoço, ervilhaca, guandu, soja, mucuna e labe-labe
Nabo-forrageiro, ervilhaca, aveia, tremoço, girassol, guandu, soja, milho, crotalária, mucuna, feijão e labe-labe	ARROZ SEQUEIRO	Girassol, feijão, tremoço, aveia, nabo-forrageiro, ervilhaca, guandu, soja, mucuna e labe-labe
Milho, algodão, girassol, mucuna, feijão, soja, guandu, crotalária e labe-labe	TRIGO	Mucuna, girassol, feijão, algodão, sorgo, milheto, guandu, soja, labe-labe e crotalária
Todas podem ser recomendadas	AVEIA	Todas podem ser recomendadas

Fonte: adaptado de Broch et al. (1997).

Adubação verde e plantas de cobertura em sistema plantio direto

A milenar prática de adubação verde/plantas de cobertura já vinha sendo aplicada com sucesso por antigos povos (romanos, gregos, chineses e outras civilizações). Todavia, com a intensa aplicação de insumos modernos, principalmente a partir da “revolução verde”, essa prática foi quase esquecida no século 20. Nas últimas décadas, pesquisas e experiências de agricultores em várias condições edafoclimáticas e sistemas de produção contribuíram para a retomada de sua aplicação (AMABILE; CARVALHO, 2006; CALEGARI, 2006).

A prática de adubação verde corresponde ao uso de plantas em sucessão, rotação ou em consórcio com as culturas, com objetivo de se buscar a proteção da superfície, bem como a manutenção e a melhoria das propriedades físico-hídricas, químicas e biológicas do solo, em todo seu perfil. Nesse contexto, partes das plantas utilizadas podem ser aplicadas para outros fins, como produção de sementes, fibras e alimentação animal (CARVALHO; AMABILE, 2006; CALEGARI, 2006).

As plantas de cobertura contribuem para o aumento de diversidade de espécies e de resíduos vegetais em SPD, minimizando os impactos da conversão de vegetação natural ao processo de produção agrícola que tem se baseado, em sua maioria, em monocultivos. O incremento de nitrogênio no solo seja por meio da fixação biológica, seja mediante incorporação de biomassa, principalmente no caso das leguminosas, é uma das contribuições mais comum e de relevância, proporcionando inclusive economia de fertilizantes. Essa prática também contribui para o controle de insetos-praga, doenças, fitonematóides e plantas invasoras, reduzindo as aplicações dos vários pesticidas. O controle de erosão hídrica ou eólica, é outra vantagem das plantas de cobertura, pois minimizam perdas de solo e, consequentemente, água, nutrientes e matéria orgânica. A redução ou a eliminação de aplicação de pesticidas e fertilizantes tem impactos ambientais e socioeconômicos altamente positivos, especialmente, porque diminui os riscos de poluição do solo e dos mananciais hídricos (AMABILE; CARVALHO, 2006; CARVALHO; AMABILE, 2006; CALEGARI, 2006).

As espécies vegetais cultivadas em rotação às culturas cujos resíduos apresentam decomposição acelerada, como é o caso da soja, devem apresentar decomposição mais lenta. Algumas plantas de cobertura que possuem esse comportamento são: milheto, sorgo, braquiária e guandu. No sistema plantio direto, os efeitos benéficos sobre atributos do solo podem manifestar-se num período mais longo em consequência da decomposição acelerada dos resíduos vegetais, sobretudo, nas condições climáticas de Cerrado. O uso de espécies vegetais que produzem quantidade e qualidade de resíduos adequados, sobretudo, com diversidade de resíduos e cobertura eficiente do solo é fundamental para o sucesso do SPD (CARVALHO, 2005).

Aportes de carbono, nitrogênio e emissões de gases de efeito estufa no SPD

As concentrações atmosféricas de gases de efeito estufa têm aumentado rapidamente por causa de atividades antropogênicas, como queima de combustíveis fósseis, urbanização, desmatamentos, queimadas, bem como de práticas agrícolas que envolvem aplicações de fertilizantes, preparo do solo, incorporação de resíduos vegetais, irrigação, drenagem, entre outras (SANHUEZA et al., 1994; SKIBA; DICK, 2004; CARVALHO et al., 2006). Os processos de degradação física, química e biológica que resultam na diminuição de biomassa produzida causam impactos negativos na qualidade do solo, podendo aumentar as emissões de gases (CO_2 , CH_4 , NO e N_2O) para a atmosfera (LAL, 2002).

A adição da matéria orgânica ao solo ocorre, principalmente, pela entrada do carbono resultante da síntese de compostos orgânicos durante a fotossíntese. A quantidade de carbono adicionada ao solo depende das espécies vegetais e dos sistemas de cultivos em uso. As perdas de carbono ocorrem, em geral, pela liberação de CO_2 na respiração, pela decomposição microbiana dos resíduos e da matéria orgânica do solo e pelas perdas dos compostos orgânicos através de lixiviação e da erosão. A magnitude desses processos, em condições edafoclimáticas específicas, depende direta ou indiretamente do manejo do solo (MIELNICZUK, 1999; LAL, 2002). As concentrações de CO_2 atmosférico em áreas agrícolas podem ser reduzidas

pelo uso de sistemas de preparo do solo que resultem em matéria orgânica estável e mais resistente à degradação (RESCK, 1998; BRONICK; LAL, 2005).

Ecossistemas onde a emissão de CO₂ excede a assimilação na forma de produção primária são considerados como fontes desse gás. Ao contrário, se a absorção predomina sobre a liberação, eles são considerados drenos de CO₂. Portanto, o balanço entre o carbono perdido pelo processo de respiração e o carbono acumulado como matéria orgânica conduz o solo à função de dreno ou fonte de CO₂. Essa função do solo depende fundamentalmente do seu uso e manejo quando da conversão de vegetação nativa em sistemas agropecuários, alterando os estoques de carbono do solo (RESCK, 1998; FERREIRA, 2002). Corazza et al. (1999) demonstraram que sistemas sem preparo do solo no Cerrado (reflorestamento, plantio direto e pastagens) resultaram no maior acúmulo de carbono em relação ao que utilizou o revolvimento do solo, sendo considerados drenos de CO₂ para a atmosfera.

As mudanças no uso da terra são acompanhadas de alterações climáticas, incluindo precipitação média anual, além do comprimento e da severidade da estação seca. Essas mudanças também resultam em variações no conteúdo de água do solo, consequentemente, em alterações regionais e temporais nas emissões de gases (PINTO et al., 2002; VARELLA et al., 2004; CARVALHO, 2005).

As alterações na dinâmica da matéria orgânica e de nitrogênio por mecanismos biológicos associados aos resíduos vegetais, além dos fatores climáticos, afetam diretamente a liberação de CO₂ e a mineralização do nitrogênio, refletindo na emissão de gases (CO₂, NO e N₂O). A aplicação de fertilizantes nitrogenados também influencia as emissões dos gases de nitrogênio para a atmosfera (CARVALHO, 2005; CARVALHO et al., 2006).

A quantidade e a qualidade de resíduos vegetais acumulados no solo ao longo da rotação de cultivos em SPD se expressam no aporte de nutrientes, em especial, carbono e nitrogênio. Consequentemente, contribuindo também para o balanço negativo das emissões de gases para atmosfera, ou seja, na mitigação das emissões dos gases de efeito estufa.

Limitações, alternativas e cuidados no uso das plantas de cobertura

A diversidade de espécies vegetais, que resulta na manutenção de cobertura e da quantidade adequada e qualidade da matéria orgânica do solo, contribui sobremaneira para a sustentabilidade dos agroecossistemas tropicais (MIELNICZUK, 1999). Entretanto, as condições de clima no Cerrado, principalmente, em relação à sazonalidade das chuvas, às temperaturas elevadas e à radiação solar intensa dificultam o cultivo dessas plantas na entressafra e favorecem a rápida decomposição dos seus resíduos. Por isso, a cobertura do solo, acompanhada do aumento do teor de matéria orgânica, é uma prática de recuperação do solo com limitações nesse bioma (BURLE et al., 1992; AMABILE et al., 2000; CARVALHO; SODRÉ FILHO, 2000). Nessas condições, o uso de espécies vegetais com decomposição mais lenta representa uma estratégia para aumentar a eficiência de cobertura e os teores de matéria orgânica do solo.

A susceptibilidade dos resíduos vegetais à decomposição está associada à sua composição química, principalmente, quanto aos teores de celulose, hemicelulose, lignina e polifenóis e às relações entre constituintes como C/N, C/P, lignina/N, polifenóis/N e lignina + polifenóis/N (AITA; GIACOMINI, 2003; ESPINDOLA et al., 2006). A razão C/N individualmente não representa bem o processo de decomposição dos materiais orgânicos por não considerar a qualidade do carbono. A quantidade e a composição química do material vegetal controlam a formação da matéria orgânica do solo e os processos de humificação nos ecossistemas terrestres. Quando o objetivo é cobertura e não incorporação, devem-se buscar materiais com capacidade mais elevada de permanência no solo com menores taxas de decomposição, razões C/N e C/P mais altas, teores de lignina, celulose e polifenóis mais elevados (SCHOLES et al., 1997; ZECH et al., 1997; CARVALHO et al., 1996; BURLE et al., 2006). A decomposição dos resíduos vegetais depende da microbiota do solo e da influência de fatores ambientais, sendo que o clima, principalmente precipitação pluviométrica e temperatura, é o principal agente que interfere nesse processo (PRESTON, 1996; CARVALHO; SODRÉ FILHO, 2000).

Para viabilizar o uso de plantas de cobertura no Bioma Cerrado há necessidade de se associarem os parâmetros agronômicos e as condições edafoclimáticas, além dos sistemas de manejo (incorporação e plantio direto) e cultivo (rotação, sucessão e consórcio).

As principais características agronômicas a serem consideradas na escolha de plantas de cobertura são: quantidade e qualidade de biomassa, produção de sementes, ciclo compatível com a cultura comercial, sementes de fácil obtenção e de fácil colheita, baixa suscetibilidade a doenças e pragas, enraizamento profundo, tolerância ao alumínio, eficiência na extração e na ciclagem de nutrientes, elevada fixação de N₂ atmosférico, associação com micorrizas, resistência ao estresse hídrico, eficiência no controle de invasoras e de nematóides, consequentemente, aumento na produtividade das culturas subsequentes (PEREIRA et al., 1992; AMABILE et al., 2000; CARVALHO; AMABILE, 2006). Essas características necessitam refletir-se em incrementos de matéria orgânica do solo e fornecimento de nutrientes, principalmente, de nitrogênio e de fósforo em formas disponíveis às plantas (SILVA et al., 1997; AMABILE et al., 2000). Dentre os fatores relacionados, um dos mais relevantes é a tolerância ao estresse hídrico (BURLE et al., 1992; AMABILE et al., 2000).

Alguns cuidados básicos devem ser tomados ao selecionar espécies vegetais para uso na rotação de cultivos. Um dos aspectos mais importantes é que determinadas espécies vegetais podem tornar-se hospedeiras de pragas-chave de culturas, como milho, soja, cana-de-açúcar e outras. Portanto, deve-se evitar o uso de espécies vegetais com suscetibilidade às mesmas pragas e doenças em sistemas de rotação de cultivos (CZEPAK et al., 2006).

É necessário cuidado especial com o manejo de determinadas plantas de cobertura, como mucunas e feijão-bravo-do-ceará, para que não se tornem plantas invasoras. O corte deverá ser efetuado no início da floração, que ocorre a partir de 90 dias, e o ciclo se completa a partir de 150 dias. Por causa da desuniformidade na germinação e, consequentemente, na floração, deve-se evitar a formação de vagens e, principalmente, a sua maturação, pois elas podem permanecer no solo e

rebrotar. Para minimizar o problema da desuniformidade da germinação, devem-se escarificar as sementes imergindo-as em água em ebulação por 30 segundos. O manejo da biomassa pode ser efetuado com o rolo-faca, roçadeira, triton, grade leve fechada ou por meio de herbicidas. Feito o corte, o material deve ser deixado na superfície, permanecendo como cobertura para o SPD. Recomenda-se priorizar a manutenção dos resíduos vegetais em cobertura, já que sua incorporação promove a ciclagem mais rápida de nutrientes, prejudicando absorção pela cultura em seqüência, sobretudo, daqueles com potencial de lixiviação como nitrogênio e potássio (CARVALHO; AMABILE, 2006; BURLE et al., 2006).

Plantas de cobertura com potencial de uso em sistema plantio direto no Cerrado

Várias espécies vegetais foram testadas quanto ao rendimento de fitomassa, razão C/N, razão C/P e nutrientes acumulados na parte aérea sob condições de estresse hídrico no Cerrado (BURLE et al., 1992; CARVALHO et al., 1996; AMABILE et al., 2000). A dinâmica de decomposição de resíduos vegetais foi avaliada com base na composição química em relação aos grupos de carbono por RMN de ^{13}C com CPMAS (ALCÂNTARA; CARVALHO, 2006). Para cobertura de solo, onde a formação de palhada é condição essencial, guandu, milheto e mucunacinza foram as espécies mais indicadas porque necessitam de maior tempo para reciclar seus resíduos vegetais em função da maior porcentagem de carbono do grupo de compostos aromáticos, além da adaptabilidade às condições de estresse hídrico do Cerrado. O feijão-bravo-do-ceará, apesar da elevada tolerância ao estresse hídrico, apresenta menores proporções relativas de carbono dos grupos aromático e alquilas, o que contribui para a decomposição mais acelerada dos seus resíduos vegetais (BURLE et al., 1992; CARVALHO, 2005; ALCÂNTARA; CARVALHO, 2006).

Diante das informações já obtidas em condições de baixa oferta hídrica do Cerrado (Tabelas 2, 3, 4 e 5) são apresentadas as principais espécies vegetais com potencial de uso em SPD .

Tabela 2. Produção de matéria seca, teores e conteúdos de nitrogênio e fósforo na parte aérea das plantas de cobertura, ano agrícola 2002/2003, Planaltina, DF.

Plantas de cobertura	Matéria seca	Nitrogênio		Fósforo	
	(kg ha ⁻¹)	(g kg ⁻¹)	(kg ha ⁻¹)	(g kg ⁻¹)	(kg ha ⁻¹)
Crotalária juncea	1706 (cd)	24,02 (a)	40,96 (a)	1,82 (ab)	3,00 (a)
Feijão-bravo-do-ceará	2958 (a)	17,73 (b)	50,72 (a)	0,79 (c)	2,35 (abc)
Girassol	898 (e)	11,90 (de)	10,63 (b)	1,52 (bc)	1,36 (c)
Guandu	1317 (ed)	15,16 (bcd)	19,99 (b)	1,09 (bc)	1,45 (bc)
Milheto	2103 (bc)	10,08 (e)	20,86 (b)	0,87 (c)	1,75 (bc)
Mucuna-cinza	2724 (ab)	16,12 (c)	43,81 (a)	0,79 (c)	2,14 (abc)
Nabo-forrageiro	1031 (ed)	17,74 (b)	18,32 (b)	2,45 (a)	2,57 (ab)
V. espontânea	827 (e)	12,75 (cde)	10,70 (b)	1,52 (bc)	1,30 (c)

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de significância.

Fonte: adaptado de Carvalho (2005).

Tabela 3. Razões C/N e C/P do material verde (anteriores ao início da decomposição) e dos resíduos vegetais das plantas de cobertura aos 180 dias do início da decomposição, ano agrícola 2002/2003, Planaltina, DF.

Plantas de cobertura	Razão C/N		Razão C/P	
	Material verde	Resíduo vegetal (180 dias)	Material verde	Resíduo vegetal (180 dias)
Crotalária juncea	21 (d)	28 (a)	300 (bc)	400 (b)
Feijão-bravo-do-ceará	30 (bcd)	17 (c)	630 (a)	380 (b)
Girassol	39 (ab)	24 (abc)	310 (bc)	270 (b)
Guandu	34 (bc)	26 (ab)	490 (ab)	610 (a)
Milheto	50 (a)	24 (abc)	640 (a)	340 (b)
Mucuna-cinza	32 (bcd)	20 (bc)	660 (a)	560 (a)
Nabo-forrageiro	26 (cd)	27 (ab)	190 (c)	300 (b)
V. espontânea	39 (ab)	21 (bc)	330 (bc)	350 (b)

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de significância.

Fonte: adaptado de Carvalho (2005).

Tabela 4. Proporção de resíduos decompostos (%), em plantio direto (PD) e com incorporação (Inc), ano agrícola 2002/2003, Planaltina, DF.

Espécies vegetais	60 dias			90 dias			180 dias			210 dias			240 dias		
	PD	Inc	PD	Inc	PD	Inc	PD	Inc	PD	Inc	PD	Inc	PD	Inc	
Crotalária juncea	16 (c)A	17 (c)A	33 (bc)A	39 (ab)A	69 (b)A	75 (a)A	80 (b)A	82 (bc)A	84 (a)A	91 (a)A					
Feijão-bravo-do-ceará	28 (ab)A	29 (b)A	30 (bc)A	32 (bc)A	78 (a)A	75 (a)A	84 (ab)A	87 (b)A	86 (a)A	91 (a)A					
Girassol	28 (ab)A	25 (b)A	53 (a)A	53 (a)A	76 (a)A	83 (a)B	87 (a)A	89 (b)A	89 (a)A	91 (a)A					
Guandu	19 (c)A	17 (c)A	26 (c)A	27 (c)A	60 (c)A	61 (b)A	71 (c)A	77 (c)A	68 (c)A	83 (b)B					
Milheto	32 (a)A	34 (ab)A	24 (c)A	26 (c)A	69 (b)A	71 (a)A	69 (c)A	80 (c)B	76 (ab)A	87 (a)B					
Mucuna-cinza	28 (ab)A	27 (b)A	37 (b)A	37 (ab)A	69 (b)A	72 (a)A	71 (c)A	79 (c)B	72 (b)A	80 (b)B					
Nabo-forrageiro	23 (bc)A	48 (a)B	52 (a)A	67 (a)B	81 (a)A	82 (a)A	85 (ab)A	91 (a)A	88 (a)A	92 (a)A					
V. espontânea	25 (b)A	29 (b)A	30 (bc)A	33 (bc) A	69 (b)A	76 (a)B	74 (c)A	86 (bc)B	80 (ab)A	89 (a)B					

Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de significância.

Fonte: adaptado de Carvalho (2005).

Tabela 5. Distribuição relativa (%) dos grupos orgânicos do material vegetal e dos seus resíduos aos 60 e 90 dias do início da decomposição, por meio de RMN de ^{13}C CPMAS.

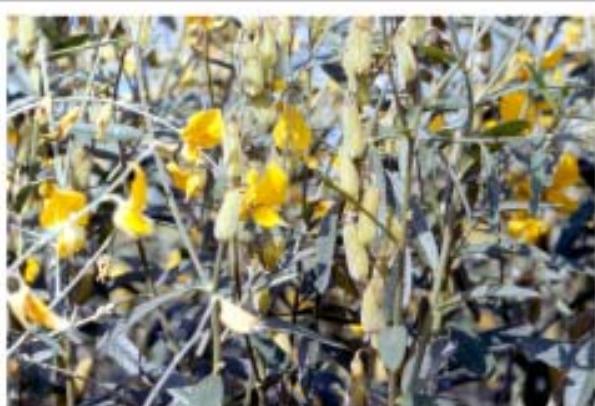
Espécies vegetais	Carbonila/aciila			Aromático			Porcentagem em relação aos grupos orgânicos			Alquila
	0 d	60 d	90 d	0 d	60 d	90 d	0 d	60 d	90 d	
<i>C. juncea</i>	7,5 (a)AB	10,6 (a)A	4,1 (a)B	9,9 (ab)A	8,3 (b)A	5,3 (b)A	69,2 (a)A	61,8 (a)B	70,1 (a)A	13,4 (b)B
Feijão-bravo	11,0 (a)A	6,8 (a)AB	5,9 (a)B	7,5 (bc)A	5,9 (b)A	6,2 (b)A	65,5 (a)A	68,4 (a)A	68,1 (a)A	16,0 (bc)B
Guandu	11,4 (a)A	7,8 (a)AB	4,7 (a)B	11,7 (a)A	11,4 (a)A	11,9 (a)A	56,4 (b)B	54,5 (b)B	64,3 (b)A	20,5 (a)B
Mucuna-cinza	6,7 (a)AB	7,5 (a)A	2,3 (a)AB	12,1 (a)A	13,1 (a)A	10,1 (a)A	67,5 (a)A	62,3 (a)A	67,0 (a)A	13,7 (b)B
N forrageiro	10,5 (a)A	7,8 (a)A	2,9 (a)B	5,7 (c)A	7,5 (b)A	7,7 (b)A	65,9 (a)B	67,1 (a)AB	74,1 (a)A	17,9 (ac)A
										17,6 (b)A
										15,3 (b)A

Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem pelo teste de Tukey, a 5 %.

Fonte: Alcântara e Carvalho (2006).

Nome comum:
Crotalária juncea
Nome científico:
***Crotalaria juncea* L.**

Foto: Welmiton Fábio Ribeiro.



A crotalária juncea é uma leguminosa cultivada em muitos países para produção de fibras, como na Ásia tropical e Rússia meridional. No Brasil, foi introduzida inicialmente para produção de fibras, mas se difundiu como planta melhoradora de solo (planta de cobertura/adubo verde).

Em geral, essa espécie possui sensibilidade ao fotoperíodo, comportando como planta de dias curtos, pois, à medida que sua semeadura é atrasada, ocorre redução no seu porte e, consequentemente, na produção de biomassa. Porém, entre as espécies do gênero *Crotalaria*, a *C. juncea* é uma das menos sensíveis a fotoperíodo. Em relação ao déficit hídrico, ela é relativamente tolerante à seca, desde que não ocorra compactação ou adensamento do solo, já que seu sistema radicular não é eficiente para romper essas camadas de impedimento no solo. Não tolera geada, pois é planta de clima tropical e subtropical.

A crotalária juncea é uma das leguminosas com ciclo, até a floração, mais curto no Cerrado. Quando semeada no início do período chuvoso, floresce aos 90 dias e, quando semeada no final dessa estação, floresce aos 60 dias, completando o ciclo com 120 dias.

Em algumas regiões, como no Cerrado de Goiânia, a crotalária juncea pode ser cultivada durante o período de entressafra, com semeadura efetuada depois da colheita da cultura comercial de verão. No entanto, em seu cultivo na época seca no Distrito Federal, verifica-se produção de fitomassa muito baixa.

Nome comum:
Feijão-bravo-do-ceará

Nome científico:
Canavalia brasiliensis Mart e Benth

Foto: Welmiton Fábio Ribeiro.



O feijão-bravo-do-ceará é uma leguminosa anual ou bianual e destaca-se para cultivo no período da entressafra no Cerrado pela sua elevada resistência à seca. Essa espécie permanece verde o ano todo, podendo ser semeada em qualquer época, desde que se tenha umidade suficiente no solo para sua germinação. Sem irrigação, recomenda-se a semeadura até meados de abril, imediatamente após a colheita da cultura comercial. Apresenta sensibilidade muito baixa ao fotoperíodo, suportando condições de estresse, como temperatura elevada e déficit hídrico, mas não resiste a geadas. Seu florescimento ocorre entre 80 e 104 dias, com períodos mais curtos na entressafra.

Apesar de o crescimento inicial ser relativamente lento, o feijão-bravo-do-ceará é uma planta com intensa capacidade de ramificação e rebrotação. É uma espécie adaptada a solos de textura arenosa a muito argilosos, desenvolvendo bem em solos ácidos, com baixa fertilidade e na presença de alumínio.

Nome comum:

Guandu

Nome científico:

Cajanus cajan (L.) Millsp

Foto: Arminda M. de Carvalho.



O guandu é leguminosa arbustiva anual, bianual ou semiperene, com hábito de crescimento determinado. É uma das leguminosas forrageiras mais comumente semeadas nas regiões tropicais e subtropicais, até mesmo em regiões áridas e semi-áridas, sendo encontrado desde o nível do mar até 1.800 m de altitude. Adaptado a ampla faixa de precipitação, mostra-se tolerante à seca, porém muito sensível à geada. É quase sempre sensível ao fotoperíodo, tendo resposta quantitativa ao florescimento em dias curtos. Desenvolve-se melhor em temperaturas mais elevadas suportando condições extremas de déficit hídrico. Na estação seca, no Bioma Cerrado, torna-se caducifólia em razão da severa deficiência hídrica imposta à região nesse período.

O guandu, como a maioria das leguminosas tropicais, é descrito, como uma espécie influenciada pelo termoperíodo. Existe ampla variabilidade de genótipos que, mesmo não respondendo ao fotoperíodo, são muito sensíveis à variação da temperatura, e seu efeito é, por vezes, mais importante do que o efeito do comprimento do dia.

Resultados obtidos nas condições do Cerrado de Goiás mostraram que à proporção que se atrasa a semeadura de novembro a março, ocorre diminuição no período vegetativo do guandu e, consequentemente, redução no seu porte, na sua produção de biomassa e de grãos. O período até a floração reduziu de 127 (semeadura em novembro) para 97 dias (semeadura em março), no primeiro ano, e de 137 (semeadura em novembro) para 94 dias (semeadura em março), no segundo ano agrícola.

Nome comum:
Feijão-de-porco

Nome científico:
Canavalia ensiformis (L.) DC

Foto: Arminda M. de Carvalho.



O feijão-de-porco é uma leguminosa anual ou bianual de origem tropical, muito adaptada a clima seco, suportando, longos períodos sem chuvas. Mesmo sendo semeado no final do período chuvoso ele se estabelece e atinge produção adequada de fitomassa, pois, além da sua

extrema tolerância ao déficit hídrico, não apresenta sensibilidade ao fotoperíodo. Vem sendo utilizado como cobertura verde também na região Semi-Árida do Nordeste brasileiro.

É uma planta adaptada a condições ambientais bem adversas, suportando desde o clima árido e seco das regiões semi-áridas até regiões de clima temperado e úmido e regiões originalmente com florestas tropicais. É uma planta bastante cultivada em regiões quentes tropicais como cobertura do solo e adubação verde.

No Cerrado, o feijão-de-porco pode ser semeado no final do período chuvoso e após a colheita de uma cultura comercial precoce. O estabelecimento inicial é mais lento do que o das mucunas e mais rápido do que do feijão-bravo-do-ceará. Uma alternativa para cultivo do feijão-de-porco em sistemas agrícolas com milho é sua semeadura aproximadamente aos 45 dias depois do plantio dessa cultura. A produção de milho obtida não é tão elevada quanto àquela em associação com mucuna e é comum a ocorrência de certa competição com a cultura nos primeiros anos da implantação do sistema. Outra opção de uso dessa leguminosa é em associação com culturas perenes já que ela tolera o sombreamento parcial.

Quando semeado no início do período chuvoso, o feijão-de-porco apresenta ciclo até o florescimento variável, entre 64 e 118 dias e atinge a maturação entre 168 e 249 dias. Quando semeado no fim desta estação, o período até atingir a floração praticamente não se altera (cerca de 75 a 85 dias), e o intervalo para atingir a maturação cai para aproximadamente 126 a 184 dias. A colheita mecânica das suas sementes também é dificultada por causa do tamanho muito grande delas.

O feijão-de-porco é pouco exigente do ponto de vista nutricional, adaptando bem aos solos de baixa fertilidade do Bioma Cerrado, tolerando, além de solos ácidos e pobres, solos salinos e mal drenados, com texturas variáveis (desde arenosos até argilosos).

Nome comum:
Milheto
Nome científico:
Pennisetum glaucum (L.) R. Brown

Foto: Arminda M. de Carvalho.



O milheto é uma gramínea anual e forrageira, de clima tropical, hábito ereto, porte alto, podendo atingir até 5 m de altura. É cultivado com freqüência no sul do País, e seu uso concentrando-se na pecuária de leite.

No Cerrado, o milheto passou a ser cultivado, a partir de 1990, na safrinha (fevereiro a abril), principalmente, após a cultura de soja e, na primavera (agosto a outubro), como cobertura do solo para plantio direto e outras finalidades, por exemplo, na integração lavoura-pecuária. O milheto também pode ser cultivado como safrinha com o objetivo de pastejo na entrada do inverno e para produção de sementes. Nessa opção (após a cultura de verão) haverá formação de nova cobertura de solo por causa do rebrotamento e da germinação das sementes que caíram no chão. Na primavera, o uso do milheto é mais específico para cobertura do solo no sistema de plantio direto, quando o solo, geralmente, ficaria ocioso, descoberto e exposto aos agentes de degradação.

O milheto apresenta elevada tolerância à seca em razão de seu sistema radicular profundo, podendo atingir até 3,6 m e de sua grande

eficiência de transformação de água em biomassa. Possui acentuada capacidade em adaptar-se a diferentes solos como os arenosos, de baixa fertilidade e com elevados níveis de alumínio tóxico e baixo pH. Apresenta facilidade para produzir sementes e boa adaptação à mecanização.

Nome comum:
Nabo-forrageiro
Nome científico:
Raphanus sativus L.

Foto: Arminda M. de Carvalho.



O nabo-forrageiro é uma crucífera anual cultivada no período de inverno, difundida principalmente na Região Sul do País. No Estado de Mato Grosso do Sul ele é cultivado também no período de inverno e, nessa região, recomenda-se semeá-lo a partir de abril.

O crescimento inicial dessa espécie é rápido, podendo ser classificado como planta com capacidade de controlar invasoras. O nabo-forrageiro parece ter efeitos alelopáticos, pois mesmo com baixa produção de biomassa exerce bom controle de plantas invasoras.

Essa espécie apresenta ciclo de aproximadamente 45 dias até o florescimento seja em semeadura na fase inicial, seja na fase final do período chuvoso.

Nas áreas de Cerrado do sul do Estado de Mato Grosso do Sul, o nabo-forrageiro adaptou-se aos solos de baixa fertilidade dessa região, entretanto, em condições de fertilidade mais elevada, produz maior quantidade de fitomassa e de grãos. O mesmo não pode ser dito para as demais regiões do Bioma Cerrado (Distrito Federal, Goiás, Bahia), nas quais essa planta, ao ser comparada a outras espécies com potencial para cobertura de solo, não se classifica como eficiente. O nabo-forrageiro é uma excelente planta acumuladora de nutrientes, quando comparado a outras espécies, inclusive com as leguminosas.

Nome comum:

Mucuna

Nome científico:

Mucuna sp.

Foto: Arminda M. de Carvalho.



A mucuna é uma leguminosa anual com hábito de crescimento indeterminado. Várias espécies do gênero mucuna podem ser utilizadas como adubo verde ou planta de cobertura, apresentando variações na produção de biomassa e no comportamento nutricional. Conseqüentemente, possuem potencial diferenciado no fornecimento de nutrientes ao solo e às culturas semeadas em seqüência ou em associação. As mais recomendadas são mucuna-preta, mucuna-cinza e mucuna-conchinchinensis

em virtude da elevada produção de biomassa e maior ciclagem de nutrientes. A mucuna-preta é a mais difundida no Bioma Cerrado, possivelmente, pela maior disponibilidade de sementes e uso mais comum nas demais regiões do Brasil.

A mucuna-preta desenvolve-se bem em condições de déficit hídrico, não possui reação fotoperíodica, suporta temperaturas elevadas, podendo ser cultivada do início até final do período chuvoso em áreas de Cerrado. Suporta sombreamento, não tolera encharcamento nem geadas.

Por apresentar baixa ou nula sensibilidade ao fotoperíodo e ao déficit hídrico, a mucuna sp. praticamente não tem sua produção de biomassa reduzida com a mudança da época de semeadura do início para o final do período chuvoso. Assim, essa espécie apresenta potencial para semeadura mais tardia em áreas de Cerrado, como no final da estação chuvosa para cobertura de solo em SPD.

Um sistema com potencial de uso é o consórcio de mucuna com o milho seja concomitantemente, seja quando essa cultura já completou seu ciclo vegetativo. Sua incorporação ao solo, nesse sistema, pode corresponder à adubação com 50 kg ha⁻¹ até 200 kg ha⁻¹ de N. Uma das limitações ao consórcio é a dificuldade para realizar a semeadura mecanizada. A mucuna sp. desenvolve-se em solos argilosos a arenosos e arejados, tolera acidez e não é exigente em fertilidade do solo.

Além das espécies já relacionadas, outras com tolerância ao estresse hídrico e com adaptabilidade aos sistemas de produção, como na integração lavoura-pecuária, também têm sido utilizadas com eficiência. Como exemplo, citamos as braquiárias e o sorgo.

Considerações finais

A Embrapa Cerrados iniciou pesquisas relacionadas ao uso de plantas de cobertura/adubos verdes a partir de 1975, com o objetivo de conhecer desde os aspectos básicos de adaptação de espécies vegetais

aos ecossistemas do Cerrado até estudos mais aprofundados sobre impactos nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, com destaque para a matéria orgânica. Ao longo dos anos, foram caracterizadas, principalmente, a potencialidade em relação à fixação biológica de nitrogênio (FBN) e a ciclagem de nutrientes, com destaque para nitrogênio e fósforo.

A identificação de espécies tolerantes ao estresse hídrico, como mucunas, guandu, feijão-bravo-do-ceará, milheto e sorgo, foi fundamental para se recomendar cultivos na entressafra, quando o solo descoberto fica exposto aos agentes de degradação como radiação solar, erosão eólica e hídrica. A Embrapa Cerrados vem desenvolvendo estudos sobre decomposição de material vegetal com potencial para cobertura do solo em sistema plantio direto. O estoque de carbono que deverá ter reflexos no balanço negativo das emissões de gases de efeito estufa para a atmosfera, também, é um tema relevante associado ao uso de plantas de cobertura.

Finalmente, o conhecimento de espécies vegetais com razão C/N, C/P e composição química que favorecem o aumento da matéria orgânica do solo, a ciclagem mais eficiente de nutrientes, a cobertura e estoques de C e N no solo, consequentemente, a mitigação das emissões de gases de efeito estufa, deverão conferir maior sustentabilidade aos agroecossistemas no Bioma Cerrado.

Para adotar o uso de plantas de cobertura nos sistemas agropecuários seja em rotação, sucessão, seja em consórcio, devem-se buscar superar limitações, nas quais produção e aquisição de sementes figuram entre as maiores dificuldades. A produção de sementes na propriedade rural onde se fará uso dessa técnica ou em núcleos de produção regionais são opções viáveis para facilitar sua adoção.

A produtividade dos agroecossistemas, sem causar impactos negativos ou degradar o meio ambiente, é um dos grandes desafios da pesquisa agropecuária. Assim, estudos adicionais relacionadas à rotação

de culturas e plantas de cobertura em SPD são essenciais para o uso mais sustentável desse bioma. Os órgãos de extensão e pesquisa devem trabalhar conjuntamente com a finalidade de estabelecer essas práticas que podem contribuir para a produção ambientalmente equilibrada no Bioma Cerrado.

Referências

- AE, N.; ARIHARA, J.; OKADA, K. Phosphorus uptake mechanism of pigeon pea grow in Alfisols and Vertisols. In: JOHANSEN, C.; LEE, K.; SAHRAWAT, K. L. (Ed.). **Phosphorus nutrition of grain legumes in the semi arid tropics**. Patancheru: ICRISAT, 1991. p. 91-98.
- AGUIAR, J. L. P. de; CARVALHO, A. M. de; CARDOSO, A. N.; GOMES, A. C. Viabilidade econômica do uso de plantas condicionadoras de solo em agroecossistemas de sequeiro. In: CARVALHO, A. M. de; AMABILE, R. F. (Ed.). **Cerrado: adubação verde**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. p. 331-369.
- AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 601-612, 2003.
- ALCÂNTARA, F. A. de; CARVALHO, A. M. de. Ressonância magnética nuclear de ^{13}C em estudos de caracterização estrutural da matéria orgânica do solo. In: ROSCOE, R.; MERCANTE, F. M.; SALTON, J. C. (Ed.). **Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. p. 243-280.
- ALCÂNTARA, F. A. de; FURTINI NETO, A. E.; PAULA, M. B. de; MESQUITA, H. A. de; MUNIZ, J. A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo Vermelho-Escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 277-288, 2000.
- AMABILE, R. F.; CARVALHO, A. M. de. Histórico da adubação verde. In: CARVALHO, A. M. de; AMABILE, R. F. (Ed.). **Cerrado: adubação verde**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. p. 23-40.
- AMABILE, R. F.; FANCELLI, A. L.; CARVALHO, A. M. de. Comportamento de espécies de adubos verdes em diferentes épocas de semeadura e espaçamentos na região dos Cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 47-54, 2000.

BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J.; PILLON, C. N.; SANGOI, L. Changes in soil organic matter fractions under subtropical no-till cropping systems. **Soil Science Society of America Journal**, v. 65, p. 1473-1478, 2001.

BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J.; SAAB, S. da C.; MILORI, D. M. P.; BAGNATO, V. S. Tillage and cropping system effects on soil humic acid characteristics as determined by electron spin resonance and fluorescence spectroscopies. **Geoderma**, v. 105, p. 81-92, 2002.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo**. Porto Alegre, 1999. p. 9-26.

BLANCANEUX, P.; KER, J. C.; CHAGAS, C. S. da; CARVALHO FILHO, A. de; CARVALHO, A. M. de; FREITAS, P. L. de; AMABILE, R. F.; CARVALHO JÚNIOR, W. de; MOTTA, P. E. F.; COSTA, L. D. da; PEREIRA, N. R.; LIMA, E. M. B. Organização e funcionamento da cobertura pedológica. In: BLANCANEUX, P. (Ed.). **Interações ambientais no cerrado**: microbacia piloto de Morrinhos, Estado de Goiás, Brasil. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS; Paris: ORSTOM, 1998. p. 147-204.

BLEVINS, R. L.; FRYE, W. W. Conservation tillage: an ecological approach to soil management. **Advances in Agronomy**, v. 51, p. 34-78, 1993.

BROCH, D. L.; PITOL, C.; BORGES, E. P. **Integração agricultura-pecuária**: plantio direto da soja sobre pastagem na integração agropecuária. Maracajú: Fundação MS, 1997. 24 p.

BRONICK, C. J.; LAL, R. Soil structure and management: a review. **Geoderma**, v. 124, p. 3-22, 2005.

BURLE, M. L.; CARVALHO, A. M. de; AMABILE, R. F. Caracterização das espécies de adubos verdes. In: CARVALHO, A. M. de; AMABILE, R. F. (Ed.). **Cerrado: adubação verde**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. p. 71-142.

BURLE, M. L.; SUHET, A. R.; PEREIRA, J.; RESCK, D. V. S.; PERES, J. R. R.; CRAVO, M. S.; BOWEN, W.; BOULDIN, D. R.; LATHWELL, D. J. **Legume green manures**: dry-season survival and the effect on succeeding maize crops. Raleigh: Soil Management CRSP, 1992. 35 p. (Soil Management CRSP. Bulletin, 92-04).

CALEGARI, A. Plantas de cobertura. In: CASÃO JÚNIOR, R. C. de; SIQUEIRA, R.; MEHTA, Y. R.; PASSINI, J. J. (Ed.). **Sistema plantio direto com qualidade**. Londrina: IAPAR, 2006. p. 55-73.

CARVALHO, A. M. de. **Uso de plantas condicionadoras com incorporação e sem incorporação no solo**: composição química e decomposição dos resíduos

vegetais; disponibilidade de fósforo e emissão de gases. 2005. 199 p. Tese (Doutorado) - Universidade de Brasília, Brasília.

CARVALHO, A. M. de; AMABILE, R. F. Plantas condicionadoras de solo: interações edafoclimáticas, uso e manejo. In: CARVALHO, A. M. de; AMABILE, R. F. (Ed.). **Cerrado**: adubação verde. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. p. 143-170.

CARVALHO, A. M. de; BUSTAMANTE, M. M. C.; KOZOVITS, A. R.; MIRANDA, L. N. de; VIVALDI, L. J.; SOUSA, D. M. Emissões de NO e N₂O associadas à aplicação de uréia sob plantio direto e convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 679-685, 2006.

CARVALHO, A. M. de; CORREIA, J. R.; BLANCANEUX, P.; FREITAS, L. R. S. da; MENEZES, H. A.; PEREIRA, J.; AMABILE, R. F. Caracterização de espécies de adubos verdes para milho em Latossolo Vermelho-Escuro originalmente sob cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 8.; INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL SAVANNAS, 1., 1996, Brasília. **Biodiversidade e produção sustentável de alimentos e fibras nos Cerrados**: anais... Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 1996. p. 384-388.

CARVALHO, A. M. de; FAGERIA, N. K.; KINJO, T.; PEREIRA, I. P. de. Resposta do feijoeiro à aplicação de fósforo em solos dos Cerrados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 19, n. 1, p. 61-67, 1995.

CARVALHO, A. M. de; SODRÉ FILHO, J. Decomposição de adubos verdes e efeitos no rendimento do milho em sistemas com preparo e sem preparo do solo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 24.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 8.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 6.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 3., 2000, Santa Maria. **FertBio 2000**: biodinâmica do solo. Santa Maria: Sociedade Brasileira de Ciência do solo: Sociedade Brasileira de Microbiologia, 2000. 1 CD-ROM.

CORAZZA, E. J.; SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S.; GOMES, A. C. Comportamento de diferentes tipos de manejo como fonte ou depósito de carbono em relação à vegetação de Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p. 425-432, 1999.

CZEPAK, C.; FERNANDES, P. M.; VELOSO, V. R. S. da; BORGES, J. D.; TAKATSUBA, F. S.Insetos de importância econômica associados às espécies vegetais usadas como adubos verdes. In: CARVALHO, A. M. de; AMABILE, R. F. (Ed.). **Cerrado**: adubação verde. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. p. 273- 299.

ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. de; TEIXEIRA, M. G.; URQUIAGA, S. Decomposição e liberação de nutrientes acumulados em

leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, p. 321-328, 2006.

FERREIRA, E. A. B. **Dinâmica do fluxo de CO₂ e do carbono da biomassa microbiana em diferentes sistemas de manejo do solo do cerrado**. 2002. 145 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, Brasília.

FREITAS, P. L. O sistema de plantio direto e a sustentabilidade na agricultura. **Boletim Informativo SBCS**, v. 24, p. 25-28, 1999.

HARIDASAN, M. Solos do Distrito Federal. In: PINTO, M. N. (Org.). **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. Brasília: UnB, 1990. p. 309-330.

IBGE. **Mapa de Biomas do Brasil**. Rio de Janeiro, 2004. 1 mapa. Escala 1:5.000.000. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/biomass2/viewer.htm>>. Acesso em: 23 out. 2007.

KER, J. C.; PEREIRA, N. R.; CARVALHO JÚNIOR, W.; CARVALHO FILHO, A. Cerrados: solos, aptidão e potencialidade agrícola. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E CONSERVACAO DO SOLO NO CERRADO, 1990, Goiânia. **Anais....** Campinas: Fundação Cargill, 1992. p. 1-31.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conservation Biology**, v. 19, p. 707-713, 2005.

LAL, R. Soil carbon dynamics in cropland and rangeland. **Environmental Pollution**, v. 116, p. 353-362, 2002.

MEDEIROS, G. B. de; CALEGARI, A. Rotação de culturas. In: CASÃO JÚNIOR, R. C. de; SIQUEIRA, R.; MEHTA, Y. R.; PASSINI, J. J. (Ed.). **Sistema plantio direto com qualidade**. Londrina: IAPAR, 2006. p. 135-141.

MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e a sustentabilidade em sistemas agrícolas. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. de O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênesis, 1999. p. 1-8.

MIRANDA, J. C. C. de; MIRANDA, L. N. de. Micorriza arbuscular e uso de adubos verdes em solos do bioma Cerrado. In: CARVALHO, A. M. de; AMABILE, R. F. (Ed.). **Cerrado: adubação verde**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. p. 211-236.

PEREIRA, J.; BURLE, M. L.; RESCK, D. V. S. Adubos verdes e sua utilização no cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E CONSERVAÇÃO DE SOLO, 1992, Goiânia. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1992. p. 140-154.

PINTO, A. S.; BUSTAMANTE, M. M. C.; KISSELLE, K.; BURKE, R.; ZEPP, R.; VIANA, L. T.; VARELLA, R. F.; MOLINA, M. Soil emissions of N₂O, NO and CO₂ in Brazilian Savannas: effects of vegetation type, seasonality and prescribed fires. *Journal of Geophysical Research*, v. 107, p. 8089-8095, 2002.

PITOL, C.; BROCH, D. L.; CARVALHO, A. M. de; SPERA, S. T. Uso de adubos verdes nos sistemas de produção no bioma Cerrado. In: CARVALHO, A. M. de; AMABILE, R. F. (Ed.). **Cerrado**: adubação verde. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. p. 301-330.

PRESTON, C. M. Applications of NMR to soil organic matter analysis: history and prospects. *Soil Science*, v. 161, p. 144-166, 1996.

REATTO, A.; CORREIA, J. R.; SPERA, S. T. Solos do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). **Cerrado**: ambiente e flora. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 1998. p. 47-86.

RESCK, D. V. S. Agricultural intensification systems and their impact on soil and water quality in the Cerrados of Brazil. In: LAL, R. (Ed.). **Soil quality and agricultural sustainability**. Chelsea: Ann Arbor, 1998. p. 288-300.

RESENDE, M.; FILHO CARVALHO, A.; LANI, J. L. Características do solo e da paisagem que influenciam a susceptibilidade à erosão. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO NO CERRADO, 1990, Goiânia. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1992. p. 32-67.

RIBEIRO JÚNIOR, W. Q.; RAMOS, M. L. G. Fixação biológica de nitrogênio em espécies para adubação verde. In: CARVALHO, A. M. de; AMABILE, R. F. (Ed.). **Cerrado**: adubação verde. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. p. 171-209.

SANHUEZA, E.; CÁRDENAS, L.; DONOSO, L.; SANTANA, M. Effect of plowing on CO₂, CO, CH₄, N₂O, and NO fluxes from tropical savannah soils. *Journal of Geophysical Research*, v. 99, p. 16429-16434, 1994.

SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L. G. Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 43, n. 1, p. 654-663, 2008.

SCHOLES, M. C.; POWLSON, D.; TIAN, G. Input control of organic matter dynamics. *Geoderma*, v. 79, p. 25-47, 1997.

SHARMA, R. D. Adubação verde no controle de fitonematóides. In: CARVALHO, A. M. de; AMABILE, R. F. (Ed.). **Cerrado**: adubação verde. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. p. 237-272.

SILVA, J. E.; LEMAINSKI, J.; RESK, D. V. S. Perdas de matéria orgânica e suas relações com a capacidade de troca catiônica em solos da região dos cerrados dos oeste baiano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 18, p. 541-547, 1994.

SILVA, M. L. N.; CURI, N.; LIMA, J. M. de; CARVALHO, A. M. Rotação adubo verde-milho e adsorção de fósforo em Latossolo Vermelho Escuro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, p. 649-654, 1997.

SKIBA, U.; DICK, J. **Emissions of climate forcing gases from tropical soils**. Edinburg: Centre of Ecology and Hydrology, 2004. Disponível em: <<http://www.efrн.org/efrн/workshop/degradedlands/documents/skiba.pdf>>. Acesso em: 16 nov. 2007.

SODRÉ FILHO, J.; CARDOSO, A. N.; CARMONA, R.; CARVALHO, A. M. de. Fitomassa e cobertura do solo de culturas de sucessão ao milho na Região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 327-334, 2004.

VARELLA, R. F.; BUSTAMANTE, M. M. C.; PINTO, A. S.; KISSELLE, K.; SANTOS, R. V.; BURKE, R.; ZEPP, R.; VIANA, L. T. Soil fluxes of CO₂, CO, NO, and N₂O from an old pasture and from native savanna in Brazil. **Ecological Applications**, v.14, p. S221-S231, 2004.

VARGAS, M. A. T.; MENDES, I. C. de; CARVALHO, A. M. de; BURLE, M. L.; HUNGRIA, M. Inoculação de leguminosas e manejo de adubos verdes. In: SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. p. 97-127.

ZECH, W.; SENESI, N.; GUGGENBERGER, G.; KAISER, K.; LEHMANN, J.; MIANO, M. T.; MILTNER, A.; SCHROTH, G. Factors controlling humification and mineralization of soil organic matter in the tropics. **Geoderma**, v. 79, 117-161, 1997.

Agroecologia e agrobiodiversidade como instrumentos para o desenvolvimento sustentável do Cerrado brasileiro

Cynthia Torres de Toledo Machado;
Altair Toledo Machado

Introdução

O Cerrado constitui um enorme bioma, apresentando grande diversidade de recursos naturais e riqueza de conhecimentos de suas populações tradicionais. A região representa, ao mesmo tempo, a área de expansão da fronteira agrícola do País em sistemas de produção, nos quais predominam os monocultivos em grandes extensões de área, uso intensivo de insumos químicos, máquinas e irrigação. As questões e urgências ambientais estão emergindo há algumas décadas e, no Cerrado, confronta-se, dia após dia, o dilema da conservação *versus* desenvolvimento agrícola.

A partir de uma visão holística e sistêmica, apresenta-se, neste capítulo, a possibilidade de planejamento de agroecossistemas sustentáveis considerando a disponibilidade de recursos naturais e as limitações ambientais a partir da agroecologia que, como ciência, fornece as orientações metodológicas e incorpora nestas, por princípio básico, a percepção e as experiências dos agricultores.

As estratégias agroecológicas, tendo como premissa básica a promoção da agrobiodiversidade, permitem repensar o modelo agrícola, na busca de compatibilizar a produção agrícola com a manutenção, conservação e aproveitamento sustentável da biodiversidade do Cerrado, dos demais recursos naturais e dos conhecimentos locais. A relação entre

a agroecologia e a sustentabilidade é mostrada pela associação de seus fundamentos, a partir dos quais os agroecossistemas locais podem ser melhorados.

Dessa forma, pode-se promover a auto-suficiência e a soberania alimentar com dependência mínima de insumos externos e máxima adaptação às limitações e às variações ambientais, bem como maior aproveitamento dos recursos locais, garantindo não só a sobrevivência dos agricultores como também a geração de renda.

Características e aspectos críticos do Cerrado determinantes de uma nova visão da produção agrícola

O Cerrado constitui, depois da Floresta Amazônica, o maior bioma brasileiro, ocupando mais de 2 milhões de km², representando cerca de 24 % do território nacional. Localiza-se basicamente no Planalto Central do Brasil onde abrange, como área contínua, os estados de Goiás, Tocantins e o Distrito Federal, além de regiões da Bahia, Ceará, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Pará, Piauí, Rondônia e São Paulo. Ocorre também em áreas disjuntas no Amapá, Amazonas, Pará, Roraima e em pequenas áreas no Paraná (RIBEIRO; WALTER, 1998; SILVA, 2000).

No bioma ocorrem altitudes que variam de aproximadamente 300 m (Baixada Cuiabana, MT) a mais de 1.600 m na Chapada dos Veadeiros (GO) (RIBEIRO; WALTER, 1998) que, junto da extensão em latitude, condicionam a expressiva variação de temperatura na região cuja média está em torno de 21 °C (RIBEIRO, 2000). São ainda definidas duas estações climáticas: uma chuvosa (geralmente de outubro a março), quando ocorrem mais de 90 % das precipitações, e a outra seca (de abril a setembro) (RIBEIRO, 2000).

Ocorrendo em aproximadamente 46 % da área, predominam, na região do Cerrado, **solos** classificados como Latossolos que possuem

restrições de fertilidade pelas suas características distrófica e álica. A suscetibilidade à erosão é outro fator limitante, já que os Latossolos Vermelho-Amarelo e os Vermelhos, de textura média e teores elevados de areia, à semelhança dos Neossolos Quartzarênicos, são os mais comuns no Cerrado. Estes últimos possuem ainda baixos teores de argila e matéria orgânica, condicionadoras da capacidade de armazenamento de água. Seguem-se os Argissolos cujas propriedades de interesse para a fertilidade e uso são diversificadas, sendo eutróficos, distróficos ou álicos, com profundidades e classes texturais variadas. Ocorrem ainda Plintossolos, Litólicos, Cambissolos, Gleissolos, Neossolos, Organossolos, Nitossolos e outros (CORREIA et al., 2004).

Essas características condicionam a grande diversidade de ambientes inseridos no complexo vegetacional do Cerrado que não constitui uma paisagem espacialmente homogênea e que tem, nos **recursos hídricos**, outra enorme fonte de riqueza. Nascedouros das principais bacias hidrográficas do continente sul-americano encontram-se na região do Cerrado: a amazônica, a platina e a são-franciscana (GUIMARÃES, 2000) e dentre as oito grandes bacias que compõem a malha hidrográfica brasileira – do Rio Amazonas, do Rio Tocantins, do Atlântico Norte-Nordeste, do Rio São Francisco, do Atlântico Leste, do Rio Paraná, do Rio Uruguai e do Atlântico Sudeste, apenas as duas últimas não drenam o Cerrado (PIMENTEL et al., 1977, citado por SILVA, 2000). Por causa dos seus solos profundos e da vegetação que economiza e conserva a água, as chapadas cobertas por Cerrado são consideradas um grande reservatório. Soma-se a isso a posição central do Cerrado na América do Sul, o que faz da região a maior dispersora de águas do continente (SILVA, 2000).

A **vegetação** do bioma apresenta fisionomias que agrupam formações florestais (áreas com predominância de espécies arbóreas onde há formação de dossel, contínuo ou descontínuo); savânicas (áreas com árvores e arbustos espalhados sobre estrato graminoso, sem formação de dossel contínuo); e campestres (áreas com predomínio de espécies

herbáceas e algumas arbustivas, sem ocorrência de árvores na paisagem) (RIBEIRO; WALTER, 1998).

No tocante à **biodiversidade** do Cerrado, referindo-se a **espécies vegetais**, são mais de 11 mil espécies de plantas (WALTER, 2006) entre arbóreas, arbustivas e herbáceas, divididas em forrageiras, madeireiras, alimentícias, condimentares, têxteis, corticeiras, taníferas, produtoras de óleo, medicinais, ornamentais, empregadas no artesanato, apícolas e apparentadas dos cultivos comerciais (DIAS, 1996, citado por SILVA, 2000). É uma vegetação econômica em água, pela baixa taxa de transpiração e pela profundidade e capacidade de armazenamento de água de seu sistema radicular, explicando a resistência ao período de estiagem (MIRANDA; MIRANDA, 1996, citados por SILVA, 2000).

A **diversidade da fauna** no Cerrado também é muito grande, estimando-se que ela seja composta de 837 espécies de aves, 212 de mamíferos (AGUIAR et al., 2004) e 297 de répteis (COLLI et al., 2000), além de um número de invertebrados ainda maior. Os pássaros e alguns mamíferos, bem como o vento e mecanismos vegetais próprios, contribuem para a dispersão de sementes de várias plantas do Cerrado. Os animais menores, por sua vez, constituem alimento para vários carnívoros, configurando a complexa cadeia alimentar e de reprodução da fauna e da flora do bioma (RIBEIRO, 2000).

Essa diversidade de espécies vegetais e animais, com seus ambientes e ciclos de vida característicos, traduzem-se na oferta de uma rica possibilidade de uso e manejo do Cerrado, desenvolvidos de variadas formas pelas populações humanas que, historicamente, habitaram a região. Os recursos utilizados incluem frutos nativos, plantas medicinais, fibras, óleos, madeiras, caça, pesca, configurando um complexo cultural cujas origens remontam há mais de 12 mil anos e chegam até a atualidade (RIBEIRO, 2000).

Especialmente relacionados aos aspectos abordados anteriormente, estão as **populações tradicionais e a diversidade sociocultural** do Cerrado. Essas populações constituem uma sociedade diversa e complexa,

composta de agricultores tradicionais, coletores extrativistas, pescadores, artesãos, garimpeiros artesanais. Essas atividades podem ser exercidas simultaneamente, de acordo com a necessidade ou com a estação do ano, e esses camponeses ainda exercem atividades como trabalhadores rurais diaristas e bóias-frias de acordo com a época do ano, quando saem à procura de trabalho que complementa a renda familiar (DAYRELL, 2000). A esses se somam as etnias indígenas cujas populações, que sobrevivem no Cerrado, são reunidas em 25 grupos (BARBOSA; SCHMIZ, 1998).

Para as populações de agricultores, bem como para os índios, é forte o aspecto de território que constitui o fragmento da natureza que o camponês apropria com o objetivo de buscar os meios necessários à sua sobrevivência e que são determinados, historicamente, pelas articulações entre a sociedade, a cultura e a natureza. Esses territórios são constituídos por uma variedade de habitats contínuos (matas, campinas, brejos), e o manejo dos recursos naturais nessas áreas se baseia em conhecimento adquirido pela tradição herdada dos mais velhos que levam à manutenção e ao uso sustentável dos ambientes. Existem terrenos para as culturas de subsistência e, às vezes, variedades locais mais adaptadas; a vegetação nativa é aproveitada de formas variadas, potencializando os sistemas produtivos, e o extrativismo causa um impacto reduzido na dinâmica e no funcionamento dos ecossistemas, porque a coleta dos frutos nunca é total, a extração de lenha se dá basicamente de árvores secas ou tombadas e o corte de madeira é feito de forma a permitir a rebrotação (DAYRELL, 2000).

Nesses “vários cerrados”, como expressa Guimarães (2000), o universo cultural relaciona-se intimamente com a inestimável riqueza biológica. O conhecimento é transmitido através das gerações e serve de referência nas relações que essas populações estabelecem entre si e com o ambiente manejado, contrastando com a abordagem técnica da ciência moderna, na qual a natureza é separada do mundo social (DAYRELL, 2000).

Em contraponto a tudo isso, o Cerrado constitui uma enorme fronteira agrícola que, em parte, substituiu a Amazônia como espaço de expansão econômica em direção ao interior. Ao contrário desta, cuja

preservação tornou-se preocupação internacional, o Cerrado tem sido esquecido como bioma. Um exemplo disso é a sua exclusão do capítulo sobre meio ambiente da Constituição Federal de 1988 que reconhece a Floresta Amazônica, a Mata Atlântica, a Serra do Mar, o Pantanal Mato-Grossense e a Zona Costeira como patrimônios nacionais, assegurando o seu uso dentro de condições que preservem o meio ambiente (RIBEIRO, 2000). Em 1995, propôs-se uma emenda à Constituição (PEC 115/95), ainda não aprovada, incluindo o Cerrado e a Caatinga, na relação dos biomas considerados Patrimônio Nacional.

Esse patrimônio vem sendo erradicado para ampliar a fronteira agrícola brasileira, com base num modelo de monoculturas de grãos, cana, eucalipto, braquiárias e frutas. Alguns autores afirmam que o Cerrado está mais ameaçado que a Mata Amazônica. Aliás, o equívoco dessa visão ecológica parcial e reducionista, em que o processo de ampliação dessa fronteira sobre o Cerrado teve como desculpa a proteção da Amazônia, é dramático, pois pressupõe que um ecossistema tenha maior valor ecológico que outro afirmando, sem evidências concretas, que o ecossistema do Cerrado seria menos frágil que o da Amazônia (SILVA, 2000).

Alternativas e estratégias para o desenvolvimento agrícola sustentável no Cerrado

A agricultura é uma atividade antrópica que utiliza recursos naturais renováveis ou não e que altera os ecossistemas, podendo resultar no esgotamento de alguns desses recursos. Altieri (2002b) exemplifica que a redução da fertilidade do solo, a erosão, a contaminação das águas e a perda de recursos genéticos são manifestações dessas alterações que implicam custos ambientais e econômicos proporcionais ao nível de degradação.

Considerando as características do Bioma Cerrado, a estrutura fundiária predominante e os sistemas agrícolas intensivos em capital e tecnologia, nos quais prevalecem os monocultivos dependentes de insumos

externos e mecanização, e a impossibilidade de prescindir dessas áreas já incorporadas à agricultura, o desafio é a compatibilização das atividades produtivas com a manutenção e o aproveitamento sustentado dos recursos desse bioma.

O conceito de agricultura sustentável é uma resposta relativamente recente à degradação da qualidade da base de recursos naturais, associada à dita “agricultura moderna”, em que a produção agrícola evolui a partir de uma concepção puramente técnica, baseada na supressão de fatores limitantes ou sintomas, até uma mais complexa, caracterizada por dimensões sociais, culturais, políticas e econômicas (ALTIERI; NICHOLLS, 2005). É uma abordagem interessante por conter a perspectiva de continuidade, permanência no tempo e de garantia de produtividade mantendo a base de recursos. E o conceito de sustentabilidade, apesar de controverso e difuso pelas definições e interpretações conflitantes, é útil porque resgata as preocupações com a agricultura que, por sua vez, é concebida como o resultado da coevolução dos sistemas socioeconômicos e naturais (REIJNTJES et al., 1999).

Numa concepção mais abrangente, a agricultura é considerada sustentável quando, a partir de adaptações na definição de Gips (1986), as atividades e práticas agrícolas são:

- a) **Ecologicamente corretas** - a qualidade dos recursos naturais é mantida e o funcionamento do agroecossistema é melhorado, incluindo desde os seres humanos, lavouras e animais até os microrganismos do solo. Isso é mais provável de se atingir quando solo, recursos genéticos e água são manejados, minimizando a erosão genética, a poluição e as perdas de nutrientes, biomassa e energia, a fim de auto-regular os sistemas por processos biológicos.
- b) **Economicamente viáveis** - a medida da viabilidade econômica se dá não apenas pelo produto agrícola direto (colheita), relacionando-se também com a conservação dos recursos e a minimização dos riscos, com os agricultores podendo produzir o bastante para garantir a sua

auto-suficiência e/ou uma renda suficiente e obtendo os retornos necessários para garantir a remuneração do trabalho e a cobertura dos custos envolvidos.

- c) **Socialmente justas** - os recursos e o poder são distribuídos de modo a assegurar que as necessidades básicas de todos sejam atendidas e que sejam respeitados os direitos dos agricultores em relação aos recursos genéticos, ao uso da terra e ao acesso ao capital, à assistência técnica e às oportunidades de mercado. Todas as pessoas devem ter a oportunidade de participar da tomada de decisões, considerando o respeito a todos os seres vivos. A dignidade fundamental de todos os seres humanos deve ser reconhecida, e as relações e instituições devem incorporar valores básicos, como confiança, honestidade, respeito e cooperação.

Essas são as premissas essenciais sobre as quais a sustentabilidade agrícola se baseia e que devem ser consideradas conjuntamente. O atendimento parcial ou isolado a alguns desses pré-requisitos não credencia a atividade agrícola como sustentável, pois num primeiro momento, o foco da produção dita “sustentável” é colocado na redução ou na eliminação de agroquímicos por meio de alterações no manejo que garantam a nutrição e a proteção das plantas através de fontes de nutrientes orgânicos e manejo integrado de pragas. Entretanto, esses sistemas são estrutural e funcionalmente análogos aos sistemas de produção convencionais, visto que permanecem dependentes de insumos externos, desta vez orgânicos e biológicos.

Altieri e Nicholls (2003) fizeram, ainda, um paralelo semelhante, desta vez entre a agricultura orgânica em larga escala e a agricultura convencional. Esses autores afirmaram que a maior diferença entre esses sistemas refere-se ao fato de que, na orgânica, evita-se o uso de fertilizantes químicos e pesticidas, ao passo que, na convencional, usam-se tais insumos extensivamente. Ressaltaram que vários desses produtores orgânicos seguem as normalizações vigentes nos respectivos países, utilizando máquinas modernas, variedades comerciais recomendadas e,

sobretudo, adotando monoculturas. Enfatizaram, ainda que, em razão do baixo nível de funcionalidade da biodiversidade, esses sistemas simples não possuem mecanismos de regulagem natural, sendo igualmente dependentes de insumos orgânicos e biológicos externos e de seus fornecedores, muitos deles de natureza coorporativa e que utilizam estratégias de propaganda e venda tão agressivas quanto as de insumos convencionais.

Essas práticas de substituição de insumos pouco têm a ver com a transformação dos sistemas de produção em outros mais sustentáveis e com a conversão estrutural e funcional deles e são, notadamente, realizadas pela minoria dos produtores orgânicos que controlam grandes extensões de área com disponibilidade de recursos financeiros, como ocorre em alguns empreendimentos no Cerrado brasileiro. Isso resulta numa padronização de técnicas e de processos que pouco considera as especificidades ambientais locais, muitos menos as relações ecológicas, econômicas, políticas e sociais, dando origem a um “pacote orgânico”. Entretanto, como afirmam Altieri e Nicholls (2003), a maioria dos produtores orgânicos, que varia entre pequenos e médios, tem na rotação de culturas com leguminosas, na aplicação de composto orgânico e na diversificação das culturas, incluindo a adubação verde, culturas em faixas e outras, suas principais estratégias produtivas.

Assim, a ciência da agroecologia, que é definida de forma bastante simplificada como a aplicação dos conceitos e dos princípios ecológicos para planejar agroecossistemas sustentáveis, fornece a base para avaliar e trabalhar a complexidade desses agroecossistemas. A idéia é ir além das práticas alternativas e desenhar agroecossistemas com dependência mínima de agroquímicos e subsídios de energia, enfatizando sistemas agrícolas complexos, nos quais as interações ecológicas e os sinergismos entre seus componentes biológicos forneçam os mecanismos a partir dos quais os sistemas promovam a fertilidade de seus solos, a produtividade e a proteção dos cultivos (ALTIERI; NICHOLLS, 2005) através das seguintes premissas descritas por Vandermeer (1995) e sintetizadas na Fig. 1:

- a) Otimizar o uso de recursos localmente disponíveis combinando os componentes do sistema (plantas, animais, solo, água, clima, homem), de modo a complementar e a potencializar as sinergias.
- b) Reduzir o uso de insumos externos à propriedade, bem como os não renováveis com grande potencial de dano ambiental e à saúde dos produtores e consumidores.
- c) Basear-se nos recursos do agroecossistema, substituindo os insumos externos pela reciclagem de nutrientes, e promovendo a conservação e o uso eficiente de insumos locais.
- d) Melhorar a relação entre os sistemas de cultivo, o potencial produtivo e as limitações ambientais de clima e paisagem, para assegurar a sustentabilidade em longo prazo.
- e) Valorizar e conservar a biodiversidade, tanto as espécies silvestres quanto as domesticadas, fazendo um uso ótimo do potencial biológico e genético das espécies de plantas e animais presentes dentro e ao redor dos agroecossistemas.
- f) Aproveitar o conhecimento e as práticas locais, incluindo aquelas não compreendidas plenamente pelos cientistas, mas amplamente adotadas pelos agricultores.

Dessa forma, a agroecologia fornece o conhecimento e os referenciais metodológicos necessários para desenvolver uma agricultura que seja, por um lado, ambientalmente adequada, e, por outro lado, produtiva, socialmente equitativa e economicamente viável.

Com a aplicação dos princípios agroecológicos, o desafio básico da agricultura sustentável de fazer melhor uso dos recursos internos poderá ser alcançado, minimizando o uso de insumos externos e, preferencialmente, gerando recursos internos mais eficientes, mediante estratégias de diversificação que aumentem os sinergismos entre os componentes-chave do agroecossistema (ALTIERI; NICHOLLS, 2005).

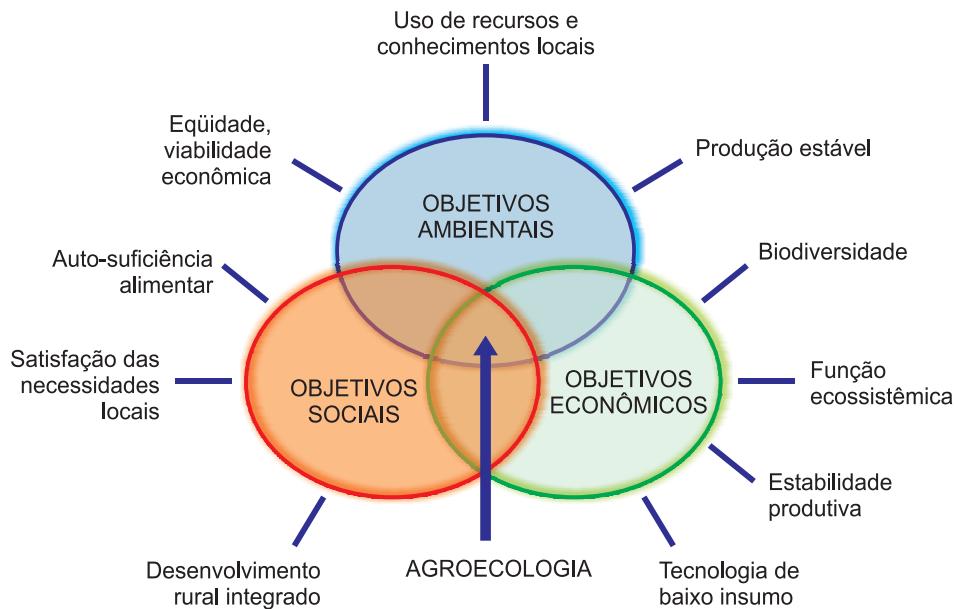


Fig. 1. O papel da agroecologia na satisfação dos objetivos múltiplos da agricultura sustentável.

Fonte: adaptado de Altieri (2002b).

Agroecologia: princípios básicos e estratégias

A agroecologia surge como uma disciplina que fornece os princípios ecológicos básicos sobre como estudar, planejar e manejar agroecossistemas que sejam produtivos e conservadores dos recursos naturais e que, além disso, sejam culturalmente sensíveis, social, economicamente viáveis (ALTIERI; NICHOLLS, 2005).

Essa disciplina vai além de um ponto de vista unidimensional dos agroecossistemas (sua genética, edafologia e outros), para abrigar um entendimento dos níveis ecológicos e sociais da coevolução, estrutura e função. Ao invés de centrar sua atenção em algum componente particular do agroecossistema, a agroecologia enfatiza as inter-relações entre seus componentes e a dinâmica completa dos processos ecológicos (VANDERMEER, 1995).

Pode-se dizer, também, que ela é o estudo dos agroecossistemas incluindo todos os elementos ambientais e humanos, centrando a atenção sobre a forma, a dinâmica e a função de suas inter-relações e os processos nos quais estão envolvidos. Os agroecossistemas, por sua vez, podem ser compreendidos como comunidades de plantas e animais em interação com seu ambiente físico e químico, o qual foi modificado para produzir alimentos, fibras, combustíveis e outros produtos para o consumo e processamento humano. Uma área usada para produção agrícola é vista como um sistema complexo, no qual os processos biológicos que se encontram em forma natural podem ocorrer: ciclagem de nutrientes, interações predador-presa, competições, simbioses, alterações sucessionais. A idéia implícita nas investigações agroecológicas é que, entendendo as relações e os processos ecológicos, os agroecossistemas podem ser manejados para melhorar a produção de forma sustentável, com menores impactos negativos ambientais e sociais e menor uso de insumos (ALTIERI; NICHOLLS, 2005).

Os agricultores, responsáveis pelo manejo dos agroecossistemas, são detentores de vasto conhecimento sobre as práticas e as razões de utilizá-las ou não. Eles compreendem as condições de suas propriedades, desde as variações climáticas até as respostas das culturas, cultivares mais adaptadas ao local, incidência de pragas e doenças, limitações dos solos e necessidades para a manutenção do funcionamento dos agroecossistemas.

Portanto, um dos princípios da agroecologia é que o conhecimento local e o saber dos agricultores sejam o ponto inicial de qualquer movimento em direção à sustentabilidade. Isso é bem ilustrado na Fig. 2, na qual se exemplifica a participação da etnoecologia, traduzida pela percepção e racionalidade dos produtores acerca dos recursos e das limitações ambientais, nomenclaturas, ciclos naturais e usos, bem como potenciais das plantas, solo e ambiente como um todo, na preservação da cultura local, na melhoria dos agroecossistemas, no desenvolvimento de tecnologias apropriadas e na conservação dos recursos naturais.

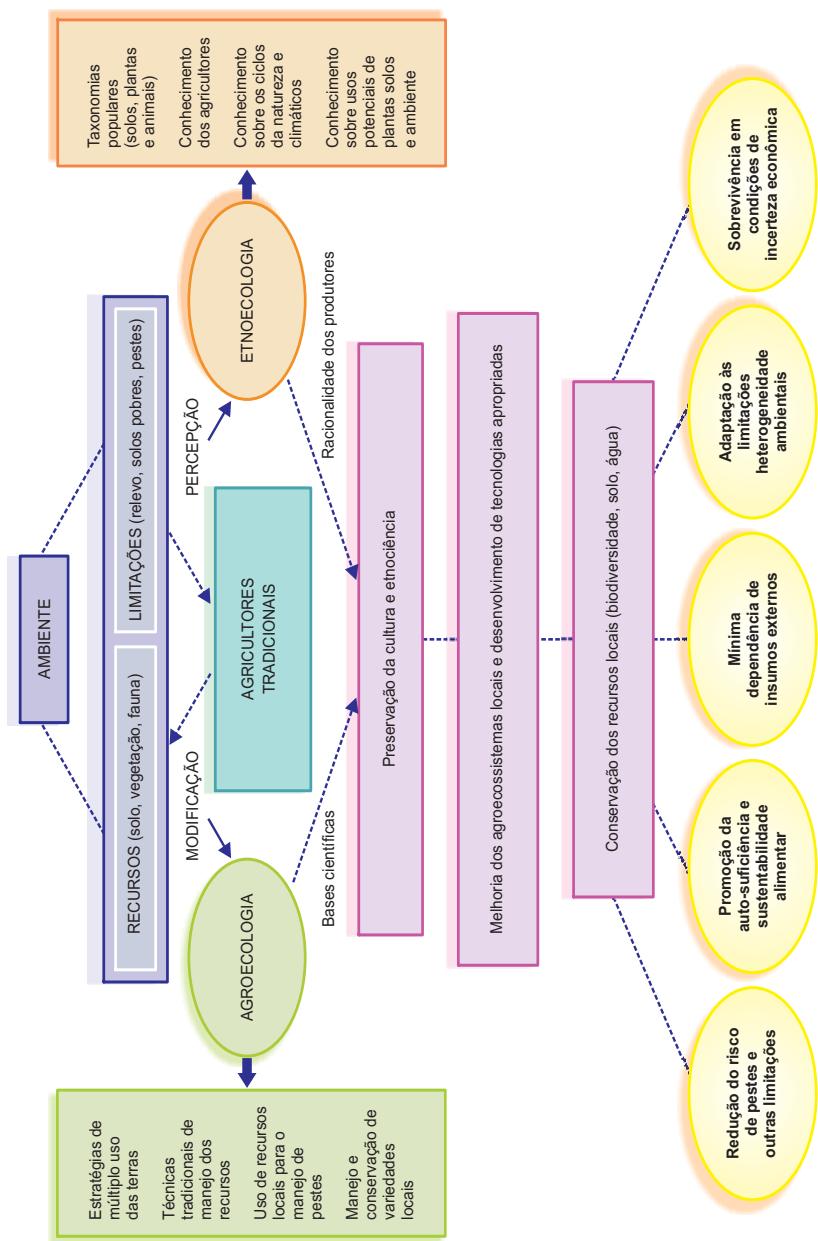


Fig. 2. Função da agroecologia e etnoecologia na recuperação do conhecimento tradicional e no desenvolvimento de agroecossistemas sustentáveis.

Fonte: adaptada de Alteri (2002a).

O objetivo principal dos sistemas agroecológicos é integrar componentes de maneira que a eficiência biológica global seja incrementada, a biodiversidade preservada e a produtividade do agroecossistema e sua capacidade de se sustentar sejam mantidas (ALTIERI; NICHOLLS, 2003). Trata-se de criar e trabalhar sistemas agrícolas complexos, nos quais as interações ecológicas e os sinergismos entre os componentes biológicos criem a fertilidade do solo, a produtividade e a proteção das culturas, buscando o equilíbrio entre plantas, solo, nutrientes, luz, água e outros organismos, utilizando-se de um conjunto de princípios específicos e de diretrizes tecnológicas.

Dessa forma, de acordo com Altieri (1998), os elementos técnicos básicos de uma estratégia agroecológica são, em primeiro lugar, a **conservação e a regeneração dos recursos naturais**, considerando primordialmente o *germoplasma* de espécies nativas de plantas e animais, espécies e variedades locais, bem como o germoplasma selecionado e/ou melhorado para se adaptar aos sistemas agroecológicos e às condições locais; o *solo*, a partir de práticas de controle de erosão, construção e manutenção da fertilidade do solo e por consequência, a sanidade das plantas; a *água*, por meio de formas racionais e adequadas de captação e coleta, conservação, manejo e irrigação; a *fauna e flora benéficas*, pela promoção de condições de sobrevivência e da multiplicação de inimigos naturais, polinizadores, organismos de solo, entre outros. O segundo elemento é o **manejo dos recursos produtivos**, a partir da *diversificação genética*, com o uso de diferentes variedades, no tempo, com rotações e sucessão de culturas, e, no espaço, com a integração de plantios e criação animal, policultivos e sistemas agroflorestais; da *reciclagem de nutrientes e matéria orgânica* da biomassa vegetal (adubos verdes, resíduo das colheitas, fixação de nitrogênio) e animal (esterco, urina), da reutilização de nutrientes e de recursos internos e externos à propriedade; da *proteção dos cultivos e saúde animal* pelo controle biológico natural (aumentando os agentes de controle) e artificial (importação e aumento de inimigos naturais, inseticidas botânicos, produtos veterinários alternativos). O último

elemento apresenta-se como a *implementação de elementos técnicos*, a partir da *definição de técnicas* de regeneração, conservação e manejo dos recursos adequados às necessidades locais e ao contexto agroecológico e socioeconômico; da *definição do nível de implementação* (microrregião, bacia hidrográfica, unidade produtiva ou sistema de cultivo, área coletiva, propriedades individuais); da *implementação orientada por uma concepção holística* (integrada) e que, portanto, não valoriza determinados elementos em detrimento de outros, das *estratégias* de acordo com a racionalidade camponesa, incorporando elementos do manejo tradicional de recursos.

Transição para sistemas de produção com base agroecológica como mecanismo de sustentabilidade no desenvolvimento agrícola do Cerrado

Dois tipos de sistemas existentes, os **ecossistemas naturais** e os **agroecossistemas tradicionais** constituem as referências básicas para a identificação dos fundamentos e dos elementos de sustentabilidade. Segundo Gliessman (2001), ambos resistiram ao tempo em termos de manutenção da produtividade por longos períodos, e os agroecossistemas tradicionais dão exemplos de práticas agrícolas realmente sustentáveis e de como os aspectos sociocultural, político e econômico encaixam-se na equação da sustentabilidade.

É sabido que os ecossistemas naturais e os agroecossistemas convencionais são bastante diferentes, sendo os últimos geralmente mais produtivos e bem menos diversificados que os primeiros, além de dependentes de grande aporte de insumos e energia externa, e, portanto, distantes de serem auto-sustentáveis. Gliessman (2001) afirma que a chave para a sustentabilidade consiste em encontrar um equilíbrio entre as duas coisas: um sistema que imite a estrutura e a função de ecossistemas naturais e produza colheita para uso humano e, a partir disso, estabeleça

um princípio geral que diz: “*quanto maior a similaridade estrutural e funcional de um agroecossistema com os ecossistemas naturais existentes em sua região biogeográfica, maior a possibilidade de que o agroecossistema seja sustentável*”.

Os ecossistemas são exemplificados, conforme a Tabela 1, por critérios ecológicos, nos quais os agroecossistemas sustentáveis imitam a alta diversidade, a resiliência e a autonomia dos ecossistemas naturais. Comparados aos convencionais, têm rendimentos ligeiramente mais baixos e variáveis, mas que são compensados pelas vantagens obtidas da dependência de insumos externos e da redução de impactos ambientais adversos (GLIESSMAN, 2001).

Tabela 1. Propriedades de ecossistemas naturais, agroecossistemas sustentáveis e agroecossistemas convencionais, considerando critérios ecológicos.

	Ecossistemas naturais	Agroecossistemas sustentáveis	Agroecossistemas convencionais
Produtividade (processo)	Média	Média/alta	Baixa/média
Diversidade	Alta	Média	Baixa
Resiliência	Alta	Média	Baixa
Estabilidade de saída	Média	Baixa/média	Alta
Flexibilidade	Alta	Média	Baixa
Deslocamento de processos ecológicos pela ação humana	Baixo	Médio	Alto
Dependência de insumos externos	Baixa	Média	Alta
Autonomia	Alta	Alta	Baixa
Sustentabilidade	Alta	Alta	Baixa

Fonte: adaptado de Gliessman (2001).

No caminho para a sustentabilidade dos agroecossistemas em que a estratégia é torná-los semelhantes a ecossistemas naturais, a alternativa é trabalhá-los por meio de princípios agroecológicos, orientando-se por

práticas e conhecimentos agrícolas tradicionais, avançando na promoção da diversidade, do equilíbrio, da flexibilidade, da resiliência e na consequente diminuição da dependência de insumos externos.

Isso é particularmente importante na transição ou na conversão de sistemas de produção no Bioma Cerrado, em face de suas particularidades, da rica biodiversidade e dos saberes locais. Esse processo de transição adquire importante função na recuperação dos recursos biológicos e dos conhecimentos e tradições em comunidades onde esses já se encontram em processo de erosão por pressões sociais, econômicas e culturais. Não é o caso de transportar diretamente as práticas tradicionais para regiões onde a agricultura já foi intensamente modernizada, nem de converter totalmente a agricultura convencional para o molde tradicional, mas de aproveitar as características e as particularidades dos agroecossistemas tradicionais para o planejamento de sistemas sustentáveis modernos.

Os agroecossistemas tradicionais, em todo mundo, tendem a apresentar algumas características comuns que, segundo Gliessman (2001), determinam a sua sustentabilidade: conservam a diversidade biológica e cultural; mantêm diversidade espacial e temporal e continuidade; dependem de variedades locais para o cultivo e freqüentemente incorporam plantas e animais silvestres; usam a produção para suprir inicialmente as necessidades locais; não dependem ou dependem minimamente de insumos externos adquiridos no mercado; fazem uso de recursos renováveis e disponíveis localmente, enfatizando a reciclagem de nutrientes; são adaptados ou tolerantes às condições locais, em vez de dependentes de alteração ou controle intensos do ambiente, fazendo uso das variações microambientais que ocorrem nos sistemas de cultivo, na unidade produtiva e na região; são relativamente independentes de fatores econômicos externos; têm impactos negativos mínimos ou benéficos no ambiente agrícola e fora dele; maximizam o rendimento sem comprometer a capacidade produtiva em longo prazo e são construídos com base no conhecimento e na cultura dos habitantes locais.

A conversão para um manejo do agroecossistema fundamentado em princípios ecológicos resulta em um conjunto de mudanças na ecologia do sistema. É um processo complexo e demorado que exige mudanças nas práticas de campo, na gestão da unidade produtiva, no planejamento e, sobretudo, na filosofia. À medida que o uso de agroquímicos sintéticos é reduzido ou eliminado, e os nutrientes e a biomassa são reciclados dentro do sistema, a estrutura e a função do agroecossistema mudam. Uma variedade de processos e de relações é transformada, começando com a estrutura básica do solo, seu conteúdo de matéria orgânica e a diversidade e atividade da biota do solo. Depois, acontecem mudanças nas relações entre ervas adventícias, insetos e populações de pragas e organismos benéficos. Por fim, a dinâmica e a ciclagem de nutrientes, a eficiência no uso de energia e a produtividade geral do sistema sofrem impacto. A mensuração e o monitoramento dessas mudanças durante o período de conversão ajudam o produtor a avaliar o sucesso do processo de conversão e proporcionam um quadro de referência para determinar as exigências e os indicadores de sustentabilidade (GLIESSMAN, 2001).

Alguns princípios podem, de acordo com Gliessman (2001), orientar a fase de transição, e a integração entre eles cria uma sinergia de interações e relações na unidade produtiva. A ênfase em determinados princípios irá variar, mas todos eles podem contribuir bastante para o processo de conversão. São eles:

- a) **Promoção da agrobiodiversidade (no espaço e no tempo)** – cultivo e manutenção de diferentes espécies, plantio de diferentes variedades, criando diversidade intra e interespecífica, aumentando a garantia da colheita. Isso se dá pelo aumento da resistência às doenças e pragas, pela exploração de diferentes ambientes, além de atender às necessidades nutricionais e promover a segurança e a soberania alimentar.
- b) **Manejo de nutrientes baseado na reciclagem** – fluxo de nutrientes passa através do sistema, e os processos naturais são otimizados, como

a fixação biológica do nitrogênio e associações com micorrizas, restabelecendo relações biológicas de ocorrência natural.

- c) **Fontes renováveis de energia** – preferi-las às não renováveis. Ênfase na conservação de solo, água, energia e recursos biológicos, fechando o ciclo desses elementos.
- d) **Eliminação do uso de insumos sintéticos não renováveis de fora da propriedade** – quando for necessário, adicionar materiais ao sistema preferindo os de ocorrência natural em vez de insumos sintéticos manufaturados.
- e) **Manejo** – priorizar o manejo das pragas, doenças, invasoras ao invés de seu controle. Desenvolvimento de estratégias para enfrentar a competição com organismos indesejáveis: relações biológicas naturais (parasita/hospedeiro), cultivos mistos, coberturas, período de plantio, densidade, variedades resistentes.
- d) **Combinação entre potencial produtivo e limitações** – usar estratégias de adaptação do potencial biológico e genético das espécies de plantas e animais às condições ecológicas da unidade produtiva, em vez de modificar o ambiente para satisfazer às necessidades das culturas e dos animais. Espécies adaptadas, locais, raças rústicas.
- e) **Valorização do ecossistema** – priorizar a sanidade geral do agroecossistema em vez do resultado de determinado cultivo ou safra.
- f) **Incorporar a idéia de sustentabilidade em longo prazo no desenho, planejamento e manejo geral do agroecossistema.**

A conversão de um modelo de produção exigente em insumos e baseado em poucos cultivos ou mesmo na monocultura, para sistemas diversificados de base ecológica, não consiste simplesmente na retirada de insumos externos e sua substituição. Existem etapas sucessivas durante o processo de transição cujo tempo para conclusão vai depender, basicamente, das condições ecológicas locais e do estado inicial do sistema em termos de degradação dos recursos naturais (solo, água, diversidade

biológica), da história anterior de manejo e do uso de insumos e do grau de dependência aos mesmos. O tempo vai depender, também, do objetivo que se deseja alcançar a sustentabilidade do sistema ou a produção de alimentos, utilizando-se de meios mais saudáveis do ponto de vista ambiental. Culturas anuais de ciclo curto podem ser convertidas completamente em um prazo de até 3 anos, já, para culturas perenes e sistemas de produção animal, o período mínimo provavelmente será de 5 anos ou mais.

A conversão rápida a manejos agroecológicos não é possível, e a própria consistência dos resultados, o alcance dos objetivos e o sucesso da conversão irão depender de quão bem planejada e executada tenha sido cada fase do processo de transição. Essa fase pode ser dividida em três níveis distintos, nos quais são descritos os passos seguidos pelos produtores e mostrada a evolução do processo.

De acordo com Gliessman (2001), os passos são os seguintes:

Nível 1 – Aumento da eficiência das práticas convencionais a fim de reduzir o uso e o consumo de insumos escassos, caros ou ambientalmente danosos – a meta é o uso de insumos de forma mais eficiente otimizando esse uso e reduzindo, ao mesmo tempo, os impactos negativos de sua utilização. Racionaliza e melhora a eficiência no uso de agroquímicos por meio do manejo integrado de nutrientes e de pragas, mas sem eliminar a dependência em relação a insumos externos. Exemplos de práticas adotadas nessa fase incluem o uso eficiente de água, de fertilizantes, cultivo de variedades adaptadas e tolerantes a determinadas limitações ambientais, sobretudo, às deficiências e aos excessos de elementos do solo, monitoramento de pragas, entre outras.

Nível 2 – Substituição de insumos e práticas convencionais por práticas alternativas – a meta é substituir os produtos e as práticas baseados no uso intensivo de recursos degradadores do ambiente por outros mais benéficos. A estrutura básica do sistema não é grandemente alterada e, consequentemente, muitos problemas que ocorriam em

sistemas convencionais também ocorreriam nessa etapa. Exemplos de práticas incluem o uso de cultivos de cobertura fixadores de nitrogênio em substituição aos fertilizantes nitrogenados, uso de agentes de controle biológico ao invés de agrotóxicos, cultivo mínimo, uso de variedades adaptadas aos sistemas de produção (locais ou melhoradas para esse fim). Vale ressaltar que nem toda substituição de insumos é ecologicamente correta.

Nível 3 – Redesenho do sistema de modo que ele funcione baseado em um novo conjunto de processos ecológicos – nesse nível, o desenho geral do sistema elimina as causas fundamentais de problemas que ainda existiam nos níveis anteriores. A abordagem do planejamento e do manejo adequado ao tempo e às condições locais são tais que permitem prevenir os problemas identificados ao invés da aplicação de insumos externos. Nessa etapa, ocorre uma diversificação da estrutura e do manejo da unidade de produção agrícola, marcada pela diversificação dos cultivos e criações, entre e dentro das espécies, rotações, cultivos múltiplos, agroflorestação, entre outros.

É importante ressaltar que, durante todas essas fases, o manejo é orientado de maneira a assegurar o aumento da biodiversidade na superfície (plantas e animais) e no solo (microrganismos e fauna benéfica), o aumento da produção de biomassa e da matéria orgânica do solo, o decréscimo de resíduos de defensivos e da perda de nutrientes e componentes da água, o estabelecimento de relações funcionais entre os diferentes componentes da propriedade e o uso efetivo dos recursos naturais do local e planejamento das sucessões de plantios e combinações entre animais e plantações.

No processo de transição, é muito importante avaliar e documentar os esforços e as mudanças no funcionamento das unidades de produção. Servem para detectar possíveis entraves, além de ajudar a convencer da viabilidade da conversão a práticas sustentáveis. Em muitos casos pode ocorrer queda na produção durante os períodos iniciais e incentivos ou

subsídios podem ser necessários para alguns agricultores à medida que esperam seus sistemas gerarem os lucros garantidos pelo processo de conversão.

Altieri (1998) esclarece que a avaliação e o monitoramento do processo de transição começam com a identificação e a caracterização do local e da unidade produtiva e tem prosseguimento com a observação, coleta e análise dos seguintes dados: (a) exame das mudanças ocorridas em fatores e processos ecológicos ao longo do tempo, mediante monitoramento e amostragem; (b) observação da mudança nos rendimentos à medida que são feitas alterações nas práticas nos insumos, no desenho e manejo do sistema; (c) compreensão das mudanças no uso de energia, mão-de-obra e lucratividade que acompanham as transformações anteriormente mencionadas; (d) identificação de indicadores que sejam facilmente utilizados pelos agricultores e que possam ser adaptados a programas de monitoramento centrados no produtor e na unidade de produção agrícola, mas que estejam ligados ao entendimento da sustentabilidade agrícola.

Manejo da agrobiodiversidade com enfoque agroecológico visando ao estabelecimento de agroecossistemas sustentáveis

O termo agrobiodiversidade é relativamente recente, tendo emergido com mais ênfase após a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), quando foi definida como “um termo amplo que inclui todos os componentes da biodiversidade que têm relevância para a agricultura e alimentação, bem como todos os componentes da biodiversidade que constituem os agroecossistemas: as variedades e a variabilidade de animais, plantas e microrganismos, nos níveis da genética, de espécies e de ecossistemas – os quais são necessários para sustentar as funções chaves dos agroecossistemas, suas estruturas e processos”. Dessa forma, as relações humanas são fatores fundamentais para o entendimento da

agrobiodiversidade que agrega, além dos três níveis de complexidade relacionados à biodiversidade (diversidade entre espécies; dentro de espécies e entre ecossistemas), o elemento humano que incorpora, nesse conceito, as diferentes práticas de manejo dos agroecossistemas construídas a partir de conhecimentos tradicionais e culturais relacionados ao uso, culinária, festividades, atividades místicas, entre outros. Assim, entende-se a agrobiodiversidade como resultado da interação de três níveis de complexidade, porém mais abrangente: diversidade de sistemas de cultivo, representadas pelos múltiplos agroecossistemas; a diversidade de espécies, variedades, tipos e raças de vegetais, animais, organismos de solo; e diversidade humana e cultural, representada por todo o conjunto de conhecimentos tradicionais. Portanto, de acordo com Machado (2007), a agrobiodiversidade pode ser entendida como um processo de relações e interações do manejo da diversidade entre espécies e entre elas, com conhecimentos tradicionais e com o manejo de múltiplos agroecossistemas, constituindo, pois, um recorte da biodiversidade e indo além das práticas de diversificação dos cultivos, como ilustrado na Fig. 3.

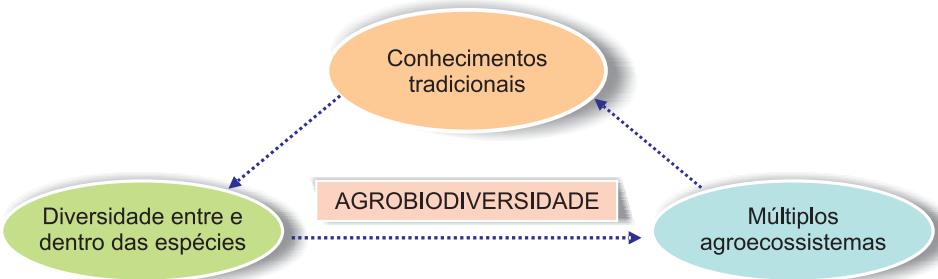


Fig. 3. Interação e inter-relação entre os componentes da agrobiodiversidade.

Fonte: adaptada de Machado (2006).

A agrobiodiversidade tem relevância para a produção agrícola, para o extrativismo e para a alimentação, sendo parte vital dos agroecossistemas. Resulta de processos de seleção natural, seleção assistida, inovações e práticas desenvolvidas pelos agricultores familiares,

extrativistas, povos e comunidades tradicionais no manejo direto ou indireto de uma ampla diversidade de animais, plantas e microrganismos nos níveis genético, de espécies e ecossistemas. A conservação e o uso sustentável desses recursos constituem-se num componente estratégico para a soberania e a segurança alimentar e nutricional das populações urbanas e rurais e para o desenvolvimento econômico do País.

A conservação dos componentes da agrobiodiversidade é normalmente feita na propriedade (*in situ on farm*) e praticada pelos agricultores há milênios. Esse tipo de conservação se fundamenta num processo contínuo de evolução e adaptação em que novos variantes surgem e sofrem seleção natural e artificial (antrópica). Assim, as variedades crioulas ou locais, mantidas nesse processo de conservação, apresentam alta diversidade genética e interface entre os tipos silvestres e domesticados. A diversidade agrícola não é só o produto da seleção em ambientes diversos, mas também reflete a preferência humana.

A conservação desse patrimônio genético, cultural e dos sistemas de cultivo por meio da conservação *in situ on farm* nas unidades produtivas e comunidades rurais, desenvolvida por agricultores familiares, depende, quase que exclusivamente, das práticas desenvolvidas por agricultores para manejar os sistemas diversificados e altamente intensivos em conhecimento.

As crescentes pressões existentes sobre esses sistemas produtivos diversificados e sobre o modo de vida das populações rurais, bem como os intensos processos de erosão genética, cultural e dos agroecossistemas daí decorrentes, colocam em risco essa base de recursos de alto valor biológico, econômico, social e cultural.

Machado (2006, 2007) relata que essa noção de agrobiodiversidade é um contraponto aos sistemas agrícolas convencionais, criticados por seus reflexos na degradação do meio ambiente, sobretudo, na destruição dos ecossistemas naturais e da biodiversidade e do uso inadequado dos recursos naturais de maneira geral, sendo responsável pelo grande êxodo

rural de populações tradicionais. Esses efeitos foram particularmente importantes na perda na diversidade genética e cultural de diferentes agroecossistemas, provocando um forte processo de erosão em diferentes países, principalmente, naqueles ditos megadiversos que estão situados entre os trópicos do planeta, como é o caso do Brasil.

O manejo da diversidade genética, que consiste no resgate, na avaliação, na caracterização, na seleção e na conservação dos recursos genéticos (MACHADO; MACHADO, 2003), se dá por meio de interações constantes com o meio ambiente, com os agroecossistemas e com as populações tradicionais. Em áreas tropicais, problemas de estresses abióticos e bióticos acabam influenciando o manejo da diversidade genética de plantas. Além desses fatores, o risco do “manejo moderno” da diversidade genética, que busca o seu esgotamento através da uniformidade e da formação de materiais genéticos dependentes de insumos e de alta produtividade, acentua as perdas da biodiversidade, com impacto no meio ambiente e com a perda dos conhecimentos tradicionais.

A conservação e o uso sustentável da agrobiodiversidade constituem objetivos estratégicos para a garantia da segurança alimentar e nutricional das populações rurais e para o desenvolvimento econômico do País. Nas últimas décadas, os processos de erosão genética, cultural e dos ecossistemas intensificaram-se em razão do êxodo rural ou abandono da atividade agrícola por produtores familiares; da substituição de variedades locais por variedades de base genética estreita; da uniformização de cultivos e sistemas produtivos, baseados na monocultura, gerando vulnerabilidades para a ocorrência de epidemias de pragas e doenças; da falta de uma estratégia de utilização dessa agrobiodiversidade como forma de geração de trabalho e de renda para as comunidades rurais. Dentre as principais consequências desse processo, destacam-se o estreitamento das alternativas de reprodução social e econômica das comunidades rurais, a forte dependência econômica em relação a um número reduzido de cultivos, a diminuição da resiliência dos

agroecossistemas e ecossistemas naturais associados, o reduzido acesso a alimentos tradicionais e locais pela população e a simplificação da dieta.

Isso se deu em todo o mundo, bem como em todas as regiões do Brasil, em diferentes intensidades. Em áreas como o Cerrado brasileiro, ocorreu grande alteração nos sistemas agrícolas tradicionais, provocados por problemas tanto de estresse ambiental, notadamente limitações de solo e clima quanto os decorrentes da interferência da agricultura empresarial que substituiu rapidamente o modelo tradicional por um sistema dito moderno, provocando forte erosão da biodiversidade. Desta, por sua vez, originou a perda de sistemas de cultivo e de aspectos sociais, culturais e antropológicos dos agricultores e comunidades indígenas, comprometendo a sustentabilidade dos sistemas de cultivo.

Os primeiros sistemas de manejo da agrobiodiversidade com enfoque agroecológico ocorreram nos centros de origem, locais onde se deu o início da domesticação das plantas cultivadas, e muitos modelos descritos hoje em agroecologia são baseados em culturas milenares desenvolvidas pelos povos nesses centros de origem. Como exemplo, têm-se os povos americanos estabelecidos do México à região andina na América do Sul cujas formas milenares de manejo serviram como base para as diferentes formas de agricultura ecológica existentes hoje. Nas experiências dessas populações tradicionais, não se dissocia a utilização da biodiversidade e dos complexos sistemas de manejo do profundo conhecimento dos respectivos ecossistemas (MACHADO, 2006).

Os sistemas agroecológicos, portanto, promovem a agrobiodiversidade dentro de um processo de relações e interações de aspectos socioculturais, de manejo ecológico dos recursos naturais e de um tratamento integrado e holístico dos agroecossistemas, remetendo a ações de sustentabilidade: socialmente justas, economicamente viáveis e ecologicamente corretas (MACHADO, 2007). Na Fig. 4, ilustram-se essas interações em que a noção de justiça social corresponde à valorização das questões socioculturais e dos conhecimentos tradicionais; a viabilidade

econômica corresponde ao manejo da diversidade entre e dentre espécies, com a diversificação dos cultivos e o manejo ecológico dos recursos naturais; e o aspecto das práticas ecologicamente corretas relaciona-se ao manejo holístico dos agroecossistemas. Percebe-se assim, a relação forte, harmônica e contínua existente entre a agrobiodiversidade, a agroecologia e a sustentabilidade.

Na recomposição dos locais que sofreram forte processo de degradação, as estratégias de ação são múltiplas, sendo que o ponto de partida é o dimensionamento dessa erosão, diagnosticando-a em nível ambiental, social, cultural, de agrobiodiversidade, de práticas de cultivo e de sistemas agroecológicos, de aspectos socioeconômicos, incluindo a capacidade organizacional. Num segundo momento, indicadores para a avaliação do monitoramento de atributos de sustentabilidade são definidos e acompanhados para todos os aspectos considerados acima (MACHADO, 2006; MACHADO; MACHADO, 2006).

Na execução de projetos em agrobiodiversidade com enfoque agroecológico, visando à sustentabilidade da agricultura familiar, as ações de pesquisa e de desenvolvimento devem ter abordagem participativa. As diferentes ações desenvolvidas em agrobiodiversidade e agroecologia em conjunto com as comunidades de agricultores devem ter como objetivo imediato a questão da segurança alimentar e, em médio prazo, a conquista da soberania alimentar pelas comunidades e sua autonomia e independência econômica. As metodologias devem ser apropriadas, cuidadosamente definidas e empregadas, iniciando com a realização de diagnósticos participativos e seminários de sensibilização e de capacitação, bem como cursos de formação, tanto para técnicos como para os agricultores, enfocando e esclarecendo, inclusive e principalmente, os aspectos legais relacionados à agrobiodiversidade e aos conhecimentos tradicionais, assuntos esses tão prioritários quanto controversos.

Ressalta-se que a execução de projetos dessa natureza tem como meta o desenvolvimento territorial sustentável, a partir da ação de dois

componentes fundamentais: o manejo da agrobiodiversidade e o manejo agroecológico dos sistemas, resgatando e promovendo o desenvolvimento das relações sociais, culturais, econômicas e ambientais, além de mecanismos de agregação de valor a partir de beneficiamento agroindustrial.

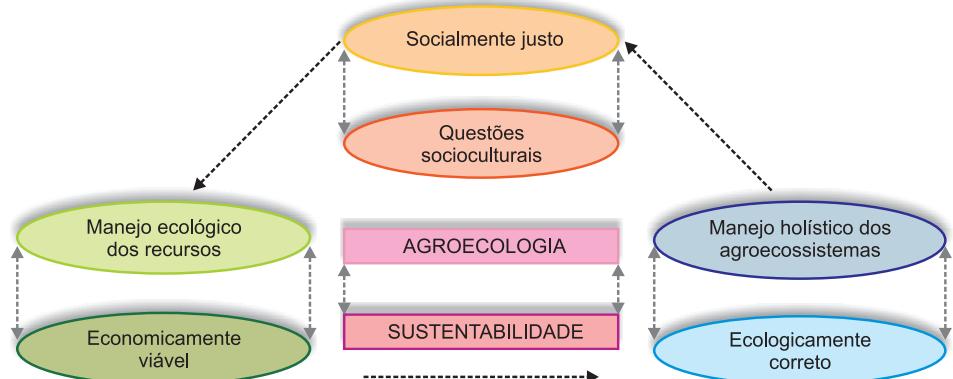


Fig. 4. Interação e inter-relação entre os componentes da agroecologia e a noção de sustentabilidade.

Fonte: adaptado de Machado (2006).

São projetos complexos, nos quais devem prevalecer a visão holística dos processos e as interações entre as instituições (setor formal) e as comunidades (setor informal) nos trabalhos de pesquisa e desenvolvimento, além de serem feitas com metodologias participativas, devem estar ligadas por redes. A estratégia de formação de pólos é muito interessante, apropriada e eficiente para o trabalho comunitário, pois, além de refletir nos aspectos organizacionais e no empoderamento para os agricultores, servem como centros irradiadores para outras comunidades dentro de um mesmo território ou mesmo mediante intercâmbio com comunidades de diferentes regiões. Para tanto, faz-se necessário o estabelecimento de redes informais locais, regionais, territoriais e nacionais e interligadas a redes formais de pesquisa para o desenvolvimento de estratégias e de procedimentos metodológicos de investigação participativa em diversificação de cultivos, avaliação, seleção e conservação de um

amplo germoplasma de espécies cultivadas e de interesse local, trabalhando a interação da agrobiodiversidade e agroecologia, unidas por conhecimentos tradicionais a serviço dos agricultores e das populações em geral (MACHADO, 2006).

Dentro desse enfoque, vale destacar dois projetos conduzidos sob a liderança da Embrapa Cerrados. Um deles, intitulado “*Manejo sustentável da agrobiodiversidade nos biomas Cerrado e Caatinga*”, é parte do Programa Biodiversidade Brasil-Itália e tem como objetivo, implementar um conjunto de ações visando: fortalecer as iniciativas comunitárias, qualificando-as do ponto de vista técnico e metodológico e garantir sua irradiação; gerar uma base de conhecimentos capaz de assegurar o manejo sustentável da agrobiodiversidade; fomentar a estruturação desses sistemas produtivos e de comercialização de produtos da agrobiodiversidade.

Essa proposta inclui a caracterização de diferentes sistemas de conservação e uso atual de plantas pelas comunidades locais, o mapeamento da agrobiodiversidade manejada pelas populações rurais, a troca de experiências de forma sistematizada, gerando a formação de um canal de comunicação entre os partícipes e subsidiando a formulação e implementação de políticas públicas, a construção e o fortalecimento de redes e pólos irradiadores, a formação e a capacitação, a promoção da troca de material genético entre as comunidades, o fomento a sistemas produtivos e de instrumentos de apoio à comercialização e à aquisição de produtos da agrobiodiversidade como o mercado institucional.

O projeto enfoca os problemas acima, com a meta de fomentar a conservação e o uso sustentável da agrobiodiversidade nas propriedades dos agricultores familiares e assentados de reforma agrária, bem como a geração de renda por meio da estruturação de redes solidárias de produtos da agrobiodiversidade. Essa iniciativa também constitui instrumento de cumprimento de compromissos assumidos pelo Brasil em acordos internacionais.

O outro projeto, financiado pelo CNPq, trata de “*Estratégias de melhoramento participativo na adaptação de espécies cultivadas em sistemas agroecológicos utilizando o milho como espécie indicadora*”. De abrangência mais local (Assentamentos Cunha e Colônia II, ambos no Entorno do Distrito Federal), o objetivo geral desse projeto é a promoção do desenvolvimento dos agricultores familiares e assentados de reforma agrária em bases sustentáveis, a partir de pesquisas participativas, descentralizadas e com enfoque na agroecologia, levando em conta critérios de sustentabilidade ambiental. Em termos de pesquisa, essa iniciativa tem por meta realizar ações regionais, com foco no melhoramento participativo (incluindo a caracterização, a avaliação, a conservação e a produção de variedades locais e melhoradas de milho) e no manejo dos agroecossistemas nas unidades produtivas a partir da concepção agroecológica. Esse projeto tem um forte componente de capacitação em intercâmbio de experiências entre as comunidades de agricultores e instituições de pesquisa, bem como em ações de constituição de redes de pesquisa e desenvolvimento rural envolvendo organizações informais e iniciativas informais focadas na agricultura familiar e na reforma agrária.

Alterações necessárias nos paradigmas sociais, ambientais, políticos e científicos para o desenvolvimento da agroecologia no Cerrado brasileiro

Um grande desafio está em promover alterações institucionais e políticas de modo a promover a agroecologia e avançar na direção da sustentabilidade dos sistemas de produção, em contraponto aos vários fatores que restringem a disseminação de uma agricultura com base agroecológica, entre os quais os interesses econômicos e institucionais que controlam toda a rede de produção de insumos agrícolas e sua regulamentação. Devem se feitas mudanças nas políticas públicas, nas instituições de ensino, pesquisa e desenvolvimento e na estrutura dos

mercados, de modo que as alternativas agroecológicas sejam potencializadas, adotadas e disseminadas de forma eqüitativa, não se restringindo a determinados nichos.

Considerando os paradigmas científicos, um primeiro ponto refere-se ao aumento no **investimento em pesquisa** sobre agroecologia, atrelada a uma **mudança na abordagem e nas metodologias** com participação ativa dos produtores, **substituindo a transferência de tecnologia** de “cima para baixo” e construindo uma maneira participativa de desenvolvimento de tecnologia, centrada no produtor, e na difusão destas, centrada em princípios ao invés de receitas ou pacotes tecnológicos (ALTIERI; NICHOLLS, 2003). Além disso, agroecologia é uma ciência que ultrapassa as disciplinas tradicionais e envolve a aplicação dos conceitos e princípios da ecologia nas práticas agrícolas e propõe ver, estudar e praticar a agricultura a partir de uma perspectiva ecológica e considerando as experiências e o conhecimento local.

O enfoque na **pesquisa participativa e descentralizada** vem de encontro à compreensão de que os diferentes agroecossistemas têm uma lógica própria, são profundamente heterogêneos em sua composição, sinergismos, potencialidades e limitações e a replicação de tais comportamentos é difícil de ser estabelecida em centros de pesquisa. Portanto, pacotes tecnológicos padronizados não são aplicáveis e podem não ser econômica e culturalmente apropriados para os produtores cujos métodos são derivados do conhecimento tradicional e da exploração da diversidade biológica e de condições físicas dos ambientes.

Essa estratégia metodológica baseia-se no princípio de que os próprios agricultores são os que melhor conhecem suas demandas e, portanto, devem contribuir na definição da pauta das ações de pesquisa, desenvolvimento e inovação. É fundamental que, na pesquisa participativa, seja adotada uma abordagem dialógica que, partindo do conhecimento dos agricultores, técnicos e pesquisadores, leve à construção de um novo conhecimento. Os agricultores definem a unidade e o sistema de produção,

bem como os participantes, enquanto os técnicos e os pesquisadores têm a responsabilidade de acompanhar, sugerir o aperfeiçoamento na condução do trabalho, além de identificar especificidades que necessitem de investigações a partir da pesquisa convencional (MATTOS, 2006).

Outras estratégias metodológicas em pesquisa, desenvolvimento e inovação em agroecologia dizem respeito à sistematização e à avaliação de experiências, aos ensaios de síntese, ensaios sistêmicos, indicadores de sustentabilidade e redes de referência.

A sistematização e a avaliação de experiências agroecológicas, mais do que simplesmente descrever uma experiência, devem ter por meta final a construção e o compartilhamento de novos conhecimentos a partir da avaliação dos resultados e dos impactos alcançados por atividades, projetos e experiências. Chavez-Tafur (2006) confirma que a sistematização, como parte de um processo mais amplo de monitoramento e avaliação, pode ajudar a tomar decisões mais acertadas ou a redefinir o curso de uma ação, ao mesmo tempo em que pode ter importante papel ao apoiar os processos de aprendizagem sobre as metodologias empregadas pelas entidades, atuando como uma ferramenta poderosa para integrar e expandir o conhecimento e as inovações agroecológicas. Petersen (2006) afirma que, mesmo quando não aplicáveis diretamente à realidade imediata, os ensinamentos sistematizados de experiências desenvolvidas estimulam as redes de inovação, ou seja, a informação gerada em outros contextos não chega às redes locais como um produto para ser aplicado, mas como insumo para a atividade criativa de agricultores experimentadores.

O processo de sistematização raramente segue roteiros ou receitas, sendo, por definição, uma atividade participativa. Ele deve ser adaptado a cada situação e organização específicas (CHAVEZ-TAFUR, 2006) e várias metodologias são descritas por Freire et al. (2006), Padre (2006), Belder et al. (2006), Ribeiro et al. (2006) e Lima et al. (2006).

Os **ensaios sistêmicos** constituem estratégias para o desenvolvimento de experimentos de uso comum em sistemas agropecuários, pois,

em vez de enfocar o estudo de apenas um componente específico do agroecossistema, enfatizam-se estudos da inter-relação dos seus componentes. Considera-se que as interações ecológicas e as sinergias entre os componentes bióticos e abióticos fornecem os mecanismos para o funcionamento dos sistemas, fortalecendo as complementaridades das várias combinações entre cultivos, árvores e animais em arranjos espaciais e temporais. Podem ser contempladas pesquisas pontuais que contribuam para o aprofundamento de questões mais específicas. Os ensaios sistêmicos visam gerar conhecimento com enfoque agroecológico e tecnológico que dê suporte à pesquisa participativa e que permita relação com outras disciplinas (MATTOS, 2006).

Os **ensaios de síntese** trabalham com variáveis que necessitam de controle, tornando-os diferentes de outras metodologias de validação e disponibilização de tecnologias que podem abrir mão do rigor científico. Nos ensaios são utilizadas tecnologias e informações da pesquisa ou da experiência de técnicos e agricultores para a busca de soluções para os problemas tecnológicos detectados nos sistemas de produção. Preservam-se o enfoque sistêmico e a interdisciplinaridade na aplicação conjunta das tecnologias, realizando-se os devidos ajustes para posterior validação nas propriedades dos agricultores (GOMES et al., 2006). Essa metodologia identifica “vazios” de informação tecnológica nos sistemas produtivos, para introdução, adaptação e validação dos componentes adequados aos agroecossistemas oriundos da investigação científica ou da experiência prática (MATTOS, 2006).

As **redes de referência** são formadas por propriedades representativas dos principais sistemas de produção familiar de determinada região, selecionadas com a participação de todos os parceiros de um projeto, e têm como pressuposto tornar-se referência técnica e econômica para as outras unidades familiares, além de servir como base pedagógica para capacitação de técnicos e agricultores (GOMES et al., 2006). Um dos objetivos é a identificação de demandas de pesquisa, por meio de diagnóstico participativo e da realização de testes, ajustes e validação de

tecnologias, disponibilizando informações e orientando os agricultores na gestão da propriedade e aumento na eficiência dos sistemas de produção.

Os **indicadores de sustentabilidade** têm sido considerados instrumentos de avaliação, monitoramento e de adaptações de decisões de manejo para a promoção de práticas de agricultura sustentável em que a percepção do agricultor é fundamental quando se pretende desenvolver mecanismos que facilitem a tomada de decisão (MATTOS, 2006). A avaliação da qualidade do solo e da água tem sido proposta como um indicador integrado da qualidade do ambiente e como forma de acessar o impacto de práticas de manejo sobre a sustentabilidade da produção (MATTOS, 2006). Contudo, outros atributos devem ser considerados, notadamente, os relacionados à biodiversidade e à agrobiodiversidade, aos aspectos sociais e econômicos, havendo necessidade de definição de parâmetros que avaliem as ações e as alterações propostas em projetos e ações de pesquisa e outras intervenções em metodologias que permitam a participação dos agricultores (MACHADO; VIDAL, 2006).

Outra consideração diz respeito à necessidade de mudanças de **ordem política**, tais como o oferecimento de **suporte e incentivo para estratégias agroecológicas**. Nesse sentido, **intervenções no mercado** são necessárias, criando alternativas viáveis de **comércio justo** que aproximem os produtores dos consumidores, como as feiras livres e a expansão de feiras de produtores, bem como oportunidades de aquisição de produtos orgânicos/agroecológicos locais pelas administrações e órgãos públicos para que sejam servidos em escolas, creches, hospitais, dentre outros.

As feiras são, tradicionalmente, os principais espaços de comercialização de produtos da agricultura familiar. Além disso, como ressaltam Freire e Almeida (2005), são conexões equilibradas e sustentáveis entre os sistemas produtivos familiares e a esfera de comercialização dos produtos, constituindo centros de sociabilidade, de troca de conhecimentos e de informações, de afirmação de uma cultura

produtiva e de consumo, sendo, ao mesmo tempo, elementos integrantes das estratégias de reprodução econômica e social da agricultura familiar e potentes instrumentos de suporte a processos de transição agroecológica. Esses autores afirmam que a efetivação e a permanência dessas conexões demandam a elaboração de políticas pertinentes que resgatem, aperfeiçoem e regulem relações de mercado fomentadoras da diversidade produtiva dos sistemas familiares; que reduzam as barreiras à entrada das famílias nos espaços físicos e nos circuitos econômicos de troca direta, incluindo a questão do transporte das mercadorias; que garantam a transparência das relações e o acesso às informações e a participação dos agricultores nos mecanismos socioeconômicos e institucionais de formação de preços; e, finalmente, que defendam e revitalizem os valores culturais que, por meio dos mercados de proximidade, dinamizam os vínculos entre a diversidade produtiva e os hábitos de consumo das populações.

No âmbito do Cerrado, existem algumas experiências de inserção de agricultores familiares e extrativistas no mercado, dentre as quais se destaca a Cooperativa Grande Sertão que trabalha exclusivamente com produtos de origem agroecológica.

A Cooperativa Grande Sertão (Cooperativa de Agricultores Familiares e Agroextrativistas Grande Sertão) envolve cerca de 700 famílias em 148 comunidades de 17 municípios do norte de Minas, numa área de transição entre o Cerrado e a Caatinga (GONÇALVES; SANTA ROSA, 2005). O trabalho central da Cooperativa é organizar a produção, fazer o beneficiamento e encaminhar o produto ao mercado. Uma das primeiras exigências é a de que os produtos sejam agroecológicos e, para isso, é disponibilizado acompanhamento técnico para capacitação e monitoramento das propriedades. Esse é um dos diferenciais dos produtos que agregam valores importantes como respeito ao meio ambiente, compromisso social com as populações sertanejas e a valorização dos biomas Cerrado e Caatinga. A Cooperativa também participa de redes com outras entidades como o Centro de Agricultura Alternativa – Norte de

Minas (CAA-NM), a Articulação Mineira em Agroecologia (AMA), o Fórum de Desenvolvimento Sustentável do Norte de Minas Gerais, a Cáritas, a Articulação do Semi-Árido (ASA), a Rede Cerrado, entre outras, para a construção de propostas para o desenvolvimento regional (GONÇALVES; SANTA ROSA, 2005).

A democratização e a flexibilização do processo de certificação, viabilizando o surgimento e o estabelecimento de certificação solidária e adaptada ao local, constituem outras demandas urgentes de ordem política. Para a certificação, inclusive, sugerem-se limites relativos ao tamanho da propriedade, à mão-de-obra e às operações que sigam o modelo de produção de larga escala (ALTIERI; NICHOLLS, 2003).

A certificação convencional prevê a existência de uma certificadora com auditores externos e neutros para certificar e validar a qualidade e a origem dos produtos. Essa modalidade busca, freqüentemente, mercados externos à realidade do agricultor ofertante do produto certificado (MATTOS, 2006). Na **certificação participativa**, várias organizações não governamentais, associações de agricultores familiares e movimentos sociais de diferentes regiões têm trabalhado na perspectiva de um sistema solidário de geração de confiança entre agricultores, técnicos e consumidores. Constitui um instrumento bastante adequado para a garantia de qualidade e origem do produto em processos agroecológicos, entendendo que cabe aos atores sociais envolvidos a criação de mecanismos solidários, participativos e de credibilidade recíproca e, nesse sentido, os mercados e as feiras locais são estratégias importantes por criarem, entre produtor e consumidor, laços de confiança que legitimam os processos de certificação participativa (MATTOS, 2006).

A criação de **mecanismos de crédito** específicos, mais ajustados às especificidades técnicas e metodológicas da agroecologia, e o aperfeiçoamento, expansão e divulgação das modalidades já existentes constituem necessidades importantes, como afirma Weid (2006). Segundo esse mesmo autor, para que o financiamento seja adequado às necessidades e capacidades das famílias, bem como aos ritmos de

recuperação ambiental dos agroecossistemas, deve ser concebido com prazos mais extensos. Weid (2006) explica que uma propriedade familiar manejada segundo os princípios da agroecologia não demanda financiamentos recorrentes de custeio. Por sua própria natureza, um sistema agroecológico mantém elevado nível de auto-reprodução de seus insumos e de sua fertilidade. Após um investimento inicial para a estruturação dos sistemas agroecológicos, os custos de produção anuais vão-se reduzindo e passam a ser assumidos pelas próprias famílias que se tornam praticamente autônomas em relação ao mercado de insumos. Esse fato representa a diferença da natureza da demanda por crédito dos sistemas ecológicos em relação aos convencionais.

A questão do tamanho da propriedade e a **estrutura fundiária**, bem como a organização dos assentamentos e das comunidades de pequenos produtores também são demandas de ordem política, sendo fundamental na perspectiva da promoção da agricultura de base agroecológica no âmbito da região do Cerrado. Dentre estes, destacamos a **priorização à agricultura familiar**, considerando que os agricultores familiares possuem uma aptidão natural para a diversificação e a integração das atividades e menor utilização de insumos externos, relacionada, também, às limitações econômicas e à **reforma agrária** baseadas no uso sustentável dos ecossistemas, com o estabelecimento de assentamentos agroextrativistas com o beneficiamento descentralizado das plantas nativas e exóticas realizado pelos agricultores (SILVA, 2000). A adoção dessas estratégias, segundo Silva (2000) pode permitir a regeneração e a potencialização dos sistemas camponeses de produção, a revitalização e o incremento da biodiversidade e a restauração do equilíbrio biológico e do hidrológico.

Considerações finais

A relevância do Bioma Cerrado, conforme destacado neste capítulo, reside no seu enorme potencial agrícola, associado a um sistema de vida no qual convivem variadas espécies de plantas, animais, insetos,

microrganismos, interagindo com o seu habitat e com as inúmeras populações tradicionais. Refere-se ainda à sua importância em relação à sua paisagem, associada à sua vegetação típica na qual interagem a ampla biodiversidade e suas riquezas minerais e hídricas, sendo esta última uma das mais cruciais fontes de riqueza do continente sul-americano.

Diante dessa enorme importância, é necessário ter estratégias adequadas para evitar que esse bioma se torne mais vulnerável diante dos processos desordenados de ocupação e de expansão da agricultura, colocando em maior risco a sua biodiversidade, as suas riquezas hídricas e as suas populações tradicionais. Modelos sustentáveis devem prevalecer, e a gestão de diferentes projetos de ocupação e de desenvolvimento agrícola deve ser participativa, com a efetiva contribuição das comunidades que vivem no Cerrado há algumas centenas de anos.

Políticas agrícolas devem estar orientadas para os riscos oriundos de uma expansão agrícola baseada em insumos químicos e no monocultivo, sem qualquer controle social, em que o conseqüente êxodo rural é iminente, levando a inúmeros desajustes e a desigualdades econômicas, concentrando a renda para alguns empreendimentos em detrimento do avanço da miséria para milhares de camponeses locais.

Neste sentido, entendemos que a agroecologia e a agrobiodiversidade podem desempenhar papel fundamental para o desenvolvimento sustentável do Cerrado brasileiro colaborando para um desenvolvimento equilibrado e permitindo uma avaliação dos riscos e das soluções na expansão agrícola desse importante bioma.

Referências

AGUIAR, L. M. S.; MACHADO, R. B.; MARINHO-FILHO, J. A diversidade biológica do Cerrado. In: AGUIAR, L. M. S.; CAMARGO, A. J. A. **Cerrado**: ecologia e caracterização. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. p. 17-40.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia**: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. Porto Alegre: UFRGS, 1998. 109 p. (Síntese Universitária, 54).

ALTIERI, M. A. Agroecology: the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments. **Agriculture, Ecosystemas and Environment**, v. 93, n. 1/3, p. 1-24, 2002a.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia**: bases científicas para uma agricultura sustentável. Guaíba: Agropecuária, 2002b. 592 p.

ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Agroecologia: resgatando a agricultura orgânica a partir de um modelo industrial de produção e distribuição. **Ciência e Ambiente**, v. 27, p. 141-152, 2003.

ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Agroecology: principles and strategies for designing sustainable farming systems. In: ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. (Ed.). **Agroecology and the search for a truly sustainable agriculture**. Mexico: United Nations Environment Programme, 2005. p. 29-38.

BARBOSA, A. S.; SCHMIZ, P. I. Ocupação indígena do Cerrado: esboço de uma história. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). **Cerrado**: ambiente e flora. Planaltina, DF: Embrapa- CPAC, 1998. p. 3-43.

BELDER, E. den; GARCÍA, M.; JANSEN, D. Sistematização: um instrumento valioso para as Escolas de Campo de Agricultores. **Revista Agriculturas**: experiências em agroecologia, v. 3, n. 2, p. 17-21, 2006.

CHAVEZ-TAFUR, J. Sistematização para a mudança. **Revista Agriculturas**: experiências em agroecologia, v. 3, n. 2, p. 6-8, 2006.

COLLI, G. R.; BASTOS, R. P.; ARAÚJO, A. F. B. The character and dynamics of the Cerrado herpetofauna. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. (Ed.). **The Cerrados of Brazil**: ecology and natural history of a neotropical savanna. New York: Columbia University Press, 2002. p. 223-241.

CORREIA, J. R.; REATTO, A.; SPERA, S. T. Solos e suas relações com o uso e manejo. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado**: correção do solo e adubação. 2. ed. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. p. 29-61.

DAYRELL, C. A. Os geraizeiros descem a serra ou a agricultura de quem não aparece nos relatórios dos agrobusiness. In: LUZ, C.; DAYRELL, C. (Org.). **Cerrado e desenvolvimento**: tradição e atualidade. Montes Claros: Centro de Agricultura Alternativa do Norte de Minas; [Goiânia]: Rede Cerrado, 2000. p. 189-272.

DIAS, B. F. S. Cerrados: uma caracterização. In: DIAS, B. F. S. (Org.). **Alternativas de desenvolvimento dos cerrados**: manejo e conservação dos recursos naturais renováveis. Brasília: Fundação Pró-Natureza, 1996. p. 11-25.

FREIRE, A. G.; ALMEIDA, S. G. Estratégias e práticas de acesso ao mercado das famílias agricultoras do Agreste da Paraíba. **Revista Agriculturas**: experiências em agroecologia, v. 2, n. 2, p. 24-28, 2005.

FREIRE, A. G.; SILVEIRA, L.; SILVA, R.; PETERSEN, P. A sistematização no fortalecimento de redes locais de inovação tecnológica. **Revista Agriculturas**: experiências em agroecologia, v. 3, n. 2, p. 9-12, 2006.

GIPS, T. What is sustainable agriculture? In: INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE, 6., 1986, Santa Cruz. **Global perspectives on agroecology and sustainable agriculture systems**: proceedings. Santa Cruz: International Federation of Organic Agriculture Movements: University of California, 1986. v. 1, p. 63-74.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia**: processos ecológicos em agricultura sustentável. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2001. 653 p.

GLIESSMAN, S. R. **Field and laboratory investigations in agroecology**. Boca Raton: CRC Press LLC, 2000. 330 p.

GOMES, J. C. C.; MEDEIROS, C. A.; GOMES, G. C.; REICHERT, L. J. A Estação Experimental Cascata e a construção da base científica da agroecologia. **Revista Agriculturas**: experiências em agroecologia, v. 3, n. 4, p. 15-19, 2006.

GONÇALVES, B.; SANTA ROSA, H. Cooperativa Grande Sertão: articulando populações e diversidade no Norte de Minas Gerais. **Revista Agriculturas**: experiências em agroecologia, v. 2, n. 2, p. 17-21, 2005.

GUIMARÃES, P. W. Cerrado e desenvolvimento: tradição e atualidade. In: LUZ, C.; DAYRELL, C. (Org.). **Cerrado e desenvolvimento**: tradição e atualidade. Montes Claros: Centro de Agricultura Alternativa do Norte de Minas; [Goiânia]: Rede Cerrado, 2000. p. 13-18.

LIMA, D. V.; FALKENBACH, E.; DUTRA, M. V. Sistematização de experiências apoiadas pelos projetos demonstrativos-PDA. **Revista Agriculturas**: experiências em agroecologia, v. 3, n. 2, p. 25-26, 2006.

MACHADO, A. T. Biodiversidade e agroecologia. In: BOEF, W. S. de; THIJSSSEN, M.; OGLIARI, J. B.; STHAPIT, B. (Ed.). **Biodiversidade e agricultores**: fortalecendo o manejo comunitário. Porto Alegre: L&PM, 2007. p. 40-45.

MACHADO, A. T. Manejo da agrobiodiversidade com enfoque agroecológico visando à sustentabilidade de comunidades rurais. In: BOEF, W. S. de; THIJSSSEN, M.; OGLIARI, J. B.; STHAPIT, B. (Ed.). **Estratégias participativas de manejo da agrobiodiversidade**. Florianópolis: NEABio, 2006. p. 43-53.

MACHADO, A. T.; MACHADO, C. T. de T. **Melhoramento vegetal participativo com ênfase nutricional**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2003. 39 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 104).

MACHADO, C. T. de T.; MACHADO, A. T. **Roteiro para diagnóstico participativo de agroecossistemas**: proposta para avaliações com enfoque na agrobiodiversidade e em práticas agroecológicas. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. 37 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 161).

MACHADO, C. T. de T.; VIDAL, M. C. **Avaliação participativa do manejo de agroecossistemas e capacitação em agroecologia utilizando indicadores de sustentabilidade de determinação rápida e fácil**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. 39 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 173).

MATTOSS, L. (Coord.). **Marco referencial em agroecologia**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 70 p.

PADRE, S. Sistematizando experiências da “Universidade do Povo”. **Revista Agriculturas**: experiências em agroecologia, v. 3, n. 2, p. 13-16, 2006.

PETERSEN, P. Agroecologia em rede: fonte de inspirações para a inovação local. **Revista Agriculturas**: experiências em agroecologia, v. 3, n. 2, p. 30-31, 2006.

REIJNTJES, C.; HAVERKORT, B.; WATERS-BAYER, A. **Agricultura para o futuro**: uma introdução à agricultura sustentável e de baixos insumos externos. 2. ed. Rio de Janeiro: AS-PTA; Leusden: ILEIA, 1999. 324 p.

RIBEIRO, R. F. História ecológica do sertão mineiro e a formação do patrimônio cultural sertanejo. In: LUZ, C.; DAYRELL, C. (Org.). **Cerrado e desenvolvimento**: tradição e atualidade. Montes Claros: Centro de Agricultura Alternativa do Norte de Minas; [Goiânia]: Rede Cerrado, 2000. p. 47-106.

RIBEIRO, S.; MONTEIRO, F. T.; FERRARI, E. A. Sistematização de experiências: saber construído e partilhado. **Revista Agriculturas**: experiências em agroecologia, v. 3, n. 2, p. 22-24, 2006.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). **Cerrado**: ambiente e flora. Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 1998. p. 89-166.

SILVA, C. E. M. Desenvolvimento e sustentabilidade nos cerrados: o caso do sertão norte-mineiro. In: LUZ, C.; DAYRELL, C. (Org.). **Cerrado e desenvolvimento**: tradição e atualidade. Montes Claros: Centro de Agricultura Alternativa do Norte de Minas; [Goiânia]: Rede Cerrado, 2000. p. 273-309.

VANDERMEER, J. The ecological basis of alternative agriculture. **Annual Review of Ecological Systems**, v. 26, p. 201-224, 1995.

WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma Cerrado**: síntese terminológica e relações florísticas. 2006. 373 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Departamento de Ecologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília.

WEID, J. M. von der. A transição ecológica das políticas de crédito voltadas para a agricultura familiar. **Revista Agriculturas**: experiências em agroecologia, v. 3, n. 1, p. 18-20, 2006.

Sistemas agroflorestais e Cerrado

Eny Duboc;
Sebastião Pires de Moraes Neto;
José Teodoro de Melo

Introdução

Os sistemas agroflorestais (SAFs) são formas de uso e de manejo sustentado dos recursos naturais, nos quais espécies lenhosas são cultivadas de forma interativa com cultivos agrícolas, pastagens e/ou animais, visando a múltiplos propósitos, produtos e serviços (NAIR, 1993). Esses sistemas, se desenhados e manejados adequadamente, podem ser lucrativos e potencialmente sustentáveis para a região do Cerrado seja pelo controle à erosão, pela manutenção da biodiversidade, pelo seqüestro de carbono, seja pelo balanço de nutrientes, extraídos via ciclagem da serapilheira, seja ainda, pelo uso estratégico de fertilizantes, especialmente, fósforo (DUBOC, 2006).

De acordo com Ribaski et al. (2006), com o recente reconhecimento e a conscientização da importância dos valores ambientais, econômicos e sociais das florestas, pode-se perceber, no cenário mundial, fortes tendências para mudanças significativas na forma de uso da terra, com a utilização de sistemas produtivos sustentáveis que considerem, além da produtividade biológica, os aspectos socioeconômicos e ambientais. Diante desse fato, e dado ao caráter de múltiplo propósito das árvores, os SAFs constituem-se em alternativas sustentáveis para aumentar os níveis de produção agrícola, animal e florestal.

Sistemas agroflorestais são mais complexos do que sistemas de monocultivos e do que cultivos intercalares anuais, pois são maiores as diferenças na natureza e no arranjo dos componentes e, consequentemente, na natureza e no grau das interações. De maneira geral, as árvores exercem influência sobre a quantidade e a disponibilidade de nutrientes através da: fixação biológica de nitrogênio; interceptação de nutrientes em maiores profundidades; redução de perdas por lixiviação e/ou erosão; retorno de nutrientes à superfície na forma de serapilheira e incorporação na matéria orgânica do solo; além da maior biodiversidade de os sistemas contribuírem para o processo de restabelecimento da fauna do solo. O sombreamento e a maior presença de serapilheira exercem influência sobre a taxa de evaporação da água, sobre o balanço hídrico do solo e favorecem a atividade microbiana resultando em aceleração das taxas de decomposição da matéria orgânica, apresentando vantagens no que diz respeito ao efeito residual e à sustentabilidade. A ação das árvores, atenuando a velocidade dos ventos, além de proporcionar maior conforto térmico para homens e animais, diminui a evapotranspiração refletindo no rendimento de cultivos agrícolas e de pastagens (DUBOC, 2006).

O mercado demandante de madeira, energia renovável e Mercado de Desenvolvimento Limpo (MDL) sinalizam futuro promissor para a atividade de reflorestamento. Por sua vez, apesar de os frutos e de outros produtos, oriundos de espécies lenhosas do Cerrado, terem usos consagrados pela população regional, são originados na sua quase totalidade do extrativismo. A maior divulgação e o estímulo ao consumo, além do interesse por sistemas de uso da terra que confirmam maior sustentabilidade aos agroecossistemas poderão aumentar o interesse pelo cultivo racional dessas espécies. Assim, os sistemas agroflorestais podem ser uma alternativa agroecológica econômica, social e ambientalmente viável para o cultivo e o manejo das espécies arbóreas, arbustivas e herbáceas nativas ou exóticas ao Bioma Cerrado.

Caracterização dos sistemas agroflorestais

Sistema agroflorestal é o nome coletivo para sistemas de uso da terra e tecnologias nas quais espécies lenhosas perenes (árvores, arbustos

e palmeiras) são deliberadamente usadas na mesma unidade de manejo, associadas a cultivos agrícolas e/ou animais, de acordo com um arranjo espacial, de maneira simultânea ou em uma seqüência temporal. Em um sistema agroflorestal deve haver tanto interações ecológicas como econômicas entre os diferentes componentes (NAIR, 1990; MONTAGNINI, 1992).

O principal objetivo dos sistemas agroflorestais é otimizar o uso da terra, conciliando produção de alimentos, energia e serviços ambientais com a produção florestal, diminuindo a pressão pelo uso da terra para a produção agropecuária, possibilitando a conservação do potencial produtivo dos recursos naturais renováveis, via sistemas agroecológicos mais estáveis (DUBOC, 2006).

Os sistemas agroflorestais podem ser classificados com base nos aspectos de **estrutura**, de acordo com a natureza dos componentes (espécies lenhosas perenes, plantas herbáceas e animais), e com a **função** que desempenham. Também podem ser agrupados de acordo com o *propósito*, baseando-se nos aspectos agroecológicos e socioeconômicos. A maioria dos sistemas agroflorestais, incluindo subsistemas, bem como as práticas, pode ser agrupado de acordo com esses critérios (Tabela 1).

Em todos os tipos de vegetação, a habilidade de os indivíduos crescer e reproduzir depende do sucesso na captura dos recursos do ambiente além da competição com seus vizinhos. Em área ocupada com mais de uma espécie, a competição por recursos limitados é inevitável, tanto acima como abaixo do solo. Entretanto, a competição pode incrementar a produção líquida do sistema ou pode ajudar a estabilizar a produção quando o suprimento de recursos é inconstante ou incerto (MONTEITH et al., 1991). O efeito líquido dessas interações é muitas vezes determinado pela influência do componente arbóreo sobre os outros componentes e/ou sobre todo o sistema e, desse modo, é expresso nos termos de respostas quantificáveis como mudanças na fertilidade do solo, modificações microclimáticas, disponibilidade e utilização de recursos (água, nutrientes, luz), incidência de pestes e doenças e alelopatia (RAO et al., 1998).

Tabela 1. Principais enfoques na classificação de sistemas agroflorestais (e práticas).

Composição	Classificação dos sistemas (de acordo com a estrutura e a função)		Agrupamento dos sistemas (de acordo com a abrangência e o manejo)	
	Estrutura (composição e arranjo dos componentes)	Arranjo	Função (produção ou papel dos componentes)	Adaptação agroecológica Nível socioeconômico e de manejo
Agrissilvicultural (culturas + árvores / arbustos)	Espacial	Produção	Sistema em / para	Uso de insumos
	♦ Misto denso	♦ Alimento	♦ Regiões tropicais úmidas de planalto	♦ Baixo
	♦ Misto esparsos	♦ Forragem	♦ Regiões tropicais úmidas de altitude (acima de 1.200 m, Andes, Índia, Malásia)	♦ Médio
	♦ Renque	♦ Lenha		♦ Alto
Silvipastoril (pastagem / animais + árvores)	Bordadura	♦ Madeira		
	♦ Outros produtos			
	Temporal	Proteção	Baseado em relações custo / benefício	
	♦ Simultâneo	♦ Subúmidas de planalto (Savanas na África, Cerrados no Brasil)	♦ Comercial	
	♦ Seqüencial	♦ Quebra-vento	♦ Intermediário	
		♦ Cordões em contorno	♦ Subsistência	
		♦ Conservação do solo		
		♦ Conservação da umidade		
AgriSSilvipastoril (culturas + pastagens + árvores)				
		♦ Melhoria do solo		
		♦ Sombra (para cultivos, animais ou homem)		
Outros				
Arboletes de uso múltiplo				
Apicultura com árvores				
Aquiicultura com árvores (mangue)				

Fonte: Nair (1985), adaptado por Duboc (2006).

Acima do solo, as interações ecológicas entre árvores e cultivos são: mudanças na luz, na temperatura e na umidade; abaixo do solo: competição por água e nutrientes, alelopatia, fixação de N, melhoria de características físicas do solo (ONG et al., 1991). Nair (1993) define interação como o efeito de um componente do sistema sobre o desempenho de outro componente e /ou em todo o sistema. O estudo das interações em sistemas agroflorestais requer o exame de inúmeros processos complexos. Entretanto, isto pode ser simplificado se as interações forem agrupadas de acordo com os fatores que são mais afetados (Tabela 2), (AKYEAMPONG et al., 1995 citados por RAO et al., 1998).

Aos processos enumerados por Rao et al. (1998) podem ser acrescentados, como efeitos benéficos: entradas de nutrientes via atmosfera; redução da acidez e redução da salinidade ou sodicidade e como efeitos adversos: perdas de matéria orgânica e de nutrientes pela colheita florestal.

Tabela 2. Processos de interações entre árvores-solo-cultivos em sistemas agroflorestais tropicais.

Natureza da interação	Processo
Fertilidade do solo: química	
Carbono	Incremento na atividade dos reservatórios de matéria orgânica do solo através da queda de serapilheira, ciclagem de raízes e incorporações da poda de árvores e resíduos de cultivos
Nitrogênio	Incremento do suprimento de N no solo através da: - Fixação de N - Captura de N em profundidades - Redução da lixiviação
Fósforo	Transformação de formas menos disponíveis de P inorgânico em formas mais prontamente disponíveis
Cátions (Ca, Mg, K)	Reallociação no perfil do solo
Alumínio	Quelação do alumínio por ácidos orgânicos

Continua ...

Tabela 2. Continuação.

Natureza da interação	Processo
Fertilidade do solo: física	Melhoria da agregação, porosidade e conexão entre poros Redução da densidade aparente Quebra de camadas de solo cimentadas (<i>hardpans</i>) e compactadas
Fertilidade do solo: biológica	Crescimento da população da macrofauna e microbiana do solo Crescimento da população de micorrizas e de rizóbios Redução / incremento de insetos pestes e patógenos de solo
Competição	Compartilhamento dos recursos de crescimento: luz, água e nutrientes entre árvores e cultivos
Microclima	Sombreamento: redução da temperatura do ar e do solo Barreira: proteção contra ventos Interceptação e redistribuição de água de chuva
Conservação do solo	Redução da erosão do solo Redução da lixiviação
Biológica	
Eervas daninhas	Redução da população de ervas daninhas Substituição das espécies de ervas daninhas Decréscimo na viabilidade dos rizomas perenes de ervas daninhas Declínio do banco de sementes de ervas daninhas anuais
Pestes e doenças	Redução/incremento das populações de pestes-parasitas/predadores
Alelopatia	Liberação de químicos no ambiente solo afetando o crescimento

Fonte: Rao et al. (1998), adaptado por Duboc (2006).

Os processos que ocorrem em florestas tropicais não perturbadas ajudam a compreender os sistemas agroflorestais. Nas florestas não perturbadas, especialmente nas zonas de alta precipitação, a maior parte dos nutrientes é encontrada na vegetação em pé. Dessa maneira, estão protegidos da erosão e da lixiviação (JORDAN, 1985). A decomposição da serapilheira ocorre de maneira relativamente rápida, dependendo do material orgânico, da época e da quantidade caída ao longo do ano. Os nutrientes são absorvidos pelas raízes que, em zonas tropicais úmidas, se encontram localizadas principalmente nas camadas mais superficiais do solo. Esse ciclo relativamente fechado de nutrientes explica por que os solos, associados a uma vegetação abundante, são muitas vezes pobres em nutrientes e não muito férteis quando utilizados na agricultura com monocultivos (MONTAGNINI, 1992).

Entretanto, o potencial de contribuição dos sistemas agroflorestais para produções econômicas em bases sustentáveis é muitas vezes limitado pelas propriedades dos solos. E, em muitos casos, essas limitações não são consideradas. Os casos de sistemas agroflorestais bem-sucedidos são praticados em solos inherentemente férteis (SZOTT et al., 1991).

Em solos ácidos e inférteis nos trópicos úmidos, o potencial para incrementar a entrada de nutrientes ou reduzir as perdas é limitado por barreiras químicas à expansão de raízes (alta saturação de alumínio no subsolo e baixos níveis de cálcio e fósforo), carência de minerais intemperizáveis e limitações nutricionais à fixação de N, além do risco de erosão e das características das propriedades físicas de alguns solos. Como resultado, o crescimento de plantas, a produção de serapilheira e a ciclagem de nutrientes são usualmente menores do que em sítios de solos mais férteis (SZOTT et al., 1991).

No Cerrado essas características são acentuadas. De acordo com Haridasan (2000a), a baixa fertilidade dos solos do Cerrado está refletida nas baixas concentrações de nutrientes nas folhas das espécies nativas em comunidades associadas a solos distróficos. Essa diferença também pode ser verificada por comparação entre a biomassa e o estoque de nutrientes com outros ecossistemas nativos. A Tabela 3 apresenta dados de biomassa aérea de árvores e seu conteúdo de nutrientes de: Silva (1990), para um Cerrado em Brasília; de Klinge et al. (1995) para duas florestas

amazônicas em Ilha de Marchantaria; e de Rudani et al. (1994), para uma floresta secundária de 10 anos em Manaus, citados por Haridasan (2000a).

Tabela 3. Biomassa aérea de árvores e seu conteúdo de nutrientes.

	Cerrado <i>sentido restrito</i> ⁽¹⁾	Floresta Amazônica 1 ⁽²⁾	Floresta Amazônica 2 ⁽²⁾	Floresta secundária ⁽³⁾
Biomassa (t ha ⁻¹)	21,4	97,5	254,6	129,0
Área basal (m ² ha ⁻¹)	9,9	38,2	95,7	-
Nutrientes (kg ha ⁻¹)				
N	-	387,1	17,0	576,0
P	4,9	31,5	67,1	17,0
K	30,5	665,6	1.806,2	-
Ca	24,9	805,8	2.988,2	248,0
Mg	12,0	163,0	341,7	105,0

Fonte: ⁽¹⁾Silva (1990); ⁽²⁾Klinge et al. (1995); ⁽³⁾Rudani et al. (1994) citados por Haridasan (2000a).

A produção de serapilheira e seu conteúdo de nutrientes nas comunidades de Cerrado e Cerradão, em solos distróficos, também, atestam a baixa disponibilidade de nutrientes desses ecossistemas (HARIDASAN, 2000b) (Tabela 4).

Tabela 4. Produção de serapilheira e seu conteúdo em nutrientes em Cerrado e Cerradão.

Vegetação	Produção de serapilheira (t ha ⁻¹)	Conteúdo de nutrientes (kg ha ⁻¹)				
		N	P	K	Ca	Mg
Cerrado						
Peres et al., 1983	2,1	17,85	1,26	3,36	6,72	2,52
Silva, 1983	2,4	-	0,72	4,8	3,60	2,88
Delitti, 1984	3,2	42,88	1,92	7,04	20,48	5,44
Cerradão						
Peres et al., 1983	7,8	63,96	4,68	12,48	26,52	10,92

Fonte: Peres et al. (1983), Silva (1983) e Delitti (1984) citados por Haridasan (2000b).

Desse modo, há necessidade de intenso estudo sobre sistemas agroflorestais específicos para o Cerrado, para possibilitar sua expansão nesse ambiente, considerando as características de solo, estacionalidade climática além das características de crescimento inerentes às espécies nativas de interesse econômico.

Szott et al. (1991) sugerem algumas intervenções nos sistemas agroflorestais para contornar as limitações de solo, como: maximizar a captura de entradas atmosféricas; utilizar rizóbios e micorrizas tolerantes à acidez; usar espécies adaptadas; promover sistemas radiculares bem desenvolvidos; usar cobertura morta para proteger o solo, reduzir a erosão e as perdas por escorramento; e minimizar as remoções de biomassa. Além disso, é importante estimular a atividade biológica pelo manejo orientado pela sucessão mediante podas, capinas seletivas e pela equilibrada distribuição da biomassa nos estratos da vegetação.

De acordo com Lunz e Franke (1998), no planejamento inicial de um sistema agroflorestal, é importante orientar-se pelas seguintes perguntas: O que utilizar ? (componentes) Onde? Quando? Como distribuir os componentes? (espaçamento, densidade, arranjo) Como manejá?

De modo geral, as espécies que irão compor os sistemas agroflorestais devem preencher os seguintes critérios: satisfazer as necessidades do produtor, dando preferência às de múltiplo uso; ser adaptável às condições ecológicas da região; ser, preferencialmente, de uso conhecido pelos agricultores; não ser muito agressiva nem exigente em água e nutrientes; possuir mercado atual ou potencial; possuir condições de perecibilidade e de escoamento compatíveis (LUNZ; FRANKE, 1998).

As práticas agroflorestais, em sua grande maioria, aplicam-se a quase todos os locais potenciais de produção agropecuária, independentemente de suas especificidades ecológicas. A chave para o sucesso está na escolha das espécies e do regime de manejo (BAGGIO, 1992). Pela observação crítica do ambiente, e, fazendo uma analogia com

os ecossistemas naturais, sistemas agroflorestais que utilizem espécies nativas do Cerrado, em densidades semelhantes às que ocorrem na vegetação natural e com espécies que naturalmente ocorrem associadas, poderiam alcançar bons resultados. De acordo com Ribeiro et al. (1994), verifica-se, para as fitofisionomias do Cerrado, que várias espécies convivem associadas. O pequi, por exemplo, é encontrado em conjunto com espécies como o carvoeiro, o araticum, a cagaita e o jatobá. Esse tipo de “convivência” ecológica estimula a possibilidade de uso simultâneo e racional dessas espécies. Com plantas nativas do Cerrado, o grande desafio está em selecionar materiais de espécies fitossociologicamente companheiras para diferentes sistemas de cultivo, em contraponto à seleção tradicional que busca materiais de alta produtividade, geralmente, dependentes de insumos e indicados para o monocultivo. Cabe ressaltar a importância da observação dos grupos sucessionais que naturalmente ocorrem nesses ambientes e de adequá-los à necessidade dos agrissilvicultores. Duboc (2006) decreve algumas características de 35 espécies nativas do Cerrado com potencial para utilização econômica.

O Cerrado e os sistemas agroflorestais potenciais

Na Tabela 5, são apresentadas as práticas agroflorestais mais comuns nos trópicos e suas principais características. Sendo a seguir detalhados alguns sistemas para o Cerrado.

Taungya

O termo *taungya* tem origem na Birmânia, significando ‘cultivos de encostas’, e foi originalmente usado para designar o plantio de árvores em áreas de agricultura migratória. Atualmente, esse termo é usado para designar qualquer combinação de cultivos durante estágios iniciais do estabelecimento da plantação florestal, na qual o objetivo principal é a produção de madeira (NAIR, 1993).

Tabela 5. Principais características das práticas agroflorestais mais comuns nos tropicais.

Prática agroflorestal	Breve descrição e arranjo dos componentes	Componentes	Papel do componente arbóreo	Adaptabilidade agroecológica
Sistemas agrissilviculturais (cultivos agrícolas e espécies lenhosas perenes)				
Capoeira melhorada	Espécies lenhosas são plantadas junto com os cultivos e deixadas crescer durante o período de pouso	LP = crescimento rápido, preferencialmente, leguminosas H = espécies agrícolas comuns	P = lenha, madeira, frutos S = melhoria da fertilidade do solo	Áreas de agricultura migratória
Taungya	Combinação de espécies arbóreas e cultivos agrícolas durante os estágios iniciais do povoamento florestal	LP = espécies florestais comerciais H = espécies agrícolas comuns	P = ganhos adicionais da colheita agrícola; melhor manutenção do reflorestamento	Em todas as regiões ecológicas
Cultivo em Aléias (intercultivo em renques)	Espécies lenhosas em renques; cultivo agrícola em aléias entre os renques; arranjo microzonal ou em faixas	LP = leguminosas com boa rebrotação e rápido crescimento H = espécies agrícolas comuns	P = produtos adicionais s dos renques, lenha S = melhoria e ou conservação do solo	Áreas subúmidas e úmidas, com alta densidade populacional e solos frágeis (produtivos, mas facilmente degradáveis)
Policultivo multiestratificado – Sistema regenerativo análogo	Multiespécies em densas associações multiestratificadas sem arranjo definido	LP = várias com hábitos de crescimento e formas distintas H = geralmente ausentes; eventualmente algumas tolerantes à sombra nos estágios finais	P = vários S = conservação e proteção do solo, ciclagem de nutrientes, conservação da biodiversidade	Áreas com solos férteis (a fertilidade pode ser melhorada com utilização intensa de adubos verdes), boa disponibilidade de mão-de-obra e alta pressão de ocupação

LP = Lenhosa perene; H = Espécie herbácea; P = Produto; S = Serviço ambiental; F = Forrageira; A = Animais. Continua ...

Tabela 5. Continuação.

Prática agroflorestal	Breve descrição e arranjo dos componentes	Componentes	Papel do componente arbóreo	Adaptabilidade agroecológica
Árvores multipropósito em áreas agrícolas	Árvores espalhadas ao acaso ou sistematicamente nos terraços, em bordas ou em faixas	LP = árvores multipropósito ou frutíferas H = cultivos agrícolas comuns	P = vários S = sombreamento, fixação de N, valores sociais, conservação do solo	Em todas as regiões ecológicas em atividades de subsistência e integradas com animais
Consórcios agroflorestais comerciais	1. Misturas multiestratificadas de cultivos agrícolas perenes 2. Misturas de cultivos agrícolas perenes em arranjos alternados ou regulares 3. Árvores de sombra para cultivos agrícolas perenes 4. Intercultivo com espécies agrícolas	LP = cultivos perenes como café, cacau, coco, seringueira e árvores frutíferas (em especial no 1); espécies para lenha/forragem (em especial, no 3) H = usualmente presente no 4, e às vezes no 1; espécies tolerantes à sombra	P = vários S = proteção e conservação do solo, sombreamento, maior estabilidade econômica	Em regiões tropicais úmidas de planalto ou subúmidas de altitude (dependendo da cultura utilizada); usualmente em pequenas propriedades em sistemas de subsistência
Quintais agroflorestais	Combinagão multiestratificada de várias espécies perto de moradias	LP = árvores multipropósito (lenha, frutíferas) H = tolerantes à sombra, (alimentícias, trepadeiras, medicinais, ornamentais)	P = vários S = proteção do solo, segurança alimentar, social	Em todas as regiões ecológicas, especialmente em áreas densamente povoadas
Árvores para conservação e recuperação do solo	Árvores em terraços, voçorocas e barrancos com ou sem gramineas	LP = árvores multipropósito e ou frutíferas H = espécies agrícolas comuns	P = vários S = conservação do solo	Em áreas declivosas, para recuperação de solos degradados ou ácidos e estabilização de dunas

LP = Lenhosa perene; H = Espécie herbácea; P = Produto; S = Serviço ambiental; F = Forrageira; A = Animais.

Continua ...

Tabela 5. Continuação.

Prática agroflorestal	Breve descrição e arranjo dos componentes	Componentes	Papel do componente arbóreo	Adaptabilidade agroecológica
Quebra-ventos, renques e cercas-vivas	Árvores ao redor de propriedades, glebas ou culturas	LP = combinações de espécies com copas altas e copas amplas H = espécies agrícolas locais	P = lenha, forragem S = quebra-vento, proteção lateral, delimitação	Áreas sujeitas a ventos
Produção de lenha	Interplantação de espécies para lenha ou ao redor de áreas agrícolas	LP = espécies produtoras de lenha H = espécies agrícolas locais	P = lenha S = delimitação de glebas, bordaduras	Em todas as regiões ecológicas
Sistemas silvipastoris (árvores e pastagem e ou animais)				
Árvores e pastagens	Árvores em distribuição irregular ou arranjo sistemático	LP = multipropósito, leguminosas F = presentes e A = presentes	P = forragem S = sombra, proteção ambiental	Áreas de pastagens extensivas
Banco de proteínas	Especies arbóreas para produção de forragens ricas em proteínas para pastejo direto ou para silagem	LP = leguminosas arbóreas forrageiras, H = presentes; F = presentes	P = forragem S = proteção do solo e ambiental	Usualmente, em áreas densamente povoadas, áreas com marcada sazonalidade climática
Cultivos perenes com pastejão e animais	Culturas perenes com pastejão, por exemplo, eucalipto, coco e seringueira	LP = culturas perenes F = presente; A = presente	P = vários S = sombra e proteção para animais	Em áreas com menor pressão de ocupação por terras

Continua ...

LP = Lenhosas perene; H = Espécie herbácea; P = Produto; S = Serviço ambiental; F = Forrageira; A = Animais.

Tabela 5. Continuação.

Prática agroflorestal	Breve descrição e arranjo dos componentes	Componentes	Papel do componente arbóreo	Adaptabilidade agroecológica
Sistemas agrissilvipastorais (árvores e cultivos agrícolas e pastagens ou animais)				
Quintais agroflorestais com animais	Combinação multiestratificada de árvores e cultivos perenes e animais pertinho de moradias	LP = frutíferas e outras lenhosas perenes; A = presente	P = vários S = cobertura do solo, reciclagem orgânica	Em todas as regiões ecológicas densamente povoadas
Renques de lenhas multipropósito	Renques de árvores para forragem, cobertura morta, adubação verde e conservação do solo	LP = crescimento rápido, forrageiras arbóreas ou arbustivas que suportem podas H = semelhante ao cultivo em aleias	P = vários, principalmente, forragem S = conservação do solo	Em áreas úmidas, subúmidas e montanhosas
Outros				
Apicultura com árvores	Árvores para produção de mel	LP = árvores melíferas (outros componentes podem estar presentes)	P = mel S = outros específicos	Depende da viabilidade da apicultura
Aquissilvicultura	Árvores em torno de tanques de produção de pescado, árvores como forragem para peixes	LP = árvores ou arbustos preferidos pelos peixes (outros componentes podem estar presentes)	P = produção de pescado S = estabilização de barrancos, conforto térmico	Regiões de planaltos e planícies

LP = Lenhosa perene; H = Espécie herbácea; P = Produto; S = Serviço ambiental; F = Forrageira; A = Animais.

Fonte: Nair (1990), adaptado por Duboc (2006).

O sistema *taungya* objetiva diminuir o custo de estabelecimento das plantações florestais. Na perspectiva de manejo do solo, os cultivos agrícolas de ciclo curto (milho, arroz, feijão, mandioca, dentre outros) são plantados de modo a se beneficiar da fertilidade do solo construída pelo componente arbóreo anterior, sendo que a duração do consórcio é dependente da disponibilidade de espaço e da luz proporcionada pelo arranjo do plantio das árvores.

Schlönvoigt e Beer (2001) utilizaram um delineamento derivado do leque de Nelder, para estudar os efeitos que a distância cultura agrícola-árvore exerce sobre o crescimento e o desenvolvimento das espécies madeireiras *Cordia alliodora* ou *Eucalyptus deglupta*, associado com milho ou mandioca, durante o primeiro ano após o transplantio de árvores em dois sítios de solos aluviais na Costa Rica. O espaçamento das árvores variou de 2,55 m x 2,80 m a 2,55 m x 5,20 m e a distância entre as culturas e as árvores variou de 0,20 m a 1,40 m. Os autores verificaram que a associação com o milho não afetou o crescimento das duas espécies arbóreas. Contudo, a associação com a mandioca causou reduções expressivas na média do crescimento para as duas espécies. Esses autores verificaram, também, que o crescimento episódico da *C. alliodora*, no seu desenvolvimento inicial, teve influência negativa mais representativa do que para o *E. deglupta* cujo crescimento é contínuo.

Estudando o mogno em consórcio com o baru (*Dypterix alata*), Mazzei e Felfili (2001) concluíram que o crescimento do mogno em plantio puro, aos 25 meses de idade, propiciou melhor crescimento em altura e em diâmetro do coleto. O plantio puro e os consórcios com óleo-de-copaíba, baru e com o híbrido comercial de eucalipto (*E. grandis* x *E. urophylla*) no espaçamento 3 m x 2 m e 6 m x 2 m apresentaram resultados satisfatórios.

Marques e Brienza Júnior (1992), citados por Mazzei e Felfili (2001), estudaram o mogno em consórcio com o milho (*Zea mays*) e com banana (*Musa sp.*). Depois de 10 anos, o mogno apresentou altura média de 24,9 m, DAP médio de 15,1 cm e taxa de sobrevivência de 95 %. Sousa et al. (1996), citados por Mazzei e Felfili (2001), consorciaram mogno com

paricá (*Schizolobium amazonicum*) e com ingá (*Inga edulis*). Aos 24 meses de idade, o mogno apresentou altura média de 4,13 m, diâmetro, à altura de 50 cm, de 5 cm, taxa de mortalidade de 7 % e taxa de ataque da praga de 73 %.

Mazzei e Felfili (2001) estudaram, no Distrito Federal, o mogno em plantio puro e em consórcio com *Copaifera langsdorffii* (óleo-de-copaíba), com *Eucalyptus camaldulensis* e com vegetação do Cerrado sentido restrito. Verificaram que o melhor desenvolvimento das plantas de mogno aos 36 meses foi no plantio puro e no consórcio com o óleo-de-copaíba. As mudas de mogno foram bastante prejudicadas no consórcio com o eucalipto que já se encontrava com 2 anos de idade no momento do plantio do mogno e, com a vegetação de Cerrado, em função da concorrência por água e nutrientes, além do sombreamento, aliado ao ataque de pragas que foi mais intenso na vegetação de Cerrado.

Na mesorregião da Depressão Cuiabana, Estado de Mato Grosso, em região ecológica de transição de Cerrado para o Pantanal, Matta (2002) avaliou a rentabilidade financeira e o comportamento inicial dos consórcios e do monocultivo do angico (*Anadenanthera falcata*) e do baru (*Dipteryx alata*), combinados com as culturas da banana (*Musa sp.*) e da mandioca (*Manihot esculenta*). O autor concluiu que o angico desenvolveu-se melhor em maiores densidades de plantio, no monocultivo (1.250 plantas ha⁻¹) e no consórcio com a mandioca (1.250 plantas de angico e 9.375 mandiocas ha⁻¹). O baru desenvolveu-se melhor em menores densidades de plantio e nos consórcios com as bananeiras (625 plantas de baru e 625 plantas de banana ha⁻¹). As maiores rentabilidades financeiras foram provenientes dos sistemas bananeiros em monocultivo ou combinados com baru e mandioca, ou com angico e mandioca.

Sistema regenerativo análogo (SAFRA) ou Agrofloresta

Uma abordagem análoga aos ecossistemas naturais é usada para desenhar esse sistema de cultivo, estrutural e funcionalmente similar à

sucessão que ocorre em ecossistema florestal tropical. O sistema regenerativo análogo ou agrofloresta caracteriza-se por um policultivo denso, multiestratificado e permanente envolvendo grande número de espécies lenhosas perenes que apresentam uma fitofisionomia semelhante a uma floresta nativa. As agroflorestas produzem produtos como mel, madeira, cipós, plantas medicinais, lenha, além de alimentos para homem e animais silvestres ou domésticos.

Hoffmann (2005) estudou a viabilidade da implantação mecanizada de um sistema agroflorestal regenerativo análogo, comparada à implantação manual, em uma propriedade no Distrito Federal, em Latossolo Vermelho cuja fitofisionomia original era um Cerradão. O local estava há dois anos em pousio, sendo anteriormente cultivado com lavoura de milho irrigado durante os cinco anos anteriores. No estudo, foram utilizadas 73 espécies, sendo 7 anuais (herbáceas), 8 bi e trianuais (arbustivas) e 58 arbóreas, obedecendo, no desenho e no manejo desse sistema, à sucessão natural das espécies. Foram incluídas espécies de interesse econômico como: as produtoras de grãos, de frutas, de madeiras e de material vegetal para as podas, além das espécies escolhidas para compor o consórcio de plantas, por indiretamente, contribuir para o incremento da produção. O autor concluiu que o sistema agroflorestal mecanizado apresentou, em média, custo de implantação 4,45 % menor que o sistema agroflorestal manual, utilizando 90 dias a menos para sua implantação, com retorno de 45 % do valor investido no primeiro ano. Nos dois sistemas observaram-se boa sanidade e otimização do uso do espaço ao longo do tempo. O sistema agroflorestal mecanizado aumentou o nível de cobertura do terreno, proporcionando 80 % a mais de material vegetal seco do que o recomendado como ideal para plantio direto, e elevou a biodiversidade de plantas de 5 para 45 espécies por hectare. Nos dois sistemas agroflorestais, não houve necessidade de aplicação de agrotóxicos e de adubos químicos, enquanto nos monocultivos analisados, 48 % da soma dos custos totais foram utilizados para aquisição e aplicação desses insumos.

Quintal agroflorestal

O tradicional pomar ou quintal consiste num conjunto de plantas, diversificado e multiestratificado, que inclui árvores, arbustos, trepadoras e herbáceas, cultivados próximos ou nas cercanias das moradias da propriedade e, atualmente, até em centros urbanos, conhecidos como agricultura urbana. De maneira geral, os quintais agroflorestais possuem entre 3 e 4 estratos verticais, além de lianas e cipós, como; chuchu, bucha, pepino e maracujá. O primeiro estrato é ocupado com herbáceas próximo ao solo (um metro de altura), composto de plantas medicinais e hortaliças, seguido por plantas como arroz, abacaxi, banana, cana, feijão, mandioca, mamão, milho, inhame, etc. (entre 1 m e 3 m de altura do solo). Outro estrato intermediário (3 m a 10 m) de composição variada, ou seja, desde espécies herbáceas a arbóreas, geralmente de uso múltiplo, como medicinais e forrageiras para animais ou madeira para lenha, mas em geral dominado por espécies frutíferas (amora, ameixa, citrus, goiaba, jabuticaba, pitanga, etc.). E um estrato superior composto também de frutíferas e árvores emergentes (entre 10 m e 20 m), como abacate, jenipapo, ingá, jaca, manga, dentre outras. Apesar do aspecto muito dinâmico na composição desses estratos, a estrutura e a função do sistema são sempre mantidas.

A introdução de espécies nativas do Cerrado, na composição dos quintais agroflorestais, cujo consumo já esteja consagrado pelas populações regionais e, portanto, com maior potencial econômico, pode se tornar uma fonte de renda para a pequena propriedade pela comercialização do excedente, especialmente, após a agregação de valor pela sua transformação em geléias, doces, sorvetes, frutas cristalizadas, polpa congelada ou desidratada, torrefação de castanhas, preparo de temperos, dentre uma infinidade de possibilidades. Pesquisas vêm sendo desenvolvidas pela Embrapa Cerrados e outras instituições, visando conhecer o valor alimentício e novas formas de aproveitamento dessas frutas, além das tradicionais, bem como a busca de maior produtividade, mediante seleção de matrizes e produção de mudas por intermédio de propagação vegetativa. Essas ações ampliam os horizontes de utilização

pelo apoio, incentivo e transferência das novas tecnologias geradas às comunidades rurais.

Consórcios agroflorestais comerciais

Também conhecido como consórcios multiestratificados comerciais são uma mistura de um número limitado de espécies perenes, em geral menos de dez, manejadas para fins comerciais. Diferenciam-se do quintal agroflorestal cujo objetivo principal é melhorar as condições de subsistência do agricultor e sua família. Distinguem-se das agroflorestas ou sistemas regenerativos análogos, pois estas apresentam uma composição muito mais diversificada (DUBOIS et al., 1996).

Aguiar e Almeida (2000) descreveram o sistema de cultivo da gueroba (*Syagrus oleracea*) em consórcio com o milho (*Zea mays*) e o feijão (*Phaseolus vulgaris*), durante os dois primeiros anos de estabelecimento do palmito, em um estudo de caso na Fazenda Pantanal dos Buritis, localizada no Município de Aragoiânia, GO. Comparando o valor presente líquido (VPL) do consórcio com três cultivos, laranja-pêra-rio, milho e arroz de sequeiro, os autores concluíram que, para as condições vigentes de mercado e níveis de tecnologia considerados, o sistema gueroba proporcionou o maior retorno do capital investido e a maior relação benefício/custo.

Avaliando o comportamento das cultivares de café Acaí Cerrado e Catuaí Rubi em quatro sistemas agroflorestais: monocultivo e consorciados com seringueira (*Hevea brasiliensis*), mogno (*Swietenia macrophylla*) e neem (*Azadirachta indica*), Melo et al. (2002) verificaram que a consociação com o cafeeiro favoreceu significativamente o crescimento em altura e em circunferência das espécies florestais. Aos 63 meses, o aumento foi de 44 % (altura) e de 54 % (circunferência) para o mogno, de 61 % (altura) e 90 % (circunferência) para a seringueira e de 28 % (altura) e de 38 % (circunferência) para o neem. Esse maior crescimento das espécies florestais provavelmente deveu-se às adubações usadas no cafeeiro.

Melo e Guimarães (2002) observaram que os consórcios da gueroba (*Syagrus oleracea*) com a seringueira (*Hevea brasiliensis*), com o mogno (*Swietenia macrophylla*) ou com o neem (*Azadirachta indica*) não afetaram a altura de inserção de folhas tampouco a sobrevivência da gueroba. Sendo que as demais espécies florestais beneficiaram-se do consórcio.

Cultivo em aléias

O cultivo em aléias é um sistema agroflorestal simultâneo, no qual árvores, principalmente leguminosas, crescem em densas sebes. Entre as aléias com distâncias especificadas, crescem cultivos de ciclo curto. A poda periódica das sebes fornece nutrientes, controla as ervas e regula a luminosidade. Espaçamentos menores são recomendados quando se pretende produzir maior quantidade de biomassa para a adubação orgânica do solo. Para Engel (1999), entre as fileiras podem ser cultivados milho, feijão, mandioca, soja, cereais e outras plantas anuais. Geralmente, são utilizadas leguminosas arbóreas fixadoras de nitrogênio, associadas a micorrizas, como as espécies do gênero *Acacia*, *Sesbania*, *Leucaena*, *Gliricidia*, *Calliandra* e *Prosopis*. A sombra produzida pela copa densa das mudas elimina rapidamente as ervas daninhas e diminui os custos de manutenção.

No Município de Boa Esperança, norte do Espírito Santo, foi desenvolvido um sistema de cultivo em aléias para reabilitação de solos empobrecidos. Nesse sistema, as sebes ocupam faixas de 0,5 m de largura, constituídas por 2 a 3 linhas plantadas com leguminosas fixadoras de nitrogênio (*Acacia mangium*, *Gliricidia sepium* e *Leucaena leucocephala*). Para acelerar o processo de recuperação, faz-se também a introdução de leguminosas de cobertura: feijão-de-porco, labe-labe, feijão-bravo-do-ceará (*Canavalia brasiliensis*) e mucuna para ocupar as ruas de 2 m de largura entre as aléias, durante curtos períodos de pousio ou em associação com os cultivos de milho, mandioca, pimenta-do-reino, feijão-carioquinha, café e abacaxi (DUBOIS, 1992).

Quebra-ventos

Denomina-se quebra-vento qualquer estrutura que reduza a velocidade ou modifique a direção dos ventos dominantes, de modo a diminuir seus efeitos nocivos. Podem ser estabelecidos para proteger culturas, animais, casas, instalações, etc. No planejamento dos quebra-ventos, a escolha das espécies é também muito importante, em função da resistência da copa e do sistema radicular, da altura, da porosidade e da densidade de sua parte aérea, e pela capacidade de fornecer outros produtos.

Com sua utilização, pode haver aumento na produção e redução nos custos da lavoura. De acordo com Macedo et al. (1997) e Guimarães e Fonseca (1990), os outros benefícios que trazem à propriedade rural são: (a) diminuição do ressecamento do solo; (b) proteção dos ventos frios ao gado e às lavouras; (c) fornecimento de sombra, abrigo e alimento para a fauna silvestre e a criação; (d) auxílio no controle da erosão e na conservação do lençol freático; (e) fornecimento de lenha, moirões, cercas e frutos; (f) proteção aos inimigos naturais das pragas de lavouras; (g) garantia da apicultura pelo fornecimento de néctar; (h) melhoria das camadas superficiais do solo pela produção de matéria orgânica e pela reciclagem de nutrientes mediante a quedas das folhas.

A marcada estacionalidade climática, com período de estiagem, de 4 a 6 meses e a ocorrência de solos ácidos e de baixa fertilidade, característicos da região do Cerrado, podem induzir intensas competições por água e nutrientes, aspectos que precisam ser considerados.

Sistemas agroflorestais para recuperação e proteção de reservas

A fragmentação florestal é um fenômeno associado com a expansão da fronteira agrícola e, ultimamente, tem recebido maior atenção em razão das elevadas taxas de desmatamentos e seus conseqüentes efeitos em regiões tropicais. Além disso, há evidências crescentes de que os

fragmentos florestais requerem a proteção contra perturbações antrópicas e um manejo ativo para conservar suas populações ameaçadas de extinção (VIANA et al., 1997; VIANA, 1995 citados por AMADOR; VIANA, 1998).

A utilização de sistemas agroflorestais na recuperação de fragmentos florestais visa facilitar os processos da sucessão natural, restabelecendo a estrutura e a composição da floresta por meio da regeneração natural. Os sistemas agroflorestais, além de recuperar os fragmentos, podem ser interessantes para a restauração de ecounidades degradadas, corredores de interligação, recuperação de Matas Ciliares e manejo das bordas dos fragmentos.

Os sistemas agroflorestais podem, também, amortizar os custos dos plantios de recuperação. Para Rodrigues (2005), os consórcios agroflorestais podem ser adotados para a recuperação de áreas de Reserva Legal, entretanto, a viabilidade econômica irá depender do manejo dispensado aos cultivos agrícolas. Em um assentamento no Pontal do Paranapanema, SP, o espaço entre as linhas do plantio florestal (4 m x 2 m) foi utilizado pelas famílias para produzir mandioca, milho, feijão e amendoim e, sobre os terraços para controle da erosão, foram plantadas leguminosas fixadoras de nitrogênio (feijão-guandu - *Cajanus cajan* e labe-labe - *Dolichos lablab*), sem o uso de fertilizantes químicos e agrotóxicos. Os rendimentos econômicos das culturas agrícolas no sistema agroflorestal, no segundo ano, de acordo com o autor, ainda não foram suficientes para cobrir os custos com o plantio de recuperação. Entretanto, há que se considerar, também, os benefícios indiretos da redução da erosão, da ciclagem de nutrientes e da deposição da serapilheira.

Sistemas agrissilvipastorais

Os sistemas agrissilvipastorais referem-se às explorações, nas quais se integram as árvores, os cultivos agrícolas, as forrageiras e os animais que realizam o pastejo. Esses sistemas podem produzir madeira, lenha, fibras, óleos, frutos e grãos, além de carne, couro, lã e leite.

As árvores em pastagens podem reduzir os extremos climáticos levando ao melhor desempenho produtivo da criação. O microclima, juntamente com a ciclagem de nutrientes, a adição de matéria orgânica ao solo e a fixação de nitrogênio, podem aumentar a produção de forragem e contribuir para melhoria do aporte de proteínas dessas espécies (EMBRAPA, 1997).

Em regiões quentes e sob áreas sombreadas, os hábitos de pastejo dos animais são alterados com o sombreamento, permitindo melhor distribuição da ruminação durante o dia e maior tempo de descanso dos animais. A redução do estresse provocado pelo calor melhora as taxas de fertilidade do rebanho e aumenta o peso dos bezerros pós-nascimento. No caso da região do Cerrado, são ainda incipientes os estudos da seleção das espécies arbóreas e forrageiras, arranjos entre as plantas consorciadas, métodos de introdução das espécies arbóreas nas áreas de pastagens cultivadas, avaliação dos impactos ambientais e socioeconômicos dos sistemas silvipastoris. De acordo com Pires e Carvalho (2002), diversos estudos têm demonstrado os benefícios da sombra para os animais, com aumentos entre 12 % e 15 % na produção de leite, 20 % na taxa de concepção e redução de quase 50 % no número de serviço/concepção dos animais que tiveram acesso à sombra.

As árvores para arborização de pastagens devem, preferencialmente, possuir compatibilidade ecológica com o local, apresentar crescimento rápido, ser resistente a ventos e ter possibilidade de propiciar alimento e fixar nitrogênio (MONTOYA VILCAHUAMAN et al., 1994) e possuir copa aberta e de porte médio (LEÃO, 1996). Para Carvalho (1998), as espécies devem apresentar troncos altos e copa pouco densa, de modo a permitir o mínimo possível de interceptação de luz. Muoghalu e Isichei (1995) citados por Carvalho (1998), estudando o efeito das copas de árvores sobre a produção de gramíneas nas savanas africanas, observaram que a produção de matéria seca foi significativamente maior sob a copa de árvores com mais de 7 m de altura do que sob árvores menores. Waldige (1994) relata que árvores de folhas largas, copa densa e baixa, não são

recomendadas para o sombreamento natural, quando analisadas do ponto de vista do conforto térmico, porque podem dificultar a ventilação, em decorrência da ascensão do ar quente e da maior dificuldade de esse ar se dissipar.

Nesses sistemas, a produtividade das pastagens depende da quantidade de árvores por hectare, da altura, da arquitetura e da fenologia de cada espécie, sendo a densidade responsável pela maior ou menor produção de forragens (MAGALHÃES et al., 2004; CLARY et al., 1975). Quando o componente arbóreo não é muito denso, as gramíneas sob o dossel mantêm por mais tempo os níveis de proteínas e de digestibilidade (KARLIN; AIRSA, 1982 citados por MAGALHÃES et al., 2004). Em Rondônia, Magalhães et al. (2000) obtiveram ganho de peso em ovelhas mantidas em pastagem de puerária e gramíneas nativas consorciadas com seringueira. Entretanto, alguns trabalhos têm mostrado perda de produtividade das forrageiras nos sistemas silvipastoris. Christie (1975) observou maior produção de *Cenchrus ciliaris* em áreas sem consórcio em relação à área consorciada com *Eucalyptus populnea*, Giraldo et al. (1995), citados por Magalhães et al. (2004), obtiveram maior produção de *Panicum maximum* onde a densidade arbórea era menor. Outro fator da produtividade das pastagens é a tolerância das gramíneas e das leguminosas ao sombreamento sob as árvores. Franke et al. (2001) e Veiga et al. (2001) mencionam que os capins *Pennisetum* sp. e *Brachiaria Brizantha* e as leguminosas *Pueraria phaseoloides*, *Centrosema pubescens* e *Calopogonium mucunoides* são relativamente tolerantes ao sombreamento, produzindo uma quantidade de matéria seca razoável nessas condições.

Melo e Zoby (2004) estudaram um sistema silvipastoril com pastagens de *Brachiaria decumbens* e 21 espécies arbóreas plantadas no espaçamento de 9 m x 3 m. Na Tabela 6, podem-se observar algumas das espécies que obtiveram melhor desempenho.

Tabela 6. Comportamento de algumas espécies arbóreas em sistema silvipastoril com *Brachiaria decumbens*, aos 57 meses de idade, em Planaltina, DF.

Nome comum	Nome científico	Altura (m)	Diâmetro a 20 cm do solo (cm)	Diâmetro de copa (m)	Sobrevivência (%)
Jacaré	<i>Piptadenia gonoacantha</i>	6,7	16,5	6,3	80
Angico-do-cerrado	<i>Anadenanthera falcata</i>	4,9	9,6	3,9	91
Eucalipto	<i>Corymbia citriodora</i>	9,2	14,5	3,2	80
	<i>Eucalyptus urophylla</i>	8,7	19,4	5,1	70
Mata-cachorro	<i>Simarouba versicolor</i>	4,1	9,1	2,8	70

Fonte: Melo e Zoby (2004).

Garcia et al. (1994), estudando o plantio de *Eucalyptus grandis* com as forrageiras *Melinis minutiflora* (capim-gordura) e *Brachiaria decumbens* (braquiária), no Município de Ponte Nova, MG, verificaram crescimento vigoroso da braquiária entre as linhas de eucalipto, mesmo em espaçamentos fechados. Segundo os autores, a braquiária apresenta ponto de compensação lumínica mais baixo do que o capim-gordura, justificando sua sobrevivência. Além disso, os sistemas formados por eucalipto e braquiária são mais produtivos e estáveis, inclusive, nos menores espaçamentos.

Vale (2004) modelou a viabilidade técnica, econômica, social e ambiental de três sistemas agrissilvipastoris a partir de um levantamento de informações de uso da terra em diferentes condições ambientais da zona da mata mineira. Os sistemas analisados foram: reflorestamento com eucalipto (3 m x 3 m); pecuária leiteira convencional, sendo o pasto formado de um consórcio da gramínea *Brachiaria brizantha* com leguminosa *Calopogonium mucunoides*; e sistema silvipastoril (eucalipto + pecuária leiteira). O autor verificou que os três sistemas apresentaram lucratividade econômica, sendo que o eucalipto + pecuária leiteira foi o que apresentou os maiores valores para o VPL (valor presente líquido), VAE (valor anual equivalente) e VET (valor esperado da terra), enquanto o reflorestamento

de eucalipto apresentou maior B/C (razão benefício/custo) e a pecuária leiteira convencional a maior TIR (taxa interna de retorno).

Rodigheri (1998) estudou, na Região Sul do Brasil, a viabilidade econômica do plantio de eucalipto e pinus; ambos solteiros, no espaçamento de 3 m x 2 m e com feijão e milho no primeiro e no segundo ano. O eucalipto sofreu o primeiro corte aos 7 anos e o das rebrotações aos 14 e aos 21 anos. No pinus, foram realizados desbastes aos 8, 12 e 16 anos e corte final aos 21 anos. O autor observou, em relação ao eucalipto solteiro, os valores de TIR 32,9 % e VPL de R\$ 5.052,00/ha e para eucalipto com feijão e milho nos dois primeiros anos, os valores de 41 % e R\$ 5.222,00/ha respectivamente. Para o pinus solteiro, os valores foram de 17,1 % de TIR e R\$ 6.337,00/ha de VLP, e para o pinus com feijão e milho no primeiro e segundo anos os valores foram de 20 % e R\$ 6.507,00/ha respectivamente.

O sistema agroflorestal, adotado pela Fazenda Bom Sucesso, da Companhia Mineira de Metais, no Município de Vazante, localizada em pleno Cerrado, tem apresentado resultados positivos, tanto para o uso do solo, como para auto-sustentabilidade econômico-financeira do empreendimento. O eucalipto, plantado no espaçamento de 10 m x 4 m, é consorciado com arroz no primeiro ano (produtividade média de 30 sc. ha⁻¹) e com soja, no segundo ano (média de 35 sc. ha⁻¹). Colhida a soja, planta-se o capim, principalmente a *Brachiaria brizantha*, como componente forrageiro para o gado, para recria e/ou engorda, o qual é solto após estabelecimento do capim, obtendo-se em média 850 kg ha ano⁻¹ de carne. A madeira é cortada após um ciclo agrissilvipastoril de 10 anos. No segundo ciclo, as produtividades são superiores, cerca de 20 % para os grãos e 20 % para a madeira, em relação ao obtido no primeiro ciclo. Com as 250 plantas por hectare, obtém-se, na maioria das áreas, incremento médio anual de 40 metros estéreos por hectare, dos quais 50 % de madeira para serraria (SILVA, 2004).

Dube et al. (2002) instalaram, em 1993, no Cerrado mineiro, um sistema agroflorestal com clones de híbridos de eucalipto: *Eucalyptus*

camaldulensis x *E. grandis*, *E. camaldulensis* x *E. urophylla* e *E. camaldulensis* x *E. tereticornis*, plantados no espaçamento de 10 m x 4 m, ou 250 árvores ha⁻¹, consorciados com arroz (*Oriza sativa* var. Guarani) no primeiro ano (produção de 1.400 kg ha⁻¹), soja (*Glycine max* var. Doko) no segundo ano (produção de 1.500 kg ha⁻¹) e *Brachiaria brizantha* no terceiro ano. Com uma capacidade de carga de 1 animal ha⁻¹ no semestre da seca e 2 animais no período de chuva, o gado foi liberado para o pastoreio, após um período de 90 dias para o estabelecimento da pastagem. A cada dois anos o gado engordado era vendido e substituído por novos novilhos para reiniciar o ciclo de engorda, sendo então os novilhos vendidos nos anos 3, 5, 7 e 9 do ciclo de produção de 11 anos para o eucalipto. O incremento médio da floresta plantada foi de 23,33 m³ ha⁻¹, obtendo-se 257 m³ ha⁻¹ de madeira no final da rotação, destinadas 60 % para energia e 40 % para serraria. Dos custos por hectare, 37 % foram associados ao estabelecimento e à manutenção das plantações de eucalipto; 21 % para aquisição, transporte e manutenção do gado; e 16 % para o estabelecimento e a manutenção da pastagem. Os custos associados com o cultivo do arroz e da soja foram os menores, representando 12 % do total para o arroz e 14 % do total para a soja. O sistema agroflorestal foi comparado com plantios puros de eucalipto, utilizando os mesmos clones, no espaçamento de 3 m x 3 m, perfazendo um ciclo de 21 anos, com 3 rotações de 7 anos, sendo a segunda e a terceira originadas das brotações das cepas. Os resultados das análises econômicas mostraram que o valor esperado da terra (VET) e o valor periódico equivalente (VPE) do sistema agroflorestal (US\$ 560,10 ha⁻¹ e US\$ 56,01 ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente) foram 56,7 % superior ao da monocultura do eucalipto (US\$ 357,33 ha⁻¹ e US\$ 35,74 ha⁻¹ ano⁻¹ respectivamente).

Mercado para produtos florestais madeireiros e não madeireiros

O Brasil possui a segunda maior cobertura florestal do planeta, com 477 milhões de hectares, menor apenas que a da Rússia. Em 2005

possuía 5,38 milhões de hectares de florestas plantadas, correspondendo à sexta maior área reflorestada do mundo (menor apenas que a da China, dos Estados Unidos, da Rússia, do Japão e do Sudão), principalmente, com pinus e eucalipto (FAO, 2007). Além de mais de 326 mil ha plantados com outros gêneros, como acácia, teca e araucária, entre outros, correspondendo a 29,4 % da cobertura florestal mundial (BACHA, 2005; POU et al., 2006). No entanto, experimenta uma escassez de madeira oriunda de reflorestamento, com altas nos preços de madeira. A produção brasileira de madeira roliça, na forma de lenha, carvão vegetal e madeira em tora, desde a década de 1990, apresenta tendências de diminuir por causa, principalmente, da redução de produção oriunda de matas nativas. Já a produção gerada de florestas plantadas cresce, mas não compensa a menor produção originada de matas nativas (BACHA, 2005).

O carvão vegetal, oriundo de plantios florestais, tem sido insuficiente para atender à demanda suprida pelo aproveitamento de resíduos lenhosos resultantes da expansão da fronteira agrícola (ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE SILVICULTURA, 2005), aumentando a pressão sobre os remanescentes florestais, em especial, do Cerrado. De acordo com dados do IBGE (2005a), dos 5,5 milhões de toneladas de carvão vegetal produzidas no Brasil em 2005, 1,9 milhão de tonelada, ou seja, 34,5 % da produção nacional foi oriunda da vegetação nativa do Cerrado.

Em 2005, a produção primária florestal do País somou pouco mais de 10 bilhões de reais, dos quais 66,4 % provieram da silvicultura e 33,6 % do extrativismo vegetal (IBGE, 2005b) (Fig. 1).

Dentre as espécies oriundas do extrativismo vegetal, comercializadas no Brasil, estão algumas nativas do Cerrado: as fibras do buriti (*Mauritia flexuosa*), as amêndoas do pequi (*Caryocar brasiliense*) e do baru ou cumbaru (*Dypterix* spp.), as cascas tanantes do angico (*Anadenanthera macrocarpa*) e do barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*) e os frutos da mangaba (*Hancornia* spp.) (Tabela 7).

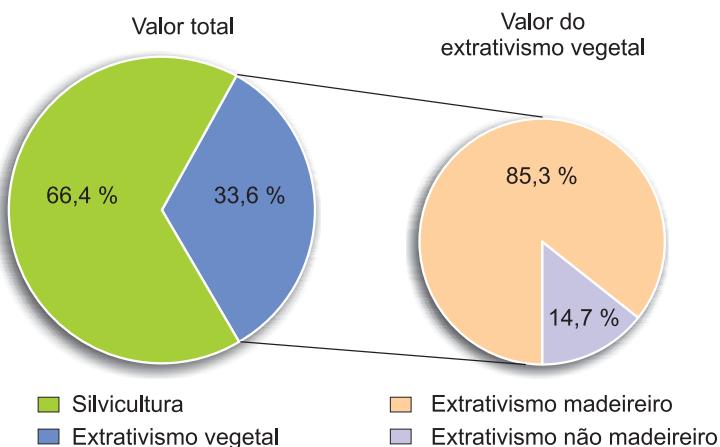


Fig. 1. Participação do extrativismo vegetal, madeireiro e não madeireiro e da silvicultura no valor total da produção – Brasil – 2005.

Fonte: IBGE (2005b).

Tabela 7. Quantidade e valor de produtos de extração vegetal nacional de espécies nativas que ocorrem no Bioma Cerrado (1995-2005).

Espécies comercializadas por meio do extrativismo	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	
	Quantidade (t)						Valor (R\$ 1.000)	
Angico (casca)	577	380	347	343	316	280	231	179
Barbatimão (casca)	12	12	12	11	12	7	6	4
Buriti (fibra)	387	381	356	389	360	492	483	879
Copaíba (óleo)	72	408	414	453	463	459	479	1.741
Baru (amêndoas)	48	10	38	18	97	89	110	440
Mangaba (frutos)	310	1.222	1.181	1.147	999	790	811	1.028
Pequi (amêndoas)*	2.454	3.580	3.338	3.607	4.941	4.923	5.089	4.284

(*) Inclui também frutos inteiros para consumo alimentar da polpa in natura e uso culinário.

Fonte: IBGE (1995, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005b).

A palmeira gueroba ou guariroba (*Syagrus oleracea*), utilizada para a extração de palmito, também tem sua produção analisada pelo IBGE,

entretanto, junto a outras palmeiras não nativas do Cerrado. De acordo com dados da Emater-GO de 1999, o cultivo da gueroba, do mesmo modo, vem apresentando aumento, especialmente, no Estado de Goiás. Em 1995, 253 produtores de gueroba cultivavam 952,1 ha, em 1999, o número de produtores subiu para 1.395, enquanto a área passou para 4.499 ha. Com a exploração predatória e a acelerada destruição da vegetação nativa por meio da expansão da fronteira agrícola, a oferta do produto oriunda do extrativismo vem sendo reduzida substancialmente (AGUIAR; ALMEIDA, 2000).

Levantamentos com a população nativa da região, nas diversas fitofisionomias do Cerrado, mostraram que existem mais de 150 espécies com potencial econômico e com diferentes potenciais de uso: alimentar, forrageiro, tanífero, artesanal, ornamental, corticífero, melífero, oleaginoso, medicinal, madeireiro, tintorial, resinífero, condimentar, lacticífero e aromático, dentre outros (ALMEIDA et al., 1998; RIBEIRO et al., 1994).

Muitas possuem viabilidade para a exploração econômica e algumas já são industrializadas e disponibilizadas aos consumidores em forma de doces, licores, sorvetes e conservas, como; o pequi (*Caryocar brasiliense*), a macaúba (*Acrocomia aculeata*), o araçá (*Psidium spp.*), o buriti (*Mauritia flexuosa*), o araticum (*Annona crassiflora*), o murici (*Byrsonima verbascifolia*), a cagaita (*Eugenia dysenterica*), a mangaba (*Hancornia speciosa*) e o palmito da gueroba (*Syagrus oleracea*) (CARAMORI et al., 2004; SILVA et al., 2001; GOMES, 1998), bem como, a farinha do jatobá (*Hymenaea courbaril* e *H. stignocarpa*), paçocas e bombons de baru (*Dipterix alata*).

Essas frutas possuem importância no desenvolvimento regional, pois representam fontes de renda alternativas para comunidades tradicionais, comerciantes, processadores e empresários contribuindo, de certa forma, para o desenvolvimento sustentável da região. Entretanto, apesar da grande aceitação popular, a comercialização vem sendo realizada, apenas, em feiras livres, mercados, frutarias e às margens das

estradas da região do Cerrado, obtidos, quase que exclusivamente, do extrativismo e do comércio *in natura* (SILVA et al., 2001; ALMEIDA et al., 1998).

Há um movimento crescente para a elaboração e a comercialização de produtos de plantas do Cerrado que fazem parte da tradição cultural dessa região. O maior expoente da organização dessa produção é a Rede de Comercialização Solidária de Agricultores Familiares e Extrativistas do Cerrado (Rede Cerrado), iniciada em 2000. Essa ONG reúne famílias dos estados de Goiás, de Minas Gerais e da Bahia e conta com a própria marca *Empório do Cerrado* (SILVA; EGITO, 2005 citados por MILLER; PEDROSO, 2006).

Domesticação das espécies nativas

Têm sido realizados poucos estudos ligados à domesticação de espécies úteis do Cerrado, inclusive daquelas com destaque quanto ao seu valor econômico como: aroeira, barbatimão, buriti, copaíba, chuveirinho, faveira, mangaba, piaçava, pequi, macaúba, gueroba, entre outras. Estas já possuem cadeias de mercado consolidadas, sendo capazes de gerar renda em curto prazo, entretanto, seu potencial extrativista tende a decrescer e, consequentemente, elas vêm sendo substituídas por outras atividades (BORGES FILHO; FELFILI, 2003).

O incremento da qualidade, do número e da diversidade de árvores domesticadas provendo amplo espectro de produtos florestais não madeireiros poderá aumentar a capacidade agroflorestal de amenizar a pobreza, mitigar o desmatamento e o esgotamento do solo (LEAKY et al., 1996 citados por LEAKY; SIMONS, 1998). Entretanto, a utilização de espécies nativas fornecedoras de produtos não madeireiros em sistemas agroflorestais esbarra na grande variabilidade genética encontrada nas espécies não melhoradas.

Em testes de procedência de espécies nativas do Cerrado já foram estudadas as taxas de crescimento de 13 espécies, com prazos de 1 a 10 anos. O valor mínimo para crescimento em altura foi 0,05 m ano⁻¹ para o

Caryocar brasiliense, sem irrigação. O valor máximo foi 1,3 m ano⁻¹ para *Anadenanthera falcata*. Esses dados podem ser comparados com a taxa de crescimento de *Eucalyptus alba*, 1,74 m ano⁻¹. Essas espécies, geralmente, demonstraram declínio da taxa anual de crescimento ao longo dos períodos estudados. A comparação entre dados obtidos de diferentes locais mostrou variação na taxa de crescimento médio, provavelmente, refletindo diversidades locais em solos, de precipitação ou de tratamento. Todavia, as taxas de crescimento de espécies sob condições naturais foram menores do que a taxa da mesma espécie em provas de procedência (HAY, 2002).

O emprego da enxertia é ainda incipiente na propagação de fruteiras nativas do Cerrado, mas pode ser o primeiro e decisivo passo para a domesticação dessas espécies e possibilitar a incorporação delas ao processo produtivo da região em bases agronômicas capazes de atender os interesses dos consumidores e de agricultores (PEREIRA et al., 2001 citados por PEREIRA et al., 2002a). A clonagem de plantas adultas e a produção de mudas enxertadas já são viáveis para a mangaba e o pequi (PEREIRA et al., 2002a,b).

Considerações finais

Os frutos e outros produtos de espécies nativas do Bioma Cerrado têm uso consagrado pela população regional, entretanto, são oriundos, na sua quase totalidade, do extrativismo, apesar de atualmente existirem poucas iniciativas de pesquisas que possam conduzir à domesticação e a sistemas de cultivos para essas espécies. À medida que houver maior divulgação e estímulo ao consumo, poderá aumentar, igualmente, o interesse pelo cultivo racional dessas espécies. Além disso, há uma demanda crescente de madeira, de energia renovável e de créditos de carbono (MDL). O quadro geral aponta para um futuro promissor da atividade de reflorestamento com espécies nativas ou exóticas ao Cerrado.

Os sistemas agroflorestais, além da produção de carne e grãos, com capacidade para amortizar os custos iniciais das plantações florestais

para produção de madeira, frutos, energia ou biocombustíveis produzem serviços ambientais importantes, sendo uma atividade econômica, social e ambientalmente viável para o Bioma Cerrado.

Referências

- AGUIAR, J. L. P. de; ALMEIDA, S. P. de. **A gueroba (*Syagrus oleracea* Becc.) nas comunidades rurais II:** sistema de produção e avaliação econômica. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2000. 47 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 24).
- ALMEIDA, S. P. de; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado:** espécies vegetais úteis. Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 1998. 464 p.
- ALMEIDA, S. P. de. Frutas nativas do Cerrado: caracterização físico-química e fonte potencial de nutrientes. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de (Ed.). **Cerrado:** ambiente e flora. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 1998. p. 247-285.
- AMADOR, D. B.; VIANA, V. M. Sistemas agroflorestais para recuperação de fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, n. 32, v. 12, p. 100-105, dez. 1998.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS-ABRAF. **Anuário estatístico da ABRAF 2006.** Disponível em <<http://abraflor.org.br/estatisticas/anuario-ABRAF-2006.pdf>>. Acesso em: 19 set. 2007.
- ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE SILVICULTURA - AMS. **Anuário estatístico 2004.** Belo Horizonte, 2005. Disponível em: <http://www.showsite.com.br/silviminhas/html/anexo_campo/anuario2004.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2007.
- BACHA, C. J. C. Muita mata e pouca madeira. **Agroanalysis**, v. 25, n. 7, p. 36-39, jul. 2005.
- BAGGIO, A. J. Alternativas agroflorestais para recuperação de solos degradados na região sul do país. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 1992, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 1992. v. 1, p. 126-131.
- BORGES FILHO, H. C.; FELFILI, J. M. Avaliação dos níveis de extrativismo da casca de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville). **Revista Árvore**, v. 27, n. 5, p. 735-745, 2003.
- BRIENZA JÚNIOR, S.; KITAMURA, P. J.; DUBOIS, J. **Considerações biológicas e econômicas sobre um sistema de produção silvo-agrícola rotativo na região do Tapajós.** Belém: Embrapa-CPATU, 1983. 22 p. (Embrapa-CPATU. Boletim de Pesquisa, 50).

CARAMORI, S. S.; LIMA, C. S.; FERNANDES, K. F. Biochemical characterization of selected plant species from Brazilian Savannas. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 47, n. 2, p. 253-259, jun. 2004.

CARVALHO, M. M. **Arborização de pastagens cultivadas**. Juiz de Fora: Embrapa-CNPGL, 1998. 37 p. (Embrapa-CNPGL. Documentos, 64).

CHRISTIE, E. K. A note on the significance of Eucalyptus populnea for buffel grass production in infertile semi-arid rangelands. **Tropical Grasslands**, v. 9, p. 243-246, 1975.

CLARY, W. P.; KRUSE, W. H.; LARSON, F. R. Cattle grazing and wood production with different basal areas of ponderosa pine. **Journal of Range Management**, v. 28, n. 6, p. 434-437, 1975.

DUBE, F.; COUTO, L.; SILVA, M. L.; LEITE, H. G.; GARCIA, R.; ARAÚJO, A. A. A simulation model for evaluating technical and economic aspects of an industrial eucalyptus-based agroforestry system in Minas Gerais, Brazil. **Agroforestry Systems**, v. 55, n. 1, p. 73-80, 2002.

DUBOC, E. **Cerrado**: sistemas agroflorestais potenciais. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006.

DUBOIS, J. C. L. Alternativas agroflorestais para a recuperação de solos degradados na região norte do Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 1992, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 1992. v.1, p. 107-125.

DUBOIS, J. C. L.; VIANA, V. M.; ANDERSON, A. **Manual agroflorestal para a Amazônia**. Rio de Janeiro: REBRAF, 1996. v.1, 228 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. **Folha da Floresta**, Colombo, n. 10, p. 4-5, 1997.

ENGEL, V. L. **Introdução aos sistemas agroflorestais**. Botucatu: FEPAF, 1999. 70 p.

FAO - ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. **Situación de los Bosques del mundo**. Roma, 2007. 144 p.

FELFILI, J. M. Formações florestais do centro-oeste: diversidade e dinâmica. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 54.; REUNIÃO DE BOTÂNICOS DA AMAZÔNIA, 3., 2003, Belém. **Desafios da botânica no novo milênio**: inventário, sistematização e conservação da diversidade vegetal: anais. Belém: Sociedade Botânica do Brasil: MPEG: UFRA: Embrapa Amazônia Oriental, 2003. p. 226-228.

FELFILI, J. M. Padrões de diversidade do Cerrado do centro-oeste brasileiro. In: ARAÚJO, E. de L.; MOURA, A. do N.; SAMPAIO, E. V. de S. B.; GESTINARI, L. M. de S.; CARNEIRO, J. de M. T. (Ed.). **Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil**. Recife: Sociedade Botânica do Brasil: UFRPE, 2002. p. 58-61.

FELFILI, M. J.; RIBEIRO, J. F.; FAGG, C. W.; MACHADO, J. W. B. **Recuperação de matas de galeria**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2000. 45 p.

FRANCISO, V. L. F. dos S.; CASER, D. V.; AMARO, A. A. Tipificação de produtores rurais com área reflorestada. **Informações Econômicas**, v. 34, n. 12, p. 29-44, dez. 2004.

FRANKE, I. L.; LUNZ, A. M. P.; VALENTIM, J. F.; AMARAL, E. F.; MIRANDA, E. M. Situação atual e potencial dos sistemas silvipastoris no Estado do Acre. In: CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; CARNEIRO, J. da C. (Ed.). **Sistemas agroflorestais pecuários**: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Brasília: FAO, 2001. p. 19-40.

GARCIA, N. C. P.; REIS, G. G.; SALGADO, L. T.; FREITAS, R. T. F. Consórcio do *Eucalyptus grandis* com gramíneas forrageiras em área de encosta na Zona da Mata de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1., 1994, Porto Velho. **Anais...** Colombo: Embrapa-CNPF, 1994. v. 1, p. 113-120.

GARCIA, R.; COUTO, L. Sistemas silvipastoris: experiências no Estado de Minas Gerais. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO FLORESTAL, 2., 1991, Curitiba. **Anais...** Colombo: Embrapa-CNPF, 1992. v.1, p. 201-210.

GOMES, L. J. **Extrativismo e comercialização da Fava-d'anta (*Dimorphandra sp.*)**: um estudo de caso na região de Cerrado de Minas Gerais. 1998. 157 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

GUIMARÃES, D. P.; FONSECA, C. E. L. da. **Considerações preliminares sobre o uso de quebraventos nos Cerrados**. Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 1990. 21 p. (Embrapa-CPAC. Documentos, 34).

HARIDASAN, M. Nutrição mineral de plantas do Cerrado. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12, n. 1, p. 54-64, 2000a.

HARIDASAN, M. Nutrição mineral de plantas do Cerrado: grupos funcionais. In: CAVALCANTI, T. B.; WALTER, B. M. T. (Org.). **Tópicos atuais em botânica**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2000b. p. 159-164.

HAY, J. du V. Aspectos da ecologia de populações de plantas nativas do Cerrado do Brasil. In: ARAÚJO, E. de L.; MOURA, A. do N.; SAMPAIO, E. V. de S. B.; GESTINARI, L. M. de S.; CARNEIRO, J. de M. T. (Ed.). **Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil**. Recife: Sociedade Botânica do Brasil: UFRPE, 2002. p. 153-157.

HOFFMANN, M. R. **Sistema agroflorestal sucessional - implantação mecanizada**: um estudo de caso. 2005. 59 p. Monografia (Graduação em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília.

IBGE. **Produção da extração vegetal e da silvicultura do IBGE na base Agrotec da Embrapa**. Rio de Janeiro, 2005a.

IBGE. **Produção da extração vegetal e silvicultura**, Rio de Janeiro, v.20, p.1-50, 2005b.

IBGE. **Produção da extração vegetal e silvicultura**, Rio de Janeiro, v.19, p.1-59, 2004.

IBGE. **Produção da extração vegetal e silvicultura**, Rio de Janeiro, v.18, p.1-43, 2003.

IBGE. **Produção da extração vegetal e silvicultura**, Rio de Janeiro, v.17, p.1-39, 2002.

IBGE. **Produção da extração vegetal e silvicultura**, Rio de Janeiro, v.16, p.1-353, 2001.

IBGE. **Produção da extração vegetal e silvicultura**, Rio de Janeiro, v.15, p.1-286, 2000.

IBGE. **Produção da extração vegetal e silvicultura**, Rio de Janeiro, v.10, p.1-277, 1995.

JORDAN, C. F. **Nutrient cycling in tropical Forest ecosystems**. New York: John Wiley & Sons, 1985. 190 p.

KANG, B. T. Alley cropping: soil productivity and nutrient recycling. **Forest Ecology and Management**, v. 91, p. 75-82, 1997.

LEÃO, J. F. M. Pastagens do haras exigem arborização adequada. **A Lavoura**, v. 99, p. 18-19, set. 1996.

LEAKY, R. R. B.; SIMONS, A. J. The domestication and commercialization of indigenous trees in agroforestry for alleviation of poverty. **Agroforestry Systems**, n. 38, p. 165-176, 1998.

LUNZ, A. M. P.; FRANKE, I. L. **Recomendações técnicas para desenho de sistemas agroflorestais multiestratos no estado do Acre**. Rio Branco: Embrapa Acre, 1998. 5 p. (Embrapa Acre. Comunicado Técnico, 87).

MACEDO, R. L. G.; FISCHER, F.; LEITE, A. P. **Quebra-ventos**. Lavras: UFLA, 1997. 31 p. (Boletim Técnico. Série Extensão, 20).

MAGALHÃES, J. A.; COSTA, N. L.; PEREIRA, R. G. A.; TOWNSEND, C. R.; BIANCHETTI, A. Sistemas silvipastoris: alternativas para a Amazônia. **Bahia Agrícola**, v. 6, n. 3, p. 52-54, 2004.

MAGALHÃES, J. A.; TAKIGAWA, R. M.; TOWNSEND, C. R.; COSTA, N. L.; PEREIRA, R. G. A. Tolerância de bovídeos à temperatura e umidade do Trópico Úmido. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 2, n. 2, p. 162-167, 2000.

MATTA, F. R. da. **Sistemas agroflorestais com angico (*Anadenanthera falcata* Benth), Cumbaru (*Dipteryx alata* Vogel), banana (*Musa* spp. Grupo AAAB) e mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em Nossa Senhora do Livramento, Mato Grosso**. 2002. 77 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.

MAZZEI, L.; FELFILI, J. M. **Desenvolvimento de mogno (*Swietenia macrophylla* King) sob diferentes tratamentos silviculturais no Cerrado do Distrito Federal**. Brasília: UnB, 2001. 49 p. (Comunicações Técnicas Florestais, v. 4, n. 2).

MELO, J. T.; ZOBY, J. L. F. **Espécies para arborização de pastagens**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. 4 p. (Embrapa Cerrados. Comunicado Técnico, 113).

MELO, J. T. **Efeito da adubação e calagem sobre o crescimento de carvoeiro**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2002. 11 p. (Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 76).

MELO, J. T.; GUIMARÃES, D. P. **Desenvolvimento da guariroba em sistemas agroflorestais no Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2002. 13 p. (Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 31).

MELO, J. T.; SAMPAIO, J. B. R.; GUIMARÃES, D. P. **Desenvolvimento e produtividade do cafeiro consorciado com espécies florestais**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2002. 17 p. (Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 53).

MILLER, R. P.; PEDROSO, M. S. C. O estado da arte de sistemas agroflorestais na região centro-oeste: Cerrado e portal da Amazônia. In: GAMA-RODRIGUES, A. C. da; BARROS, N. F. de; GAMA-RODRIGUES, E. F. da; FREITAS, M. S. M.;

VIANA, A. P.; JASMIN, J. A.; MARCIANO, C. R.; CARNEIRO, J. G. de A. (Ed.). **Sistemas agroflorestais**: bases científicas para o desenvolvimento sustentável. Campos dos Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2006. p. 43-52.

MONTAGNINI, F. **Sistemas agroflorestales**: principios y aplicaciones en los trópicos. 2. ed. rev. aum. San José: Organización para Estudios Tropicales, 1992. 622 p.

MONTEITH, J. L.; ONG, C. K.; CORLETT, J. E. Microclimatic interactions in agroforestry systems. **Forest Ecology and Management**, v. 45, p. 31-44, 1991.

MONTOYA VILCAHUAMAN, L. J.; MEDRADO, M. J. S.; MASCHIO, L. M. A. Aspectos de arborização de pastagens e de viabilidade técnica-econômica da alternativa silvipastoril. In: SEMINÁRIO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA REGIÃO SUL DO BRASIL, 1., 1994, Colombo. **Anais...** Colombo: Embrapa-CNPF, 1994. p. 157-172. (Embrapa-CNPF. Documentos, 26).

NAIR, P. K. R. **An introduction to agroforestry**. Holanda: Kluwer Academic Publishers, 1993. 499 p.

NAIR, P. K. R. **The prospects for agroforestry in the tropics**. Washington: World Bank, 1990. 77 p.

NAIR, P. K. R. Classification of agroforestry systems. **Agroforestry Systems**, n. 3, v. 1, p. 97-128, 1985.

OLIVEIRA, E. de; LONGHI, E. H.; VANDERLEI, J. C.; SILVA, I. D. C. da; ROCHA, E. V. Importância econômica da cadeia produtiva/extrativa do pequi (Caryocar brasiliense Camb.), no município de Santa Teresinha de Goiás. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 41., 2003, Juiz de Fora. **Exportações, segurança alimentar e instabilidade dos mercados**: resumos. Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 2006. 1 CD-ROM.

ONG, C. K.; CORLETT, J. E.; SINGH, R. P.; BLACK, C. R. Above and below ground interactions in agroforestry systems. **Forest Ecology and Management**, v. 45, p. 45-57, 1991.

PEREIRA, A. P.; PEREIRA, E. B. C.; FIALHO, J. de F.; JUNQUEIRA, N. T. V.; GOMES, A. C. **Avaliação de métodos de enxertia em mudas de pequi**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2002a. 15 p. (Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 51).

PEREIRA, E. B. C.; PEREIRA, A. P.; CHARCHAR, M. J. d'A.; PACHECO, A. R.; JUNQUEIRA, N. T. V.; FIALHO, J. de F. **Avaliação de métodos de enxertia em**

mudas de mangabeira. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2002b. 16 p. (Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 50).

PIMENTEL, D.; WIGHTMAN, A. Economic and environmental benefits of agroforestry in food and fuelwood production. In: BUCK, L. E.; LASSOIE, J. P.; FERNANDES, E. C. M. (Ed.). **Agroforestry in sustainable agricultural systems.** Flórida: Lewis Publishers, 1998. p. 295-318.

PIRES, M. F. A.; CARVALHO, M. M. Sombra natural em pastagens: vantagem apenas para os animais? In: CARVALHO, M. M.; XAVIER, D. F.; ALVIM, M. J.; AROEIRA, L. J. **Sistemas silvipastoris:** consórcio de árvore e pastagens. Viçosa, MG: CPT, 2002. p. 41-48.

POU, M. S.; TOTTI, J. A.; MALINOVSKI, R. A. O presente e o futuro do setor florestal brasileiro. In: SEMINARIO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE COLHEITA DE MADEIRA E TRANSPORTE FLORESTAL, 14.; ENCONTRO BRASILEIRO DE PRESTADORES DE SERVIÇOS DO SEGMENTO FLORESTAL, 2., 2006, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR: FUPEF, 2006. Disponível em: <<http://www.ipef.org.br/publicações>>. Acesso em: 29 abr. 2007.

RAO, M. R.; NAIR, P. K. R.; ONG, C. K. Biophysical interactions in tropical agroforestry systems. **Netherlands, Agroforestry Systems**, n. 38, p. 3-50, 1998.

RIBASKI, J.; MONTOYA, L. J.; RODIGHERI, H. R. **Sistemas agroflorestais:** aspectos ambientais e sócio-econômicos. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br>>. Acesso em: 24 jul. 2006.

RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L.; ALMEIDA, S. P. de; PROENÇA, C. B.; SILVA, J. A. da; SANO, S. M. Espécies arbóreas de usos múltiplos da região do Cerrado: caracterização botânica, uso potencial e reprodução. In: CONGRESSO BRASILEIRO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1., 1994, Porto Velho. **Anais...** Colombo: Embrapa-CNPF, 1994. p. 335-356.

RODIGHERI, H. R. **Viabilidade econômica de plantios florestais solteiros e de sistemas agroflorestais.** Colombo: Embrapa-CNPF, 1998. 4 p. (Embrapa-CNPF. Comunicado Técnico, 22).

RODRIGUES, E. R. **Estratégia agroflorestal para a recuperação de áreas de reserva legal em assentamentos de reforma agrária:** um estudo de caso no Pontal do Paranapanema, São Paulo. 2005. 85 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

SANO, S. M.; FONSECA, C. E. L. da; RIBEIRO, J. F.; OGA, F. M.; LUIZ, A. J. B. Folhação, floração, frutificação e crescimento inicial da cagaiteira em Planaltina-DF. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, n. 1, p. 5-14, jun. 1995.

SCHLÖNVOIGT, A.; BEER, J. Initial growth of pioneer timber tree species in a Taungya system in the humid lowlands of Costa Rica. **Agroforestry Systems**, v. 51, p. 97-108, 2001.

SILVA, J. de C. Eucalipto, arroz, soja e carne: uma economia e dieta saudável. **Revista da Madeira**, n. 86, dez. 2004. Disponível em: < http://www.remade.com.br/pt/revista_materia.php?edicao=86&id=679 >. Acesso em: 12 set. 2007.

SILVA, D. B.; SILVA, J. A. da; JUNQUEIRA, N. T. V.; ANDRADE, L. R. M. de. **Frutas do Cerrado**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 178 p.

SZOTT, L. T.; FERNANDES, E. C. M.; SANCHEZ, P. A. Soil-plant interactions in agroforestry systems. **Forest Ecology and Management**, v. 45, p. 127-152, 1991.

TOLEDO, P. E. N. de; SAGLIETTI, J. F. de A. E.; BRITO, J. O. Eucalipto e pecuária extensiva: um estudo de caso em Torrinha, estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, v. 32, n. 8, p. 36-41, ago. 2002.

TSUKAMOTO FILHO, A. R. **Fixação de carbono em um sistema agroflorestal com eucalipto na região do Cerrado de Minas Gerais**. 2003. 99 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

VALE, R. S. **Agrissilvicultura com eucalipto como alternativa para o desenvolvimento sustentável da Zona da Mata de Minas Gerais**. 2004. 101 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

VEIGA, J. B.; ALVES, C. P.; MARQUES, L. C. T.; VEIGA, D. F. Sistemas silvipastorais na Amazônia Oriental. In: CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; CARNEIRO, J. da C. (Ed.). **Sistemas agroflorestais pecuários**: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Brasília: FAO, 2001. p. 41-76.

WALDIGE, V. **Avaliação da carga térmica radiante em sombra proporcionada por diferentes tipos de árvores em pastagens**. 1994. 65 f. Monografia (Graduação em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu.

Restauração ecológica da vegetação no Bioma Cerrado

Lucilia Maria Parron;
Thais Rodrigues Coser;
Fabiana de Gois Aquino

Introdução

A inovação tecnológica na agricultura, associada às políticas públicas de incentivos agrícolas, que ocorreu no Brasil, nas últimas quatro décadas, propiciou alterações marcantes no uso da terra no Bioma Cerrado. Desde então, a região tem enfrentado modificações na sua estrutura e funcionamento em razão da intensa urbanização e exploração agropecuária. A última estimativa indica que a vegetação nativa do Cerrado cobre 46,74 % do bioma, considerando-se o ano-base 2002 e não concebendo nessa estimativa os 28 milhões de hectares de pastagens nativas ou modificadas (SANO, 2007). A qualidade dos remanescentes de vegetação varia desde ambientes preservados dentro das Unidades de Conservação até áreas alteradas em algum estágio de regeneração natural. Com isso, percebe-se que o conhecimento e a conscientização dos problemas ambientais devem ser cada vez mais urgentes para a adoção de tecnologias adequadas, tanto para a produção econômica como para as atividades ligadas à conservação e à restauração desse bioma.

A recuperação e a restauração ecológica de ecossistemas degradados é tema que motiva a pesquisa, discussões na mídia e

preocupação de comunidades e governos, pois está relacionada à conservação de nascentes, de cursos d’água, dos solos e da biodiversidade e, mais recentemente, associada às questões concernentes a mecanismos de desenvolvimento limpo (MDL) e às mudanças climáticas globais. Como área de pesquisa, há muitos grupos de trabalho conceituados em institutos de pesquisa e universidades que atuam no tema, e os resultados indicam espécies mais adequadas para plantio, técnicas de produção de mudas e de plantio em campo. Com o objetivo de fornecer subsídios para conservação dos recursos naturais, a Embrapa Cerrados tem atuado em atividades de restauração ecológica de ecossistemas naturais, principalmente, na vegetação ciliar.

Neste capítulo, são apresentadas informações sobre restauração ecológica da vegetação no Bioma Cerrado, no qual se relata o conceito de restauração ecológica de ecossistemas, aspectos da legislação, estudos desenvolvidos, tecnologias disponíveis e recomendações de restauração ecológica. Por fim, considerando que a restauração ecológica ocorre somente quando há interesse e predisposição das pessoas envolvidas, são sugeridas práticas de educação ambiental em escolas.

Recuperação e restauração ecológica de ecossistemas

De acordo com a Lei nº 9.985/2000, que regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal e institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, define-se recuperação como: “restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original”, enquanto restauração é definida como: “restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível da sua condição original”.

Segundo a *Society for Ecological Restoration*, restauração ecológica é o processo assistido que visa auxiliar a recuperação da integridade ecológica dos ecossistemas, incluindo um nível mínimo de biodiversidade e de variabilidade em sua estrutura, e do funcionamento dos processos ecológicos, considerando seus valores ecológicos, econômicos e sociais (CLEWELL et al., 2005). A restauração ecológica é uma atividade intencional que inicia ou catalisa a recuperação dos ecossistemas, direcionando os processos naturais. De maneira ampla, a restauração ecológica busca gerar estabilidade e integridade biológicas aos ecossistemas naturais, visando recriar comunidades ecologicamente viáveis, fomentar a capacidade natural de mudança dos ecossistemas e resgatar uma relação saudável entre o homem e a natureza (ENGEL; PARROTA, 2003).

Os termos restauração e recuperação podem ser vistos em diversos trabalhos e ambos são utilizados para remediar um dano conseqüente do uso incorreto da paisagem. Alguns pesquisadores preferem usar o termo recuperação, pois consideram que o termo restauração significa repor de forma exata as condições originais do ecossistema, sendo, portanto, um objetivo inalcançável (ENGEL; PARROTA, 2003). Contudo, assume-se, na restauração ecológica, que restituir um ecossistema natural não significa, necessariamente, recuperar seu estado anterior, original ou prístico, uma vez que isso seria impossível por causa das características dinâmicas dos ecossistemas (ENGEL; PARROTA, 2003). Na realidade, a restauração ecológica prevê o retorno da diversidade biológica, o aumento da conectividade da paisagem, o aumento da disponibilidade de bens e serviços ambientais e melhoria do bem-estar humano (SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION INTERNATIONAL, 2004). No presente capítulo optou-se por utilizar o termo restauração ecológica, uma vez que o termo recuperação de áreas degradadas tem sido utilizado de forma genérica para qualquer ação que possibilite a restituição de um ecossistema degradado a uma condição não degradada.

Arcabouço legal

A Constituição Federal brasileira dispõe, no art. 225, que “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” e, no § 1º, determina que “para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao poder público preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas”. Reforçando essa determinação, a Lei de Política Nacional do Meio Ambiente (Lei Federal nº 6.938/1981) previu a restauração dos recursos ambientais (art. 4º, VI) e a imposição, ao poluidor, da obrigação de recuperar os danos causados (art. 4º, VII). Além disso, o Decreto Federal nº 97.632/1989 dispôs, em seu artigo 1º, que os empreendimentos destinados à exploração de recursos minerais deveriam, quando da apresentação do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), submeter à aprovação do órgão ambiental competente um plano de recuperação de área degradada (PRAD). A Lei de Crimes Ambientais (Lei 9.605/1998) também reforçou a obrigatoriedade da recuperação de áreas degradadas com pesquisa ou exploração mineral, nos termos da autorização, permissão, licença, concessão ou determinação do órgão competente. O Decreto Federal nº 4.339/2002, que instituiu princípios e diretrizes para implementação da Política Nacional da Biodiversidade, consigna dentre eles: “fomentar a pesquisa em técnicas de prevenção, recuperação e restauração de áreas em processo de desertificação, fragmentação ou degradação ambiental, que utilizem a biodiversidade”; “apoiar iniciativas nacionais e estaduais de promoção do estudo e de difusão de tecnologias de restauração ambiental e recuperação de áreas degradadas com espécies nativas autóctones” e “promover ações de recuperação e restauração dos ecossistemas degradados e dos componentes da biodiversidade marinha sobre explotados”. Dessa forma, inúmeros diplomas legais formam o arcabouço jurídico que determina, claramente, os deveres para com a recuperação e a restauração dos ecossistemas.

O Código Florestal (Lei nº 4.771/1965), complementado pela Lei nº 7.803/1989 e alterado pela Medida Provisória nº 2.166-67/2001, é outro diploma legal que traz definições quanto às áreas protegidas, definindo, no seu art. 2º, área de preservação permanente como: “área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas”; e reserva legal como: “área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, excetuada a de preservação permanente, necessária ao uso sustentável dos recursos naturais, à conservação e reabilitação dos processos ecológicos, à conservação da biodiversidade e ao abrigo e proteção de fauna e flora nativas” e determina que “a supressão de vegetação em área de preservação permanente somente poderá ser autorizada em caso de utilidade pública ou de interesse social, devidamente caracterizados e motivados em procedimento administrativo próprio, quando inexistir alternativa técnica e locacional ao empreendimento proposto” (Art. 4º). O Código Florestal considera como áreas de preservação permanente as florestas e demais formas de vegetação natural situadas ao longo dos rios ou de qualquer curso d’água, ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d’água naturais ou artificiais; nas nascentes, ainda que intermitentes; nos chamados “olhos-d’água”, qualquer que seja a sua situação topográfica; no topo de morros, em faixa nunca inferior a 100 metros em projeções horizontais; montes, montanhas e serras; nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100 % na linha de maior declive; nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo e em altitude superior a 1.800 metros, qualquer que seja a vegetação.

O tamanho da faixa de vegetação permanente ao longo dos rios ou de qualquer curso d’água varia dependendo da largura destes (Fig. 1). A vegetação natural deve ter larguras mínimas de 30 m, 50 m, 100 m, 200 m e 500 m para os cursos d’água que tenham largura menor que 10 m, entre

10 m e 50 m, 50 m e 200 m, 200 m e 600 m e aqueles que tenham largura superior a 600 m respectivamente. As nascentes ou olhos-d'água devem permanecer com áreas preservadas ao seu redor em um raio mínimo de 50 metros de largura. Nas bordas dos tabuleiros ou das chapadas, a vegetação deve permanecer a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa mínima de 100 metros em projeções horizontais. No Bioma Cerrado, em cada propriedade rural, além das áreas de preservação permanente, deve-se deixar preservada no mínimo 20 % da área com vegetação natural, dando-se a essa área o nome de reserva legal.



Fig. 1. Faixa de Mata Ciliar em cursos d'água.

Bioma Cerrado

Na região do Cerrado, podem ser identificadas 11 formas fisionômicas, agrupadas em 3 tipos de formações vegetacionais: florestais, savânicas e campestres (RIBEIRO; WALTER, 1998). As formações florestais englobam Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão;

as formações savânicas reúnem Cerrado Sentido Restrito, Parque de Cerrado, Palmeiral e Vereda, e as campestres compreendem Campo Sujo, Campo Rupestre e Campo Limpo (RIBEIRO; WALTER, 1998). Por causa da heterogeneidade de paisagens e da diversidade florística presentes ao longo da amplitude geográfica do Cerrado (OLIVEIRA FILHO et al., 1989; RATTER; DARGIE, 1992; FELFILI; SILVA JÚNIOR, 1993, 2001; RATTER et al., 1996; CASTRO et al., 1999; RATTER et al., 2003), restaurar as principais características desse bioma é um grande desafio.

Os primeiros estudos relacionados à recuperação de áreas degradadas e à restauração ecológica no Brasil foram desenvolvidos no Bioma Mata Atlântica cujas características climáticas e edáficas são bem distintas das do Bioma Cerrado. Nos estudos de restauração ecológica, realizados na Mata Atlântica, preconizou-se o uso de espécies de diferentes grupos ecológicos, com exigências específicas, principalmente, quanto à qualidade e à quantidade de luz (KAGEYAMA; GANDARA, 2000, 2003). O plantio de espécies, de acordo com as exigências em termos de luminosidade, foi bastante utilizado em sistemas de restauração na Mata Atlântica, na tentativa de proporcionar às espécies plantadas condições semelhantes àquelas que ocorriam na mata natural (FONSECA et al., 2001). Contudo, na adaptação dessa metodologia para as condições de clima e de solo do Bioma Cerrado, algumas espécies apresentaram alta mortalidade (PARRON et al., 2000). Atualmente, a recomendação é que as características da vegetação original, bem como seus fatores condicionantes, devem constar no planejamento da restauração ecológica em áreas de Cerrado (DURIGAN, 2003, 2005). Dessa forma, as técnicas utilizadas para a restauração ecológica podem diferir dependendo da fitofisionomia a ser restaurada. Todavia, alguns aspectos devem ser sempre considerados, tais como:

- 1) Respeito à densidade da vegetação original.
- 2) Seleção de espécies nativas do Bioma Cerrado.
- 3) Prioridade para espécies atrativas à fauna silvestre.

- 4) Controle de espécies exóticas.
- 5) Eliminação de fatores de degradação.

Trabalhos com diversas fitofisionomias do Bioma Cerrado têm sido desenvolvidos com a finalidade de avaliar o comportamento das espécies nativas, a regeneração natural e as relações ecológicas (Tabela 1). Entretanto, nota-se que os estudos foram desenvolvidos em maior número em Mata de Galeria, Mata Ciliar, Cerradão e Cerrado Sentido Restrito. Não há trabalhos relacionados à restauração ecológica em formações campestres.

Tabela 1. Trabalhos desenvolvidos no Bioma Cerrado para avaliar plantios no contexto da restauração ecológica.

	Fitofisionomia	Referência
Formações florestais	Mata Ciliar	Durigan e Silveira (1999)
	Mata de Galeria	Fonseca et al. (2001); Rezende (2004)
	Mata Seca	Bechara (2006); Vieira et al. (2006)
	Cerradão	Durigan (2003, 2005)
Bioma Cerrado	Cerrado Sentido Restrito	Corrêa et al. (1998); Corrêa e Melo Filho (1998, 2004); Corrêa e Cardoso (1998); Martins et al. (2001); Duboc (2005); Araújo (2006); Bechara (2006); Oliveira (2006); Silva (2007); Bordini (2007)
	Parque de Cerrado	-
	Vereda	-
	Palmeiral	-
Formações campestres	Campo Sujo	-
	Campo Limpo	-
	Campo Rupestre	-

Regeneração natural e plantio de mudas

Regeneração natural

A regeneração natural é uma alternativa menos onerosa para restaurar ecossistemas e está intimamente relacionada ao grau de degradação da área (KOBAYAMA et al., 2001), ou seja, quanto mais degradada estiver a área, mais demorada será a restauração. Consiste basicamente em isolar a área e deixar que os processos da natureza, como germinação de sementes e brotação de tocos e raízes se estabeleçam (BOTELHO; DAVIDE, 2002). Em Assis, SP, Durigan et al. (1998) obtiveram bons resultados para acelerar os processos de regeneração natural da vegetação de Cerrado, utilizando apenas herbicida para controle da braquiária. Em outro estudo, na mesma região, Durigan et al. (1997) demonstraram o êxito da regeneração natural para recuperação do Cerrado sob floresta plantada de eucalipto.

Para que esse processo ocorra de forma mais eficiente e rápida, é necessário que, nas áreas a serem restauradas ou nas adjacentes a elas, exista disponibilidade de propágulos (chuva e banco de sementes) e que o solo não tenha passado por processos intensos de degradação (FONSECA et al., 2001).

Plantio de mudas

Seleção das espécies

A seleção de espécies é uma etapa determinante do planejamento de restauração ecológica. A seleção e a definição de espécies para os plantios devem se basear na fitofisionomia/ambiente que se deseja restaurar. Informações sobre as condições ambientais que influenciam o estabelecimento e o crescimento das espécies em áreas naturais são fundamentais, pois é a partir desse conhecimento que será possível definir suas características e determinar quais espécies são mais adequadas para

determinada área a ser restaurada (RIBEIRO; SCHIAVINI, 1998; SCHIAVINI et al., 2001).

De acordo com os estudos realizados em ambientes ribeirinhos (DURIGAN; SILVEIRA, 1999; FELFILI et al., 2000; FONSECA et al., 2001; RIBEIRO; WALTER, 2001; FELFILI et al., 2002; DUBOC, 2004; REZENDE, 2004), podem-se recomendar algumas espécies mais indicadas à recomposição desses ecossistemas por apresentarem altas taxas de sobrevivência no campo. Como o estrato herbáceo dessas matas é pouco denso, recomendam-se a recomposição da vegetação arbórea e a regeneração natural do componente herbáceo (FELFILI et al., 2002).

A recomposição de Mata Ciliar em domínio de Cerrado, na região de Assis (SP), mostrou que as espécies *Tapirira guianensis* e *Calophyllum brasiliense* obtiveram maior sobrevivência, crescimento e cobertura, dentre 17 espécies nativas de Matas Ciliares da região, aos 18 meses e aos 9 anos de avaliação após o plantio (DURIGAN; SILVEIRA, 1999). A taxa de sobrevivência das espécies *Enterolobium contortisiliquum*, *Tapirira guianensis*, *Hymenea strobocarpa*, *Anadenanthera macrocarpa* e *Inga vera* aos 12 meses, após plantio em áreas de Mata Ciliar, no Distrito Federal, foi de 92 %, 81 %, 80 %, 76 % e 73 %, respectivamente (FONSECA et al., 2001). Rezende (2004) indicou 5 espécies, dentre as 75 avaliadas em Matas de Galeria no Distrito Federal, após 5 anos de plantio, que se destacaram em crescimento e sobrevivência mesmo sem tratos culturais pós-plantio, quais sejam: *Anadenanthera macrocarpa*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Rapanea guianensis*, *Tapirira guianensis* e *Inga affinis*. Já os indivíduos da espécie *Copaifera langsdorffii*, plantados em Planaltina de Goiás, DF, apresentaram 100 % de sobrevivência, mesmo em condições de escassez de água por terem sido plantadas em fevereiro (DUBOC, 2005).

Estudos realizados em Cerrado Sentido Restrito (CORRÊA et al., 1998; CORRÊA; MELO FILHO, 1998, 2004; CORRÊA; CARDOSO, 1998; MARTINS et al., 2001; FELFILI et al., 2002; DUBOC, 2005; ARAÚJO, 2006;

BECHARA, 2006; OLIVEIRA, 2006; SILVA, 2007; BORDINI, 2007), utilizando plantios com espécies nativas, mostraram boa sobrevivência mesmo com a estação seca prolongada. Diversas espécies que ocorrem nas formações savânicas apresentam capacidade de reprodução vegetativa por brotação de raízes e podem regenerar-se, naturalmente, mesmo em áreas severamente degradadas, como as áreas mineradas (CORRÊA; MELO FILHO, 2004). Espécies como: *Solanum* sp., *Sclerolobium paniculatum*, *Mimosa* sp., propagam-se rapidamente em ambientes perturbados, podendo ser consideradas espécies colonizadoras, sendo recomendadas na fase inicial do plantio (FELFILI et al., 2002). Como o estrato herbáceo da fitofisiomia de Cerrado Sentido Restrito é desenvolvido, recomenda-se o plantio de espécies nativas por meio de semeadura no início da estação chuvosa (FELFILI et al., 2002).

Espécies que ocorrem em Matas de Galeria e Matas Ciliares podem apresentar bom desenvolvimento quando plantadas em áreas degradadas de Cerrado Sentido Restrito. Com base nessa informação, o projeto - Módulos Demonstrativos de Recuperação de Áreas Degradadas de Cerrado com Espécies Nativas de Uso Múltiplo (MDR – Cerrado), desenvolvido numa parceria entre Embrapa Cerrados, Universidade de Brasília e Ministério do Meio Ambiente (ver resultados em OLIVEIRA, 2006; SILVA, 2007), estabeleceu unidades de plantio em espaçamento determinado onde foram inseridas de 15 a 20 espécies arbóreas de formações florestais e savânicas nativas e de uso múltiplo. O objetivo foi utilizar espécies de crescimento rápido para cobrir o solo, tais como: *Anadenanthera macrocarpa*, *Acacia polyphylla*, *Tapirira guianensis*, prevendo, numa fase posterior ao plantio, o manejo e o desbaste periódico das espécies florestais. Os MDRs podem ser recomendados para a restituição de áreas de reserva legal em propriedades rurais onde as espécies de uso múltiplo podem constituir fonte de renda alternativa para o produtor, ressaltando-se a importância de manejá-la com o plantio de novas mudas.

Como a interação animal-planta no Bioma Cerrado é muito intensa, é importante incluir no plantio espécies vegetais que atraiam animais para permitir o avanço da restauração ecológica e a estruturação do ecossistema (AGUIAR; AQUINO, 2003). Uma ferramenta utilizada para aumentar a dispersão de sementes e, consequentemente, acelerar a restauração florestal da Mata Atlântica, é o uso de óleos essenciais de frutos maduros de espécies arbóreas quiropterocóricas do gênero *Piper* e *Ficus* com o objetivo de atrair morcegos às áreas (BIANCONI et al., 2007; MIKICH et al., 2003).

Na Tabela 2, encontra-se uma lista de espécies recomendadas para a restauração ecológica da vegetação do Bioma Cerrado.

Tabela 2. Espécies recomendadas para a restauração ecológica no Bioma Cerrado.

Nome popular	Nome científico	Coleta de sementes	Recomendação	
			Formação florestal	Formação savânea
Angico-monjolo	<i>Acacia polyphylla</i>	ago.-set.	X	X
Angico-preto	<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	ago.-set.	X	X
Aroeira	<i>Myracrodruon urundeuva</i>	ago.-out.		X
Baru	<i>Dypterix alata</i>	set.-out.		X
Buriti	<i>Mauritia flexuosa</i>	jul.- set	X	
Canjerana	<i>Cabralea canjerana</i>	ago.-nov.	X	
Capixingui	<i>Croton floribundus</i>	fev.-maio	X	
Capororoca-branca	<i>Rapanea guianensis</i>	maio-dez.	X	
Carvoeiro	<i>Sclerolobium paniculatum</i>	jul.- out.		X
Coração-de-negro	<i>Piptocarpha macropoda</i>	out.-nov.	X	
Embaúba	<i>Cecropia pachystachya</i>	maio-jun.	X	
Embiruçu	<i>Pseudobombax longiflorum</i>	jul.-set.	X	
Faveira	<i>Dimorphandra mollis</i>	jun.-jul.		X

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Nome popular	Nome científico	Coleta de sementes	Recomendação	
			Formação florestal	Formação savânica
Gonçalo-alves	<i>Astronium fraxinifolium</i>	set.-out.	X	
Ingá	<i>Inga cylindrica</i>	out.-nov.	X	
Ipê	<i>Tabebuia carayba</i>	set.-out.		X
Jatobá-da-mata	<i>Hymenaea courbaril</i>	jul.-set.	X	
Jatobá-do-cerrado	<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	set.-out.		X
Landim	<i>Calophyllum brasiliense</i>	maio-ago.	X	
Lobeira	<i>Solanum lycocarpum</i>	jan.-dez.		X
Louro-precioso	<i>Cryptocaria aschersoniana</i>	-	X	X
Mangaba	<i>Hancornia speciosa</i>	out.-nov.		X
Mata-cachorro	<i>Simaruba amara</i>	nov.-dez.	X	
Pau-d'óleo	<i>Copaifera langsdorffii</i>	maio-out.	X	X
Pau-pombo	<i>Tapirira guianensis</i>	out.-mar.	X	X
Pimenta-de-macaco	<i>Xylopia aromática</i>	abr.-jul.	X	
Pororoca	<i>Rapanea guianensis</i>	out.-dez.	X	
Quaresmeira	<i>Tibouchina stenostachya</i>	ago.-fev.	X	X
Sangra-d'água	<i>Croton urucurana</i>	fev.-jul.	X	
Tamboril-da-mata	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	ago.-nov.	X	
Tento	<i>Ormosia fastigiata</i>	ago.-nov.	X	

Fonte: Felfili et al., 2000, 2002; Fonseca et al., 2001; Duboc, 2004, 2005; Corrêa e Melo Filho, 2004; Araújo, 2006; Oliveira, 2006; Silva, 2007.

Produção de mudas

A coleta de sementes deve abranger um número adequado de indivíduos de populações conhecidas, de modo a assegurar a variabilidade genética e a habilidade para seguirem seu caminho natural de evolução

(FONSECA et al., 2001; KAGEYAMA; GANDARA, 2003). A coleta de sementes também deve abranger o maior número possível de espécies, localizando-se as matrizes e registrando-se a época de maturação dos frutos (GONZÁLES; TORRES, 2003), para que o viveiro tenha alta disponibilidade de mudas durante todo o ano (Fig. 2). O mais indicado é coletar sementes na própria área ou na vegetação adjacente à área a ser restaurada. Caso não seja possível, é recomendável buscar sementes em áreas com características ambientais semelhantes.

Foto: Thais Rodrigues Coser.



Fig. 2. Viveiro de plantas da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF.

As sementes devem ser semeadas em canteiros ou bandejas contendo areia de rio peneirada (lavada), tanto para sementes pequenas, como de quaresmeira, angico-preto, tamboril-da-mata e ingá, quanto para aquelas que tenham problemas de dormência (Fig. 3). Feita a distribuição das sementes sobre a areia, coloca-se sobre ela uma camada de 1 cm a 2 cm de vermiculita para manter a umidade e favorecer a germinação. Após o aparecimento das primeiras folhas, faz-se a repicagem para os recipientes definitivos para a produção da muda.

Foto: Thais Rodrigues Coser.



Fig. 3. Bandejas utilizadas como sementeiras para germinação das sementes.

Sementes maiores, como as do jatobá e do buriti, podem ser semeadas diretamente em sacos de polietileno, tubetes ou em caixas “tetrapak” furadas. Os sacos de polietileno para a produção de mudas poderão ter tamanhos diferenciados, em função das espécies. Todavia, sacos com capacidade de 2,5 L a 3 L são os mais utilizados. O uso de tubetes em viveiros (Fig. 4) é uma solução econômica em termos de quantidade de substrato utilizado. No entanto, deve-se estar atento aos veranicos apóis o plantio das mudas, já que o sistema radicular das mudas em tubetes não é tão desenvolvido quanto o das mudas em sacos plásticos. O melhor desempenho das mudas em sacos plásticos, comparado com o dos tubetes para plantio em solos de Cerrado, foi comprovado por Vilas Boas et al. (2004).

A terra de subsolo é a mais utilizada para preparação de substrato, pois não há incidência de patógenos de solo e plantas invasoras (PARRON; CAUS, 2001). Contudo, essa terra deve ser misturada com outros componentes para aumentar a sua drenagem, aeração e fertilidade. Silva et al. (2001) recomendaram a mistura dos seguintes materiais para a

produção de 1 m³ de substrato: 100 L de esterco bovino bem curtido ou 25 L de esterco de aves; 500 g de calcário dolomítico (PRNT = 100 %); 400 g de adubo fosfatado (P₂O₅); 0,5 g de Boro; 0,5 g de Cobre; 1,0 g de Manganês; 0,05 g de Molibdênio e 2,0 g de Zinco.



Fotos: Thais Rodrigues Coser.

Fig. 4. Uso de tubetes para formação de mudas.

O uso de composto à base de resíduos da produção agrícola é uma alternativa viável sob aspectos ambientais, econômicos e de fertilidade.

A irrigação das mudas deve ser feita duas vezes ao dia (início da manhã e fim da tarde) manualmente ou por aspersão, procedimento comum em viveiros comerciais. Para evitar o enraizamento de mudas no viveiro, deve-se, freqüentemente, alterná-las de posição. O uso de brita na superfície do solo dos canteiros pode ser um bom aliado para diminuir o enraizamento das mudas no solo do viveiro. É importante que as mudas não permaneçam no viveiro por tempo superior a um ano.

Plantio

O plantio tem como objetivo restaurar as condições originais do ecossistema e deve conter um número aproximado de plantas de acordo com a densidade natural da área. Nas formações florestais e no Cerrado Sentido Restrito, a densidade de espécies arbóreas adultas é de, aproximadamente, mil indivíduos por hectare. Com base nessa informação, recomenda-se o plantio em espaçamento aproximado de 3 m x 3 m, ou seja, 1.100 mudas por hectare (FELFILI et al., 2002). O plantio das mudas deve acontecer no início do período das chuvas, portanto, o preparo do solo deve ser feito anteriormente a esse período, entre outubro e dezembro. As técnicas de preparo do solo vão variar dependendo da situação do local. As áreas cuja vegetação dominante é formada por espécies invasoras, como as gramíneas *Urochloa decumbens* (Stapf.) Webster (braquiária) e *Melinis minutiflora* Beauv (capim-gordura), devem ser roçadas (manual ou mecanicamente) antes do plantio. A biomassa vegetal roçada pode ser retirada do local, incorporada ao solo por gradagem ou, ainda, deixada no local para decomposição. É importante lembrar que, no planejamento da restauração da área, as mudas devem ser plantadas seguindo as curvas de nível. Deve-se, ainda, fazer um sistemático controle de formigas antes do plantio até o estabelecimento definitivo das mudas no campo (DUBOC, 2004).

Nas situações em que a declividade é muito acentuada e a entrada de maquinários, como tratores, dificultada, recomenda-se fazer as covas, manualmente, com o auxílio de cavadeiras. O uso de tratores acoplados a perfuratrizes facilita bastante o trabalho (Fig. 5 e 6), demanda menos mão-de-obra e é mais rápido. As covas devem ser abertas num tamanho que possa acondicionar a muda e ainda sobrar espaço para o início do enraizamento. O tamanho recomendado é em torno de 30 cm a 40 cm de diâmetro e 40 cm a 60 cm de profundidade. O delineamento da disposição das mudas no campo pode ser feito com espaçamento entre linhas e entre plantas ao acaso em módulos ou, ainda, em ilhas, dependendo dos objetivos do plantio.



Fig. 5. Perfuratriz acoplada a um trator para abertura das covas.

A adubação nas covas deve ser feita com pelo menos uma semana de antecedência do plantio. Essa adubação pode ser constituída de 100 g de calcário dolomítico, quando a análise de solo mostrar uma concentração

de $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ inferior a 1cmolc/dm^3 , 4 litros de esterco bem curtido e 200 g de adubo formulado N-P-K (4-14-8), para as covas de 40 cm de profundidade e 40 cm de diâmetro. Duboc (2004) sugeriu a adubação para cada cova (40 cm x 40 cm x 40 cm), com 2 L de esterco bovino ou 0,5 L de esterco de galinha (cama-de-frango) bem curtidos e 200 g de adubo formulado N-P-K (4-14-8). Para o mesmo tamanho de cova, Silva et al. (2001) sugeriu a aplicação de 3 L a 6 L de esterco bovino bem curtido ou 0,5 L a 1,5 L de esterco de aves, 64 g de calcário dolomítico (100 % PRNT), 32 g de P_2O_5 , 6 g K_2O , 32 mg de B, 32 mg de Cu, 64 mg de Mn, 3,2 mg de Mo e 128 mg de Zn. Se as mudas forem inoculadas com fungos micorrízicos e bactérias fixadoras de nitrogênio para a sua produção, recomenda-se adubar as covas com 160 g de fosfato de rocha, 2 L de esterco bovino ou composto orgânico e 100 g de calcário dolomítico, quando a análise de solo mostrar uma concentração de $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ inferior a 1cmolc/dm^3 (FRANCO et al., 1992). Os fertilizantes e corretivos devem ser bem misturados à parte do solo retirada para a abertura das covas e, posteriormente, no momento do plantio das mudas, recolocados nas covas.

Foto: Thais Rodrigues Coser.



Fig. 6. Cova aberta com a utilização de perfuratriz.

O estabelecimento e a sobrevivência das mudas são favorecidos no período chuvoso. Em períodos de veranico (estiagem durante a estação chuvosa) e durante a primeira estação seca, após o plantio, a irrigação deve ser considerada. A mortalidade das mudas é comumente alta durante a estiagem.

Plantas invasoras

Espécies exóticas ao Cerrado, como as gramíneas africanas *Urochloa decumbens* (braquiária) e *Melinis minutiflora* (capim-gordura) têm se expandido em todo o bioma e se estabelecido em áreas de preservação (PIVELLO et al., 1999). Essas espécies são prejudiciais, pois competem com as plantas nativas do bioma, excluindo-as e/ou enfraquecendo-as. Dessa forma, as espécies exóticas acabam descaracterizando os ecossistemas originais e impedindo a germinação do banco de sementes de espécies nativas (Fig. 7). Ambientes com poucos recursos em água, luz e nutrientes, como fósforo e nitrogênio, são mais suscetíveis à ocupação por plantas invasoras, porque estas são mais eficientes na utilização desses recursos, se comparadas às espécies nativas. Estudos indicam que atividades de manejo, incluindo adubação e irrigação, favorecem o crescimento das espécies nativas (FUNK; VITOUSEK, 2007).

A erradicação de espécies não nativas é extremamente difícil, pois tratamentos de mecanização como aração e gradagem, apenas expõem partes responsáveis pela propagação vegetativa à radiação solar e ao vento, não eliminando, porém, o grande estoque de sementes armazenado no solo (PEREIRA; CAMPOS, 2001).

O coroamento, retirada da vegetação herbácea invasora ao redor das mudas plantadas ou regeneradas, com o uso de enxadas ou o arranque manual, consiste no procedimento mais comum para diminuir a competição por nutrientes e luz entre espécies nativas e exóticas. O raio do coroamento recomendado é entre 50 cm e 100 cm de diâmetro da muda e deve ser realizado freqüentemente, até que as mudas se tornem

árvores. Procedimentos que impeçam o crescimento e a emergência das espécies invasoras, como a utilização de lâminas/lonas de plástico ou papelão biodegradável no entorno das mudas, também podem ser utilizados.

Foto: Thais Rodrigues Coser.



Fig. 7. *Urochloa decumbens* em área degradada de Mata Ciliar, Planaltina, DF.

O controle químico, realizado com o uso de herbicidas, que atua no metabolismo da planta, é muito usado para plantas invasoras em áreas agrícolas. Entretanto, é assunto controverso na restauração ecológica, principalmente, em áreas associadas a cursos d'água, por causa do risco de contaminação do lençol freático e da fauna nativa. Contudo, o benefício da aplicação de herbicida ao crescimento das plantas na recuperação do Cerrado em área de interflúvio foi comprovado por Durigan et al. (1998) que obtiveram 20 % de aumento na densidade e 48 % de aumento na cobertura de copas apenas com uma aplicação de glifosato em comparação com a testemunha.

Os herbicidas, quando utilizados, devem ser selecionados com base não só na classificação toxicológica, como também na ambiental do produto. Os produtos são classificados, de acordo com a toxicológica como:

extremamente (I), altamente (II), medianamente (III) e pouco tóxico (IV) e, altamente perigoso (I), muito perigoso (II), perigoso (III) e pouco perigoso (IV) na classificação ambiental (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 2007). Portanto, a utilização de produtos pouco impactantes ao meio ambiente, para a eliminação de plantas invasoras, pode ser uma opção viável, desde que executada com critério.

Uma alternativa para o manejo de plantas invasoras é o uso do equipamento Eletroherb, desenvolvido pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Campus Botucatu) e disponível no mercado. Esse equipamento consiste na liberação de cargas elétricas que percorrem os vasos lenhosos das plantas invasoras até o sistema radicular, queimando toda a planta (PEREIRA; CAMPOS, 2001; OLIVEIRA et al., 2007; BRIGHENTI et al., 2007).

Semeadura direta

Uma alternativa ao plantio de mudas é a semeadura direta, podendo ser utilizada quando houver disponibilidade precoce de sementes e em grande quantidade ou empecilhos ao plantio de mudas (KAGEYAMA; GANDARA, 2000). Resultados de pesquisa mostraram que o método de semeadura direta pode ser viável para as espécies de *Cedrela fissilis*, *Enterolobium contortisiliquum* e *Tabebuia serratifolia* (SANTOS JÚNIOR et al., 2004). O uso de sementes peletizadas e plantadas mecanicamente foi também eficiente para algumas espécies no Município de Alfenas, sul de Minas Gerais (NARRÚBIA, 2004).

Leguminosas herbáceas na adubação e conservação do solo

O uso de leguminosas forrageiras perenes e nativas do Bioma Cerrado, como o estilosantes (*Stylosanthes* sp.) e o amendoim-forrageiro (*Arachis pintoi*) pode auxiliar no combate às espécies exóticas, como

gramíneas e outras plantas, e na melhoria da fertilidade e da conservação do solo (Fig. 8 e 9). As variedades de estilosantes mais conhecidas e utilizadas atualmente como forrageiras no Cerrado são *Stylosanthes* sp. cv. campo grande, *S. guianensis* cv. bela e cv. mineirão. A espécie *Arachis pintoi* apresenta diversos acessos genéticos. Ambas podem ser plantadas por sementes, sendo que as variedades *Stylosanthes* sp. podem ser semeadas a lanço e *A. pintoi* pode ser incorporado levemente ao solo. O uso dessas leguminosas para auxiliar na restauração ecológica está em processo de pesquisa inicial na Embrapa Cerrados.

As duas espécies de leguminosas adaptam-se bem aos solos ácidos e de baixa fertilidade, como os do Cerrado. As leguminosas associam-se simbioticamente com bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico (N_2) e, portanto, acumulam quantidades expressivas desse nutriente no sistema solo-planta fornecendo-o às plantas e ao solo. Podem, ainda, competir com espécies invasoras, interferindo no seu ciclo reprodutivo (LANINI et al., 1989; PERIN et al., 2003) e reduzir as perdas de solo por erosão, principalmente, o amendoim, por apresentar hábito de crescimento rasteiro e estolonífero (PEREZ, 2004).

Foto: Thais Rodrigues Coser.



Fig. 8. *Stylosanthes* e *Brachiaria* em experimento de área de nascente.



Fig. 9. *Stylosanthes* e *Arachis pintoi* ao redor de uma muda.

Atributos para avaliar a restauração ecológica

Um ecossistema restaurado deverá apresentar certas características ou atributos que indiquem que os processos ecológicos estão acontecendo de forma contínua. Embora não seja essencial que todos os atributos estejam se expressando na área restaurada, é recomendável que estes demonstrem que a área esteja se desenvolvendo para um ecossistema equilibrado (SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION INTERNATIONAL, 2004). Certos atributos são facilmente mensuráveis e são descritos abaixo, de acordo com a *Society for Ecological Restoration*:

1. O ecossistema restaurado apresenta estrutura, funcionamento e conjunto característico de espécies semelhante ao ecossistema original.
2. Todos os grupos funcionais necessários para alcançar a estabilidade do ecossistema restaurado estão representados ou apresentam potencial para colonizar a área por meios naturais.

3. O ambiente físico do ecossistema restaurado tem a capacidade de sustentar populações reprodutivas das espécies necessárias para a contínua estabilidade ou desenvolvimento da área restaurada.
4. O ecossistema restaurado funciona, aparentemente, de acordo com seu estado ecológico de desenvolvimento, sem sinais de desequilíbrio.
5. O ecossistema restaurado integra adequadamente a matriz ecológica ou a paisagem, com os quais interage por meio dos fluxos e intercâmbios bióticos e abióticos.
6. As ameaças potenciais da paisagem que interferem na integridade do ecossistema estão eliminadas ou reduzidas tanto quanto possível.
7. O ecossistema restaurado apresenta fontes de renovação que permitem suportar acontecimentos periódicos de estresse para manter a integridade do ecossistema.
8. O ecossistema restaurado é auto-sustentável, da mesma forma que seu ecossistema de referência, e tem potencial para persistir indefinidamente sob as condições ambientais existentes.

Como qualquer ecossistema natural, a composição das espécies e demais atributos do ecossistema restaurado podem mudar à medida que as condições ambientais são alteradas. Assim, os atributos podem ter maior ou menor importância dependendo do momento analisado. De qualquer maneira, avaliar atributos e características dos ecossistemas requer análises de múltiplas variáveis e isso representa um desafio crítico para as futuras pesquisas (SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION INTERNATIONAL, 2004).

Educação ambiental

No que se refere à importância dos recursos naturais para a qualidade de vida e como insumo produtivo, a sensibilização da população impõe a necessidade de disseminação de dados, conhecimentos e de boas práticas, para a sociedade em geral e para segmentos específicos, sobre como melhor aproveitar e conservar esses recursos, em termos

quantitativos e qualitativos, e gerenciar os seus diversos usos, visando à sustentabilidade. Nesse contexto, promover ações de educação ambiental nas comunidades e nas escolas é parte essencial do processo para se alcançar a preservação dos recursos naturais.

Trabalhos de educação ambiental desenvolvidos pela Embrapa Cerrados (REZENDE et al., 2001; REZENDE, 2004; COSER et al., 2006) foram realizados com a comunidade rural envolvendo atividades multi e interdisciplinares. Na Tabela 3, são listadas atividades práticas que podem ser desenvolvidas em trabalhos de educação ambiental, especialmente em escolas rurais, relacionando aspectos de conservação do solo e da água, restauração ecológica, produção de mudas nativas, entre outros.

Tabela 3. Atividades práticas de educação ambiental que podem ser executadas em escolas.

Atividades práticas	Descrição
Diagnóstico ambiental	Realizar em áreas de córregos e nascentes que se localizem próximos às escolas. Mostrar mapas para um melhor entendimento sobre bacias hidrográficas. Por meio dos mapas, as crianças e os adolescentes são capazes de localizar as nascentes, rios e bacias hidrográficas onde se encontram as suas comunidades. Realizar um breve diagnóstico da situação das nascentes (quando presentes na área), dos córregos e rios, das Matas de Galeria, e do estágio de degradação do solo, fauna e vegetação. Com base no diagnóstico ambiental da área, os alunos são encorajados a solucionar os problemas como uma forma de despertar o pensamento crítico sobre as questões ambientais
Erosão do solo	Utilizar um simulador de erosão para que os alunos possam visualizar de forma didática o efeito da chuva em um solo descoberto e um solo com cobertura vegetal. Na bandeja, na qual se coloca o solo sem cobertura vegetal, é possível mostrar aos alunos a desagregação do solo pelo efeito da chuva, o transporte pelo escorramento superficial da água não infiltrada, a perda de solo e o consequentemente processo de assoreamento

Continua...

Tabela 3. Continuação.

Atividades práticas	Descrição
	Enfatiza-se, portanto, que a perda de solo é também a perda de água, matéria orgânica, adubos, sementes e trabalho do homem. Já na bandeja com o mesmo solo, porém, protegido por cobertura vegetal, os alunos observam que o processo de erosão e a perda de solo são minimizados, mostrando assim, a importância de utilizar sistemas conservacionistas, como construção de terraços, plantios consorciados e cultivo mínimo
Produção de mudas nativas para uso na restauração ecológica	Realizar nos pátios das escolas. Os alunos recebem um roteiro para produção de mudas no qual constam os seguintes itens: escolha da área para construção do viveiro; solo para o substrato; mistura e preparo do substrato para sacos plásticos; enchimento dos recipientes para o plantio da muda; coleta, preparo e germinação das sementes; cuidados com as mudas no viveiro e plantio definitivo das mudas no campo. Os alunos preparam o substrato e os recipientes para as mudas, transplantam mudas que se encontram em sementeiras para os recipientes com substrato
Identificação de espécies recomendadas para a restauração ecológica	Os alunos classificam as mudas de espécies nativas quanto à época de coleta, tratamento para germinação das sementes, grupo ecológico e área de ocorrência

Considerações finais

Tem sido cada vez mais freqüente a busca de tecnologias de restauração de ecossistemas no Bioma Cerrado. O aumento da fiscalização e da punição pelos órgãos ambientais competentes quanto à manutenção e à restauração de áreas degradadas tem levado os produtores a executar plantios na tentativa de recuperar a vegetação nativa. Contudo, a demanda por tecnologias de restauração tem sido maior que as atualmente disponíveis. São necessários maiores investimentos para estudos e desenvolvimentos de técnicas apropriadas para as características peculiares do Bioma Cerrado. Também, é importante a elaboração de

políticas públicas que privilegiem a conservação e a utilização sustentável das áreas ainda não utilizadas na agricultura. É necessário enfatizar que uma agricultura produtiva e sustentável passa necessariamente pela manutenção de áreas nativas, de processos ecológicos naturais e da conservação da água e do solo.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. SIA - Sistema de Informações sobre Agrotóxicos: módulo pós-registro: pesquisa de Princípio Ativo. Disponível em: <<http://www4.anvisa.gov.br/agrosia/asp/default.asp>>. Acesso em: 13 jun. 2007.

AGUIAR, L. M. S.; AQUINO, F. G. Importância dos morcegos na dispersão de plantas do bioma Cerrado. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 6., 2003, Fortaleza. **Anais de trabalhos completos**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2003. p. 522-523.

ARAÚJO, G. H. M. F. **Efeito do manejo sobre a qualidade do substrato e o desenvolvimento de espécies arbóreas do Cerrado em uma cascalheira no Distrito Federal**. 2006. 83 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília.

BECHARA, F. C. **Unidades demonstrativas de restauração ecológica através de técnicas nucleadoras**: floresta estacional semidecidual, cerrado e restinga. 2006. 249 p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

BIANCONI, G. V.; MIKICH, S. B.; TEIXEIRA, S. D.; MAIA, B. H. L. N. S. Attraction of fruit-eating bats with essential oils of fruits: a potential tool for forest restoration. **Biotropica**, v. 39, n. 1, p. 136-140, 2007.

BORDINI, M. C. P. **Manejo da regeneração de vegetação do cerrado, em áreas de pastagem, como estratégia de restauração na Fazenda Santa Maria do Jauru, município de Porto Esperidião, MT**. 2007. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C. Métodos silviculturais para recuperação de nascentes e recomposição de matas ciliares. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 5., 2002, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG, 2002. p. 123-145.

BRIGHTENTI, A. M.; SOUZA SOBRINHO, F.; MARTINS, C. E.; ROCHA, W. S. D.; GAZZIERO, D. L. P.; ADEGAS, F. S.; VOLL, E. Manejo de plantas daninhas em cultivos orgânicos de soja por meio de descarga elétrica. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 2, p. 1115-1118, 2007.

CASTRO, A. A. J. F.; MARTINS, F. R.; TAMASHIRO, J. Y.; SHEPHERD, G. J. How rich is the flora of Brazilian Cerrados? **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 86, p. 192-224, 1999.

CLEWELL, A.; RIEGER, J.; MUNRO, J. **Guidelines for developing and managing ecological restoration**. 2. ed. Tucson: Society for Ecological Restoration International, 2005. Disponível em: <http://www.ser.org/pdf/SER_International_Guidelines.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2007.

CORRÊA, R. S.; CARDOSO, E. S. Espécies testadas na revegetação de áreas degradadas. In: CORRÊA, R. S.; BAPTISTA, G. M. (Org.). **Ecologia e recuperação de áreas degradadas no cerrado**. Brasília: Paralelo 15, 1998. cap. 6, p. 101-116.

CORRÊA, R. S.; LEITE, L. L.; BASTOS, E. K. A dinâmica da degradação e da regeneração. In: CORRÊA, R. S.; BAPTISTA, G. M. (Org.). **Ecologia e recuperação de áreas degradadas no cerrado**. Brasília: Paralelo 15, 1998. cap. 4, p. 49-64.

CORRÊA, R. S.; MELO FILHO, B. Aspectos ecológicos da sucessão secundária em áreas mineradas no Cerrado. In: CORRÊA, R. S.; BAPTISTA, G. M. (Org.). **Mineração e áreas degradadas no Cerrado**. Brasília: Universa, 2004. p. 123-158.

CORRÊA, R. S.; MELO FILHO, B. Ecologia da regeneração em áreas escavadas. In: CORRÊA, R. S.; BAPTISTA, G. M. (Org.). **Ecologia e recuperação de áreas degradadas no cerrado**. Brasília: Paralelo 15, 1998. cap. 5, p. 65-100.

COSER, T. R.; PARRON, L.; DUBOC, E.; LARANJEIRA, N.; DALLACORTE, J. L.; CARDOSO, J. M.; BOSSA, S. Educação ambiental para a gestão participativa de recursos hídricos. In: WORKSHOP SOBRE GESTÃO ESTRATÉGICA DOS RECURSOS HÍDRICOS, 2006, Brasília. **Anais...** Brasília: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2006. 1 CD-ROM.

DUBOC, E. **Cultivo de espécies nativas do bioma Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. 10 p. (Embrapa Cerrados. Comunicado Técnico, 110).

DUBOC, E. **Desenvolvimento inicial e nutrição de espécies arbóreas nativas sob fertilização, em plantios de recuperação de áreas de Cerrado degradado**. 2005. 151 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquista Filho", Botucatu.

DURIGAN, G. Bases e diretrizes para a restauração da vegetação do Cerrado. In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 2003. p. 185-204.

DURIGAN, G. Restauração da cobertura vegetal em região de domínio do cerrado. In: GALVÃO, A. P. M.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V. (Ed.). **Restauração florestal: fundamentos e estudos de caso**. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. p. 103-118.

DURIGAN, G.; CONTIERI, W. A.; FRANCO, G. A. D. C.; GARRIDO, M. A. O. Indução do processo de regeneração da vegetação de cerrado em área de pastagem, Assis, SP. **Acta Botânica Brasílica**, v. 12, n. 3, p. 421-429, 1998.

DURIGAN, G.; FRANCO, G. A. D. C.; PASTORE, J. A.; AGUIAR, O. T. Regeneração natural da vegetação de cerrado son floresta de *Eucalyptus citriodora*. **Revista do Instituto Florestal**, v. 9, n. 1, p. 71-85, 1997.

DURIGAN, G.; SILVEIRA, E. R. da. Recomposição da mata ciliar em domínio de cerrado, Assis, SP. **Scientia Forestalis**, n. 56, p. 135-144, dez. 1999.

EITEN, G. The Cerrado vegetation of Brazil. **The Botanical Review**, v. 38, n. 2, p. 201-340, 1972.

ENGEL, V. L.; PARROTA, J. A. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 2003. p. 1-26.

FELFILI, J. M.; FAGG, C. W.; SILVA, J. C. S.; OLIVEIRA, E. C. L.; PINTO, J. R. R.; SILVA JÚNIOR, M. C.; RAMOS, K. M. O. **Plantas da APA Gama e Cabeça de Veado: espécies, ecossistemas e recuperação**. Brasília: Universidade de Brasília, 2002. 52 p.

FELFILI, J. M.; RIBEIRO, J. F.; FAGG, C. W.; MACHADO, J. W. B. **Recuperação de matas de galeria**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2000. 45 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 21).

FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C. A comparative study of cerrado (sensu stricto) vegetation in central Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 9, p. 277-289, 1993.

FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C. **Biogeografia do bioma Cerrado**: estudo fisionômico na Chapada do Espigão Mestre do São Francisco. Brasília: Universidade de Brasília, 2001.

FONSECA, C. E. L.; RIBEIRO, J. F.; SOUZA, C. C.; REZENDE, R. P.; BALBINO, V. K. Recuperação da vegetação de matas de galeria: estudo de caso no DF e entorno. In: RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L.; SOUSA-SILVA, J. C. **Cerrado**: caracterização e recuperação de matas de galeria. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2001. p. 815-870.

FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F.; MONTEIRO, E. M. da S.; FARIA, S. M. **Revegetação de solos degradados**. Seropédica: Embrapa-CNPAB, 1992. (Embrapa-CNPAB. Comunicado Técnico, 9).

FUNK, J. L.; VITOUSEK, P. M. Resource-use efficiency and plant invasion in low-resource systems. **Nature**, v. 446, p. 1079-1081, Apr. 2007.

GONZÁLES, S.; TORRES, R. A. A. Coleta de sementes e produção de mudas. In: SALOMÃO, A. N.; SOUSA-SILVA, J. C.; DAVIDE, A. C.; GONZÁLES, S.; TORRES, R. A. A.; WETZEL, M. M. V. S.; FIRETTI, F.; CALDAS, L. S. **Germinação de sementes e produção de mudas de plantas do Cerrado**. Brasília: Rede de Sementes do Cerrado, 2003. p. 11-22.

KAGEYAMA, P.; GANDARA, F. B. Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. **Matas ciliares**: conservação e recuperação. São Paulo: Fapes, 2000. p. 249-270.

KAGEYAMA, P.; GANDARA, F. B. Restauração e conservação de ecossistemas tropicais. In: CULLEN JÚNIOR, L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PÁDUA, C. (Org.). **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná: Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2003. p. 383-394.

KOBIYAMA, M.; MINELLA, J. P. G.; FABRIS, R. Áreas degradadas e sua recuperação. **Informe Agropecuário**, v. 22, n. 210, p. 10-17, 2001.

LANINI, W. T.; PITTINGER, D. R.; GRAVES, W. L.; MUÑOZ, F.; AGAMALIAN, H. S. Subclovers as living mulches for managing weeds in vegetables. **California Agriculture**, v. 43, p. 25-27, 1989.

MARTINS, C. R. M.; LEITE, L. L.; HARIDASAN, M. Recuperação de uma área degradada pela mineração de cascalho com uso de gramíneas nativas. **Revista Árvore**, v. 25, n. 2, p. 157-166, 2001.

MIKICH, S. B.; BIANCONI, G. V.; MAIA, B. H. L. N. S.; TEIXEIRA, S. D. Attraction of the fruit-eating bat *Carollia perspicillata* to *Piper gaudichaudianum* essential oil. **Journal of Chemical Ecology**, v. 29, n. 10, p. 2379-2383, 2003.

NARRÚBIA, O. A. **Implantação de matas ciliares por plantio direto utilizando-se sementes peletizadas**. 2004. 269 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

OLIVEIRA, F. F. **Plantio de espécies nativas e uso de poleiros artificiais na restauração de uma área perturbada de cerrado sentido restrito em ambiente urbano no Distrito Federal, Brasil.** 2006. 135 f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Instituto de Biologia, Universidade de Brasília, Brasília.

OLIVEIRA FILHO, A. T.; SHEPHERD, G. J.; MARTINS, F. R.; STUBBLEBINE, W. H. Environmental affecting physiognomic and floristic variation in na area of cerrado in central Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 5, p. 413-431, 1989.

OLIVEIRA, M. F.; KARAM, D.; CRUZ, J. C.; COSTA, T. C. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALVARENGA, R. C.; OLIVEIRA, A. C.; QUEIROZ, L. R. **Plantas espontâneas e produção orgânica.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 149).

PARRON, L. M.; CAUS, J. F. Produção de mudas de espécies arbóreas de Matas de Galeria: substrato e inoculação com fungos micorrízicos. In: RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L.; SOUSA-SILVA, J. C. (Org.). **Cerrado:** caracterização e recuperação de matas de galeria. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2001. p. 735-776.

PARRON, L. M.; RIBEIRO, J. F.; MARTINEZ, L. L. Revegetação de uma área degradada no córrego Sarandi. **Boletim do Herbário Ezequias Paulo Heringer**, v. 5 p. 88-102, 2000.

PEREIRA, J. R.; CAMPOS, A. T. **Controle da braquiária como invasora.** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001. (Instrução Técnica para o Produtor de Leite, 26). Sustentabilidade da atividade leiteira.

PEREZ, N. B. **Amendoim forrageiro:** leguminosa perene de verão: cultivar Alqueire-1 (BRA 037036). [S.l.: s.n.], 2004. 29 p. (Boletim Técnico).

PERIN, A.; GUERRA, J. G. M.; TEIXEIRA, M. G. Cobertura do solo e acumulação de nutrientes pelo amendoim forrageiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 7, p. 791-796, jul. 2003.

PIVELLO, V. R.; SHIDA, C. N.; MEIRELLES, S. T. Alien grasses in Brazilian savannas: a threat to the biodiversity. **Biodiversity and conservation**, v. 8, p. 1281-1294, 1999.

RATTER, J. A.; BRIDGEWATER, S.; ATKINSON, R.; RIBEIRO, J. F. Analysis of the floristic composition of the Brazilian Cerrado vegetation of 98 areas. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 53, n. 2, p. 153-180, 1996.

RATTER, J. A.; BRIDGEWATER, S.; RIBEIRO, J. F. Analysis of the floristic composition of the Brazilian Cerrado vegetation III: comparison of the woody vegetation of 376 areas. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 60, n. 1, p. 57-109, 2003.

RATTER, J. A.; DARGIE, T. C. D. An analysis of the floristic composition of 26 cerrado areas in Brazil. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 53, n. 2, p. 153-180, 1992.

REZENDE, R. P. **Recuperação de matas de galeria em propriedades rurais do Distrito Federal e entorno**. 2004. 145 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília.

REZENDE, R. P.; FONSECA, C. E. L.; SOUZA, C. C.; BALBINO, V. K. Educação ambiental na conservação e recuperação de matas de galeria. In: RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L. (Ed.). **Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2001. p. 873-897.

RIBEIRO, J. F.; SCHIAVINI, I. Recuperação de matas de galeria: integração entre a oferta ambiental e a biologia das espécies. In: RIBEIRO, J. F. (Ed.). **Cerrado: matas de galeria**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 1998. p. 137-153.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As matas de galeria no contexto do bioma Cerrado. In: RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L. (Ed.). **Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2001. p. 29-47.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 1998. p. 89-166.

SANO, E. **Cerrado tem 61% de área preservada**. Disponível em: <http://www.cpac.embrapa.br/materias_pripag/2007/cerrado.html>. Acesso em: 20 jul. 2007.

SANTOS JÚNIOR, N. A.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C. Estudo da germinação e sobrevivência de espécies arbóreas em sistemas de semeadura direta, visando a recomposição de mata ciliar. **Cerne**, v. 10, n. 2, p. 103-117, 2004.

SCHIAVINI, I.; RESENDE, J. C. F.; AQUINO, F. G. Dinâmica de populações de espécies arbóreas em mata de galeria e mata mesófila na margem do Ribeão Panga, MG. In: RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L. (Ed.). **Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2001. p. 267-302.

SILVA, J. C. S. **Desenvolvimento inicial de espécies lenhosas, nativas e de uso múltiplo na recuperação de áreas degradadas de cerrado sentido restrito no Distrito Federal**. 2007. 120 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília.

SILVA, D. B.; SILVA, J. A.; JUNQUEIRA, N. T. V.; ANDRADE, L. R. M. de. **Frutas do Cerrado**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 178 p.

SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION INTERNATIONAL. Grupo de Trabajo sobre Ciencia y Políticas. **Principios de SER International sobre la restauración ecológica**. 2004. Disponível em: <http://www.ser.org/pdf/REV_Spanish_Primer.pdf>. Acesso em: 14 set. 2007.

VIEIRA, D. L. M.; SCARIOT, A.; SAMPAIO, A. B.; HOLL, K. D. Tropical dry-forest regeneration from root suckers in Central Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 22, p. 353-357, 2006.

VILAS BOAS, O.; MAX, J. C. M.; NAKATA, H. Crescimento e sobrevivência das mudas de essências nativas produzidas em diferentes recipientes. In: VILAS BOAS, O.; DURIGAN, G. (Org.). **Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no oeste paulista**. São Paulo: Páginas & Letras, 2004. p. 409-418.

Perspectivas de projetos florestais no Cerrado para a obtenção de créditos de carbono

Caroline Jácome Costa;
Maria Lucia Meirelles

O mecanismo de desenvolvimento limpo: antecedentes

Desde o início do século 19, trabalhos científicos têm elucidado as causas e os efeitos do processo de aumento da temperatura média dos oceanos e do ar próximo à superfície terrestre, sendo que, recentemente, os estudos apontam a possível intensificação desse processo em decorrência de ações humanas que liberam gases responsáveis pelo efeito estufa (GEEs) na atmosfera. Na década de 1980, intensificou-se a mobilização internacional acerca do tema, sendo criado, em 1988, o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC, sigla em inglês) pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente e a Organização Mundial de Meteorologia. Desde então, o IPCC divulga relatórios periódicos avaliando o conhecimento existente sobre as mudanças climáticas provocadas por atividades antrópicas que liberam GEEs. A divulgação preliminar do quarto relatório de avaliação do IPCC, em 2007, alertou para os efeitos do aquecimento global na dinâmica atmosférica, afetando a biosfera, a hidrosfera, a produção agrícola e a estabilidade dos ecossistemas e reafirmou que os impactos da mudança climática recaem de forma desproporcional sobre os países em desenvolvimento e as populações mais pobres dos países. Entre os efeitos adversos do aquecimento global, o relatório destacou a diminuição da disponibilidade

de água em zonas semi-áridas, sobretudo em regiões subtropicais, a redução da produtividade agrícola nos trópicos e subtrópicos, o aumento do risco de inundações e o conseqüente deslocamento de milhões de pessoas por causa do aumento do nível dos mares, o aumento da incidência de mortalidade por estresse gerado pelo calor e do número de pessoas expostas a doenças transmissíveis por vetores, como malária e dengue, e pela água, como a cólera (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 2007).

Durante a Rio 92, foi aprovada e aberta para assinatura pelos países a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC, sigla em inglês). Os 41 países, listados no Anexo I da Convenção, incluem os países da Organização de Cooperação para o Desenvolvimento Econômico mais os países em transição para economias de mercado da Europa Central e do Leste, excluindo-se a ex-Iugoslávia e a Albânia. Os países signatários reúnem-se anualmente em Conferências das Partes (COPs), nas quais são concentrados esforços para a implementação e a harmonização de normas e procedimentos que permitam a estabilização das concentrações dos GEEs na atmosfera em um nível que impeça uma interferência antrópica perigosa ao sistema climático.

A evolução das discussões culminou, em 1997 (COP-3), com o Protocolo de Kyoto que estabeleceu para os países do Anexo I da UNFCCC redução de 5,2 %, entre 2008 e 2012 (primeiro período de compromisso), nas emissões de GEEs relativas aos níveis registrados no ano-base de 1990. Os GEEs, segundo o anexo A, passíveis de redução, são: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), hexafluoreto de enxofre (SF_6), os hidrofluorocarbonados (HFCs) e os perfluorocarbonados (PFCs). As Partes Anexo I que ainda não ratificaram o Protocolo de Kyoto são Estados Unidos e Turquia (UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE, 2007a).

O norteador para a definição dos compromissos de redução foi o princípio da responsabilidade comum, porém, diferenciada, resultante da

COP-1, segundo o qual maior responsabilidade deve ser atribuída aos países que mais contribuíram para o estado atual da concentração de GEEs na atmosfera, de acordo com seu grau de desenvolvimento histórico. O Protocolo de Kyoto orienta as Partes a atingirem as metas de redução de emissões pelo aumento da eficiência energética, da proteção aos sumidouros e reservatórios de carbono, da agricultura sustentável, de formas renováveis de energia, do uso de tecnologias de seqüestro de carbono e da implementação de políticas fiscais que resultem na redução da emissão de GEEs (UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE, 1998). É provável que os países que não possuem metas de redução, chamados de Partes não-Anexo I, em geral, países em desenvolvimento, sejam chamados, em um segundo momento, a também se comprometerem com metas de redução, conforme sua quota de responsabilidade, assumindo, todavia, o compromisso de se desenvolverem de maneira mais limpa e sustentável que seus pares ricos.

Para os países do Anexo I, observou-se tendência de queda nas emissões de GEEs em todos os setores da economia, à exceção do setor energético cujas emissões aumentaram 0,5 % no período de 1990 a 2005. Esse setor foi responsável pela emissão de $14,98 \times 1.000$ Tg de CO₂-eq. Em 2005, a indústria contribuiu com $1,23 \times 1.000$ Tg de CO₂-eq.; a agricultura, com $1,43 \times 1.000$ Tg de CO₂-eq.; o manejo e tratamento de resíduos, com $0,52 \times 1.000$ Tg de CO₂-eq. e as atividades de uso da terra, mudança do uso da terra e florestas removeram $1,44 \times 1.000$ Tg de CO₂-eq. da atmosfera. Os países cujas emissões de CO₂ mais cresceram nesse período foram Turquia, Espanha, Portugal, Irlanda, Nova Zelândia e Austrália (UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE, 2007c).

No Brasil, em 1994, as emissões antrópicas de gases de efeito estufa foram estimadas em 1.030 Tg de CO₂; 13,0 Tg de CH₄; 550 Gg de N₂O; 0,345 Gg de CF₄; 0,035 Gg de C₂F₆; 0,0018 Gg de SF₆; 0,16 Gg de HFC-23 e 0,12 Gg de HFC-134a. Entre 1990 e 1994, as emissões totais de CO₂, CH₄ e N₂O aumentaram em 5 %, 6 % e 12 % respectivamente.

Diferentemente dos países industrializados, no Brasil, a maior parcela das emissões líquidas estimadas de CO₂ é proveniente da mudança no uso da terra, sobretudo, do processo de conversão de florestas em áreas para agropecuária que responde por 75 % das emissões líquidas totais (BRASIL, 2007a).

O Protocolo de Kyoto estabelece três mecanismos de flexibilização para facilitar o atendimento às metas de redução das emissões de GEEs:

- **Implementação conjunta (*Joint Implementation*)** – permite, entre as Partes do Anexo I, a implementação de projetos conjuntos de redução de emissões;
- **Comércio Internacional de Emissões (*International Emissions Trade*)** – possibilita às Partes do Anexo I comercializarem entre si as quotas de emissão;
- **Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL (*Clean Development Mechanism*)** – permite que as Partes do Anexo I comprem unidades de Reduções Certificadas de Emissões (RCEs) de projetos de redução de emissões de GEEs ou de remoção de CO₂ desenvolvidos em território das Partes não-Anexo I.

No Brasil, em 1999, foi criada a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima (CIMGC) que, entre outras atribuições, aprova projetos brasileiros no âmbito do MDL. Em 2000, foi criado o Fórum Brasileiro de Mudanças do Clima que amplia a discussão sobre o tema e atua como interface entre o governo e a sociedade civil. Em 2002, o Brasil ratificou o Protocolo de Kyoto (UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE, 2007b).

Características do MDL

O MDL, criado por iniciativa brasileira, é a única modalidade de projeto do Protocolo de Kyoto aplicável às Partes não-Anexo I. Esses projetos devem, obrigatoriamente, promover o desenvolvimento sustentável

no país anfitrião e serem capazes de demonstrar que contribuirão para a mitigação da mudança do clima, no que diz respeito aos seguintes aspectos:

- Contribuição para a sustentabilidade ambiental local, avaliando a mitigação dos impactos ambientais locais propiciada pelo projeto, comparativamente aos impactos ambientais locais estimados para o cenário de referência.
- Contribuição para o desenvolvimento das condições de trabalho e a geração líquida de empregos.
- Contribuição para a distribuição de renda.
- Contribuição para capacitação e desenvolvimento tecnológico, avaliando o grau de inovação tecnológica do projeto em relação ao cenário de referência.
- Contribuição para a integração regional e a articulação com outros setores.

Os projetos passíveis de elegibilidade incluem, prioritariamente, aqueles relacionados a setores que contribuem para eficiência energética no uso final, em suas diversas formas e setores; eficiência energética na expansão da oferta de energia, incluindo a redução de perdas na cadeia de produção, transporte e armazenamento de energia; suprimento de serviços energéticos através de energia renovável ou do uso de gás natural em substituição a combustíveis fósseis com maior teor de carbono; aproveitamento energético de emissões de metano provenientes da disposição de resíduos; redução das emissões de gases de efeito estufa no setor industrial; redução de gases de efeito estufa provenientes da fermentação entérica de rebanhos e florestamento e reflorestamento em longo prazo, objetivando o incremento de projetos florestais de remoção do CO₂ atmosférico (TSUKAMOTO FILHO, 2003).

Também foram determinados certos critérios básicos que devem ser considerados na análise de um projeto de MDL, tais como:

- a) Linha de base** – previsão das emissões de GEEs e estoque de carbono que ocorreriam na ausência das atividades de projeto. Linhas de base podem ser fixadas pela duração do projeto (linha de base estática) ou podem ser periodicamente ajustadas (linha de base dinâmica). Os ajustes da linha de base dinâmica asseguram estimativas mais realistas das mudanças da absorção ou emissões de GEEs, minimizando superestimativas no cálculo das reduções.
- b) Adicionalidade** – redução de emissões ou remoção de CO₂ que são adicionais àquelas que ocorreriam na ausência de tal projeto. Logo, a adicionalidade das atividades de projeto no âmbito do MDL deve ter como referência a linha de base garantindo, assim, que os créditos sejam realmente adicionais. Para comprovar a adicionalidade de um projeto MDL, foram elaboradas algumas ferramentas que auxiliam a análise. Dentre elas, existem os testes de adicionalidade, desenvolvidos em uma seqüência tal que permite aos proponentes do projeto identificar e analisar as possíveis alternativas à atividade de projeto, comprovando que a atividade proposta não é a mais econômica ou financeiramente mais atrativa ou se existem barreiras (econômicas, sociais, culturais) suficientemente grandes que impediriam a implementação desse projeto.
- c) Fugas** – devem ser deduzidas da quantidade total de RCEs as emissões de GEEs ocasionadas em virtude de atividades que ocorrerem fora da área do projeto e que foram necessárias para a implementação dele.

Etapas a serem cumpridas na implantação dos projetos

Um projeto necessita passar por várias etapas, incluindo a indicação da metodologia de linha de base e de monitoramento. As metodologias de linha de base e de monitoramento que serão utilizadas em um projeto de MDL necessitam ser previamente aprovadas pelo Conselho Executivo do MDL antes da elaboração do Documento de Concepção do Projeto. As metodologias já aprovadas são de livre acesso e podem ser utilizadas

pelas propostas de projetos que apresentam, em linhas gerais, as seguintes características:

- **Elaboração do Documento de Concepção do Projeto (DCP)** – deve conter a descrição das atividades de projeto e dos respectivos participantes; descrição da metodologia de linha de base previamente aprovada, de cálculo da redução das emissões, de estabelecimento dos limites das atividades de projeto e de cálculo das fugas; a definição do período de obtenção dos créditos; um plano de monitoramento com metodologia previamente aprovada; a justificativa para adicionalidade da atividade de projeto; o contexto socioambiental no qual o projeto está inserido; um relatório dos impactos ambientais e comentários sobre os atores e informações quanto à utilização de fontes adicionais de financiamento. Os responsáveis pela elaboração do DCP são os participantes do projeto.
- **Validação** – é realizada por uma Entidade Operacional Designada (EOD), devidamente registrada para esse fim, selecionada pelos participantes do projeto e que deverá revisar o documento de concepção do projeto e qualquer documentação de apoio para confirmar: se os requisitos foram atendidos; se os participantes do projeto forneceram a análise dos impactos socioeconômicos e ambientais, inclusive, os impactos na biodiversidade e nos ecossistemas naturais e os impactos fora do limite da atividade de projeto proposta; se as metodologias de linha de base e monitoramento selecionadas atendem às exigências do Conselho Executivo do MDL.
- **Aprovação pela Autoridade Nacional Designada (AND)** – é realizada, no Brasil, pela CIMGC que avalia se o projeto contribui para o desenvolvimento sustentável do País, considerando distribuição de renda, sustentabilidade ambiental local, desenvolvimento das condições de trabalho e geração líquida de emprego, capacitação e desenvolvimento tecnológico, integração regional e articulação com outros setores.

- **Registro no Conselho Executivo do MDL** – aceitação formal de um projeto validado como atividade de projeto do MDL. Nessa etapa, são analisadas a metodologia escolhida e a adicionalidade do projeto. O registro é o pré-requisito para o monitoramento, a verificação, a certificação e a emissão das certificações.
- **Monitoramento** – inclui a coleta e o armazenamento dos dados necessários para o cálculo da redução das emissões proporcionada pela implementação da atividade de projeto, de acordo com a metodologia de linha de base estabelecida no DCP e que tenha ocorrido dentro do período de obtenção de créditos. Os responsáveis pelo monitoramento da atividade de projeto são seus participantes.
- **Verificação e certificação** – são realizadas auditorias periódicas e independentes pela EOD, com a finalidade de revisar os cálculos referentes às reduções das emissões de GEEs ou à remoção de CO₂ equivalente, resultantes de uma atividade de projeto do MDL, que foram registrados no Conselho Executivo. Após a verificação, a EOD elabora um relatório de certificação garantindo que as reduções ou remoções ocorreram e foram de fato adicionais.
- **Emissão de RCEs** – o Conselho Executivo confirma que as reduções de GEEs ou remoção de CO₂, decorrentes das atividades de projetos, são reais, mensuráveis e de longo prazo sendo, então, gerados os RCEs.

Todo o processo de aprovação de um projeto no âmbito do MDL é bastante oneroso, ficando entre 60 mil dólares e 180 mil dólares (Fig. 1). Desse modo, com o objetivo de reduzir os custos de transação envolvidos na submissão e no acompanhamento, foi criada a modalidade de projetos de pequena escala, na qual os requerimentos para o DCP são simplificados, bem como as metodologias de linha de base e de monitoramento. Além disso, a mesma EOD para a etapa de validação do projeto poderá efetuar a sua verificação e certificação. Assim, os projetos no âmbito do MDL estão agrupados em atividades de pequena e larga escala. São consideradas de pequena escala as atividades de energia renovável com capacidade máxima de produção equivalente a até 15 megawatts; atividades de melhoria da eficiência energética que reduzem o consumo

de energia até o equivalente a 15 gigawatt/hora por ano e outras atividades de projeto que tanto reduzem emissões antrópicas por fontes quanto emitem diretamente menos do que 15 quilotoneladas equivalentes de CO₂ por ano.

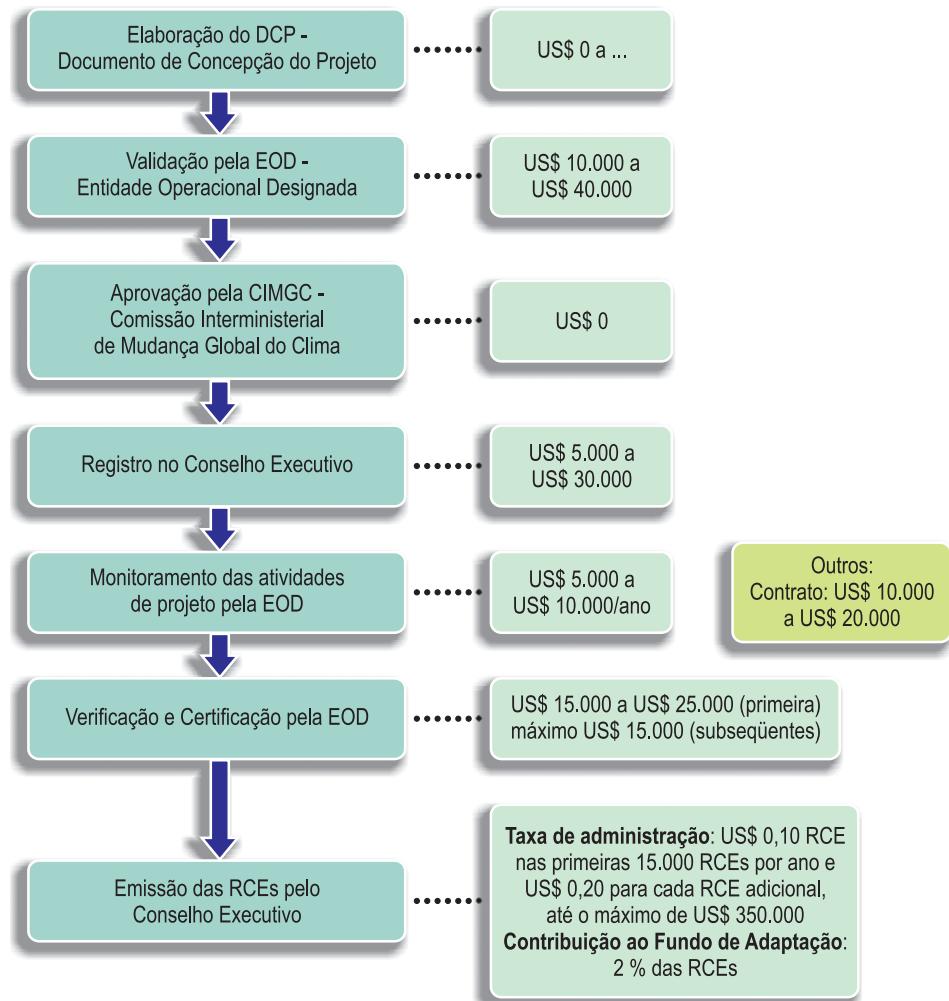


Fig. 1. Fluxograma esquematizado do processo de tramitação dos projetos no âmbito do MDL, desde sua concepção até a emissão das reduções certificadas e os custos médios associados a cada etapa.

Fonte: adaptado de Rocha (2007).

Completadas as etapas de validação, de aprovação e de registro, é que uma atividade torna-se efetivamente uma atividade de projeto no âmbito do MDL. De acordo com Brasil (2007b), até 13 de novembro de 2007, 2.698 projetos encontravam-se em alguma fase do ciclo de projetos do MDL, sendo 800 já registrados pelo Conselho Executivo e 1.898 em outras fases do ciclo. O Brasil ocupa o terceiro lugar em número de projetos registrados (255 projetos), ficando atrás da China (874 projetos) e Índia (776 projetos). A maior parte das atividades de projeto desenvolvidas no Brasil está na geração elétrica (60 %), suinocultura (16 %) e aterros sanitários (11 %). Os projetos de larga escala correspondem a 57 % dos projetos brasileiros.

Dos projetos registrados no Conselho Executivo do MDL, 53 % concentram-se no setor de geração elétrica, 21 % em atividades destinadas ao manejo e tratamento de resíduos, 8 % em projetos de redução de emissões provenientes do uso de combustíveis, 7 % em projetos direcionados à agricultura e 6 % são projetos implementados no setor industrial manufatureiro (Fig. 2). Apenas um projeto registrado é voltado ao setor de florestamento/reflorestamento, refletindo as dificuldades inerentes a essa modalidade de projeto, como será discutido a seguir.

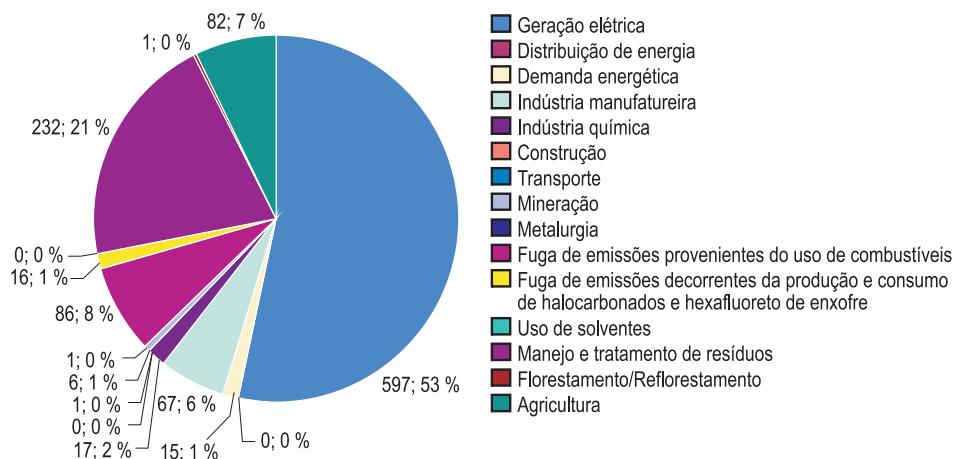


Fig. 2. Distribuição, por setor, das atividades de projeto registradas, no âmbito do MDL.

Fonte: Clean Development Mechanism (2008).

MDL florestal

As florestas armazenam dois terços do carbono terrestre na forma de madeira e acúmulo de matéria orgânica no solo, indisponibilizando esse carbono por centenas de anos antes que ele retorne à atmosfera através dos processos de respiração, decomposição, erosão ou queima (TOTTEN, 2000). A taxa líquida de absorção de carbono dos ecossistemas terrestres é resultado de vários fatores, tais como, processos de regeneração, fertilização pelo aumento na concentração de CO₂ e deposição de nitrogênio atmosférico. Entretanto, quando esses processos chegam ao seu limite de saturação, as absorções anuais de carbono são balanceadas pela respiração e decomposição, deixando, assim, de ocorrer a retirada líquida de CO₂ da atmosfera (CAMPOS, 2001).

A inclusão das florestas em projetos de MDL polarizou por muito tempo as discussões em torno do assunto. Os principais opositores dessa proposta argumentavam que ela representava um desvio nos princípios norteadores do MDL, colocando em risco o meio ambiente e as populações mais diretamente afetadas pela sua exploração e levando ao cumprimento das metas de redução estabelecidas pelo Protocolo de Kyoto sem provocar mudanças nos padrões de consumo dos países industrializados. Outro argumento dizia respeito às dificuldades de implementação e de monitoramento desses projetos, levando a incertezas quanto à mensuração de seus efeitos. Para Koskela et al. (2007), medir e verificar compensações de carbono resultantes de projetos florestais e mudança no uso da terra é mais complicado e problemático do que ações similares no setor energético, em razão da dinâmica e da reversibilidade dos ecossistemas terrestres. Alguns estudos reforçaram a argumentação contrária à inclusão desses projetos no âmbito do MDL ao revelarem que florestas nativas maduras são mais eficientes na captação de CO₂ do que plantações de árvores jovens (SCHULZE et al., 2000; CHANG, 2002). Entretanto, a principal dificuldade para aceitação de projetos florestais no MDL foi o fato de os estoques de carbono, na vegetação, serem inherentemente menos permanentes do que as reduções obtidas de outros projetos MDL. A

consciência de que o carbono estocado na vegetação pode ser liberado para a atmosfera no caso de perda (total ou parcial), queima e/ou degradação da formação florestal suscitou vários questionamentos sobre a efetiva contribuição desses projetos na mitigação da mudança climática. Além da questão da não-permanência associada aos projetos florestais quanto ao seu potencial de seqüestro de carbono, a ocorrência de possíveis externalidades negativas decorrentes da implantação desses projetos adiou a inclusão das LULUCF (atividades de Uso da Terra, Mudança no Uso da Terra e Florestas) nos mecanismos de flexibilização do Protocolo de Kyoto.

A principal justificativa para a inclusão de projetos florestais no âmbito do MDL foi baseada na sua eficiência econômica, no sentido de menor custo por unidade de carbono seqüestrado, uma vez que são os mais baratos dentre todos os mecanismos previstos. Além disso, podem proporcionar outros benefícios ambientais, como, preservação do solo, melhoramento na qualidade e na disponibilidade da água, proteção da biodiversidade, maior resiliência florestal às mudanças climáticas (NISHI, 2003; YU, 2004), criação de zonas amortecedoras e corredores migratórios, utilização de espécies nativas e favorecimento da manutenção da cobertura florestal permanente (SEROA DA MOTTA et al., 2000). A comercialização de RCEs de projetos florestais pode vir a viabilizar os custos de implantação das áreas florestadas, permitindo inclusive o ingresso de pequenos produtores na atividade florestal, por meio do associativismo, constituindo importante fonte de receita para a ampliação da base florestal nacional (RENNER, 2005). Embora o MDL não possa assegurar o fluxo de recursos suficientes para redirecionar o rumo da política florestal nacional, pode vir a melhorar a viabilidade financeira de investimentos florestais, um dos principais entraves ao desenvolvimento do setor (VIANA et al., 2002).

Inicialmente, o Protocolo de Kyoto chegou a considerar quatro modalidades potenciais de atividades a serem elegíveis no âmbito de projetos florestais do MDL: o reflorestamento ou florestamento (inclusive de sistemas agroflorestais), o manejo florestal sustentável, a conservação e a proteção florestal contra o desmatamento e a substituição do

combustível fóssil por biomassa renovável. Em 2001, na COP-7, realizada em Marrakesh, o seqüestro florestal do carbono foi incluído como modalidade de MDL, excluindo-se a conservação e o manejo florestal no primeiro período de compromisso.

A utilização de créditos oriundos de projetos MDL florestais pelas Partes Anexo I, para o primeiro período de compromisso, é limitada a 1 % de suas respectivas emissões de CO₂ em 1990, vezes cinco. Esses projetos geram créditos temporários, já que as florestas possuem ciclos de plantio e de colheita bem definidos, e esses créditos expiram após um prazo predeterminado. Por isso, os projetos não florestais que geram créditos permanentes possuem melhor valor de mercado do que os créditos florestais. Desse modo, tem-se verificado, no mercado, uma demanda preferencial por projetos de redução de emissões de GEEs, em detrimento dos projetos florestais.

Algumas das definições constantes do Protocolo de Kyoto relacionadas ao MDL Florestal são:

- **Floresta** – consiste em uma área mínima de 0,05 hectare a 1,0 hectare, com cobertura de copa de mais de 10 % a 30 %, com árvores com potencial de alcançar altura mínima de 2 m a 5 m na maturidade, *in situ* (Decisão 11/COP-7). Uma floresta pode consistir tanto de formações florestais fechadas, onde árvores de vários estratos e sub-bosque cobrem a maior parte da terra ou florestas abertas. Formações naturais jovens e todas as plantações que ainda tiverem que alcançar uma densidade de copa de 10 % a 30 % ou altura de árvore de 2 m a 5 m são consideradas florestas, assim como áreas que normalmente fazem parte de uma área florestal que está temporariamente desestocada como resultado de intervenção humana ou causas naturais, mas que possa reverter em floresta. No Brasil, a CIMGC definiu como floresta as formações vegetais com cobertura mínima de 30 % e altura das árvores acima de 5 m, ocupando pelo menos 1 hectare (BRASIL, 2005).
- **Florestamento** – é a conversão, diretamente realizada pelo Homem, de uma área não florestal há pelo menos 50 anos para uma área

florestada, mediante plantio, semeadura e/ou promoção de fontes naturais de sementes.

- **Reflorestamento** – é a conversão, induzida diretamente pelo Homem, de área desflorestada para área florestada por meio de plantio, semeadura e/ou promoção de fontes naturais de sementes, em área que era floresta, mas que foi desmatada. Para o primeiro período de compromisso, as atividades de reflorestamento ficaram limitadas às áreas que já não eram floresta desde 31 de dezembro de 1989. Ou seja, áreas que em 31 de dezembro de 1989 tinham florestas não são elegíveis, mesmo que, após esta data, essas áreas tenham sido desmatadas.
- **Reservatórios de carbono** – biomassa acima do solo, abaixo do solo, lитеira, madeira morta e carbono orgânico do solo.

Já que o Brasil apresenta forte vocação florestal, com grande extensão territorial localizada na zona tropical, acredita-se que o País, juntamente com a Índia e a China, tenha grande potencial para os investimentos em projetos florestais. Entretanto, a exclusão das atividades de conservação e de manejo florestal do MDL, a característica de temporariedade (não-permanência) das RCEs geradas, aliada às exigências de adicionalidade de difícil contabilização, leva a um quadro de menor competitividade dos projetos MDL florestais no Brasil em face de projetos MDL do setor energético, de aterros sanitários e de processos industriais (YU, 2004). Além disso, a dificuldade de formatação dos projetos florestais aos procedimentos exigidos para que possam concorrer à captação de recursos no âmbito do MDL levou a um atraso significativo no desenvolvimento dessa modalidade de projeto em comparação àqueles relacionados à redução das emissões de GEEs.

Critérios de elegibilidade de um projeto florestal

Um projeto florestal no âmbito do MDL, como também é exigido para os demais projetos, deve ser elaborado de acordo com certos

princípios, destacando-se: a implementação das atividades previstas deve contribuir para a conservação da biodiversidade e o uso sustentável dos recursos naturais; as metodologias utilizadas devem ser consistentes ao longo do tempo para determinação das estimativas de remoção do CO₂ atmosférico e de monitoramento; e as atividades devem ser baseadas em sólido conhecimento científico (UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE, 1998). Além disso, as etapas anteriormente descritas como exigência para a realização de um projeto no âmbito do MDL são igualmente válidas para atividades de florestamento e reflorestamento. Para Krug (2007), particularmente para os países detentores de florestas tropicais, essas definições são bastante restritivas. Além disso, áreas em regeneração poderiam ser consideradas com potencial florestal, limitando ainda mais a implantação de projetos florestais nos trópicos.

O período de obtenção de créditos em projetos florestais poderá ser de:

- **Máximo de 20 anos** – pode ser renovado até duas vezes, desde que, para cada renovação, uma EOD determine e informe ao Conselho Executivo que a linha de base original do projeto continua válida ou foi atualizada.
- **Máximo de 30 anos** – sem período de renovação.

Para contornar a questão da não-permanência, associada aos projetos MDL florestais, foram definidos dois tipos de RCEs:

- **Redução Certificada de Emissão Temporária (tRCE)** – válida até o final do período de compromisso subsequente àquele em que tenham sido emitidas (o primeiro período de compromisso vai de 2008 até 2012). A Parte Anexo I que utilizar tRCEs deve realizar a substituição desses créditos no período de compromisso subsequente.
- **Redução Certificada de Emissão de Longo Prazo (IRCE)** – válida até o final do período de obtenção de créditos, isto é, máximo de 20 anos com até duas renovações ou 30 anos (Decisão 19/COP-9).

O valor a ser pago pelas RCEs obtidas de projetos MDL está relacionado com as incertezas que este apresenta. Assim, quanto maior a incerteza de um projeto, menor será o valor a ser pago pelos créditos gerados. Em um projeto florestal, as incertezas quanto à permanência do carbono são maiores. Por esse motivo, esses projetos partem de um valor médio da tonelada de carbono mais baixo comparativamente aos não florestais.

Para que possa se beneficiar dos procedimentos simplificados de projetos de pequena escala, a proposta a ser submetida deverá gerar remoções líquidas inferiores a oito quilotoneladas de CO₂ equivalente por ano, e as atividades deverão ser executadas por comunidades de baixa renda (Decisão 14/COP-10).

Metodologias florestais aprovadas

As metodologias de linha de base e de monitoramento a serem utilizadas em um projeto de MDL necessitam ser aprovadas pelo Conselho Executivo do MDL, antes da elaboração do DCP. Aquelas já aprovadas são de livre acesso e podem ser utilizadas por qualquer novo projeto.

Os seguintes projetos propostos no âmbito do MDL, envolvendo atividades de florestamento/reflorestamento possuem suas metodologias aprovadas:

- Reflorestamento otimizado na gestão da Bacia Hidrográfica de Guangxi, Rio Pérola, China.
- Conservação do solo em Moldávia.
- Regeneração natural monitorada em terras degradadas na Albânia.
- Reflorestamento no Parque Nacional do Pico Bonito, Honduras.
- Reflorestamento como fonte renovável para o suprimento de madeira para uso industrial no Brasil (Projeto PLANTAR S/A).

- Florestamento no combate à desertificação em Aohan County, Norte da China.
- Conservação do carbono e reflorestamento do corredor Choco-Manabi (Equador).
- Reflorestamento de áreas degradadas para a produção sustentável de madeira na costa oriental da República Democrática de Madagascar.
- Projeto de reflorestamento de San Nicolas (Colômbia) que preconiza o florestamento/reflorestamento de áreas degradadas para o estabelecimento de atividades silvipastoris.
- Projeto de florestamento/reflorestamento às margens da represa da usina hidrelétrica do Rio Tietê (Projeto AES-Tietê).

Um projeto já registrado que propõe atividades de reflorestamento, no âmbito do MDL, prevê a recuperação de áreas degradadas na Bacia do Rio Pérola na China. Envolve o plantio de 4 mil ha com espécies arbóreas nativas e de eucalipto, resultando na remoção de 25.795 toneladas métricas de CO₂ equivalente por ano, contabilizados a partir da biomassa estocada acima e abaixo do solo. O projeto foi registrado em novembro de 2006, e as RCEs serão válidas até março de 2036.

Considerações sobre projetos florestais não-MDL

A complexidade envolvida na elaboração de metodologias aceitáveis pelo Conselho Executivo do MDL e os respectivos custos de monitoramento, associados à validação dos benefícios adicionais, além do excesso de controles necessários para a viabilização da emissão das RCEs que elevam demasiadamente os custos de transação de projetos florestais executados no âmbito do MDL, têm levado ao desenvolvimento de um mercado de carbono paralelo àquele estabelecido segundo as regras do Protocolo de Kyoto. Os quatro principais mercados de licenças de emissão

são o da União Européia, responsável pela maior parte das transações; do Reino Unido; do New South Wales, na Austrália e o da Bolsa de Chicago para o mercado de carbono (Chicago Climate Exchange - CCX). O Esquema de Trocas do Reino Unido é um sistema voluntário, no qual os participantes comprometem-se a adotar limitações nos níveis de emissão em troca de descontos no imposto sobre o consumo de energia. No Esquema de Trocas da União Européia, as atividades de redução e o controle de emissões são coordenados segundo as regras do Protocolo de Kyoto. Empresas norte-americanas não podem negociar RCEs enquanto os Estados Unidos não forem signatários do Protocolo de Kyoto. Por sua vez, a CCX admite projetos com ou sem aprovação do Conselho Executivo do MDL e funciona à semelhança de uma bolsa de valores, na qual os projetos circulam livremente, podendo ser adquiridos por investidores ou por empresas com metas de redução.

Estima-se que, em 2006, o mercado mundial de créditos de carbono tenha movimentado cerca de 3 bilhões de dólares (SCHEIDT, 2007). O mercado de carbono paralelo, já em 2004, comercializou cerca de 107 milhões de toneladas métricas de carbono ($mtCO_2$). Aproximadamente 60 % dos compradores foram da União Européia, 21 % do Japão e 4 % do Canadá (SARMIENTO GUTIERREZ, 2005). O preço da $mtCO_2$, no mercado paralelo de carbono, variou entre 3,00 dólares e 7,00 dólares, muito inferior ao preço vigente para a comercialização de RCEs que, em abril de 2005, alcançou o preço de 17 euros por tonelada. Desde a sua criação, em 2003, a CCX já negociou cerca de 50 milhões de dólares em créditos de carbono e conta com mais de 200 membros, incluindo organizações não governamentais, grandes empresas, como a Ford e a DuPont, cidades e estados dos EUA. Com a ajuda da bolsa, os membros reduziram suas emissões em 11 % em 2005 (BUSCATO, 2007).

Os projetos de florestamento/reflorestamento recebem grande parte do fluxo de investimentos, provenientes de mecanismos alternativos ao Protocolo de Kyoto, em razão dos elevados custos de transação e da

maior complexidade das metodologias a serem empregadas para a implementação desses projetos no âmbito do MDL. Tais mercados voluntários englobam cerca de 60 % do total de projetos florestais, contra 25 % de projetos voltados para o setor energético (PESKETT et al., 2007). Um exemplo é o Programa Internacional de Pequenos Grupos Plantadores de Árvores, criado desde 1998 e que conta, atualmente, com mais de 25 mil agricultores da Tanzânia, Uganda Quênia e Índia. O projeto de reflorestamento prevê a geração de renda extra para pequenos produtores, mediante venda de créditos de carbono em mercados voluntários.

Os primeiros projetos elaborados no Brasil visando à obtenção de créditos de carbono foram:

- Reflorestamento Para Seqüestro de Carbono, em execução pela Office National des Forêts da França, por parte da Peugeot-Citroën, no noroeste do Mato Grosso.
- Ação Contra o Aquecimento, desenvolvida pela Sociedade de Proteção à Vida Silvestre (SPVS), em Guarapeçaba, PR, com recursos da Central & Southwest Corp.
- Seqüestro de Carbono da Ilha do Bananal, no Estado de Tocantins, coordenado pela ONG Ecológica, com recursos da fundação britânica AES-Barry.
- Projeto da empresa PLANTAR S.A. que executa seu próprio projeto por meio do Fundo Protótipo do Carbono (PCF), do Banco Mundial.

Destes, apenas o projeto da empresa PLANTAR apresenta sua metodologia aprovada pelo Conselho Executivo do MDL e foi também o primeiro projeto brasileiro de mitigação de GEEs aprovado pelo Banco Mundial. O objetivo geral do projeto é reduzir as emissões de GEEs por meio do estabelecimento de plantios sustentáveis de florestas de eucalipto, para suprir o uso de carvão vegetal na produção de ferro primário, em

substituição ao coque de carvão mineral ou biomassa não-renovável. O projeto pretende, após 28 anos, retirar mais de 12 milhões de toneladas de CO₂ da atmosfera, incluindo o reflorestamento de 23.100 ha e a geração de 1.200 empregos.

No Brasil, foi criado, em 2004, o Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE), objetivando organizar um mercado de créditos de carbono no País, implementado pela Bolsa de Mercadorias e Futuros (BM&F) de São Paulo, em convênio com o Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior.

A empresa Suzano Papel e Celulose realizou, em fevereiro de 2007, a venda de 20 mil toneladas de carbono na CCX. Os créditos foram gerados de um projeto que envolve o plantio de 40 mil hectares de eucalipto e renderam 80 mil dólares à empresa.

Perspectivas do MDL florestal para o Cerrado

Os projetos florestais muitas vezes são limitados por restrições de capital e falta de mecanismos de financiamento de longo prazo. Nesse aspecto, a prevenção à expansão da fronteira agrícola no Cerrado pela execução de projetos florestais de manejo sustentável em áreas já desmatadas poderia, além de reduzir o impacto das emissões de GEEs resultantes de novos desmatamentos, limitar a exploração predatória das áreas nativas que gera oferta de carvão e madeira de baixo custo, sem que haja investimento de reposição por parte do explorador. A extração sustentável de madeira requer investimentos em terra, auditorias, encargos fiscais e pagamento de concessões cujos custos podem ser maiores do que os benefícios da redução de perdas e crescimento da fitomassa. Tais custos poderiam ser contrabalançados por ganhos advindos da comercialização de créditos no âmbito do MDL (SEROA DA MOTTA, 2001).

O Cerrado, embora já tenha perdido parte considerável da sua área nativa em razão do desmatamento e de sofrer intensa pressão quanto ao uso da terra pela agropecuária, ainda detém importantes reservas de recursos naturais. Uma maneira de frear o desmatamento das áreas remanescentes seria a utilização de áreas desmatadas em projetos florestais associadas à possibilidade de comercializar créditos de carbono abrindo, assim, melhores perspectivas para o desenvolvimento do Cerrado e aumentando o retorno dos investimentos financeiros no setor florestal, um dos principais obstáculos à sua expansão.

Algumas das principais barreiras para projetos florestais a serem implementados no Cerrado e que poderiam ser amenizadas com o aporte financeiro adicional ou com a visibilidade institucional do MDL são:

- **Condições de sítio:** no Cerrado, a baixa fertilidade natural dos solos, aliada à alta acidez e à saturação por alumínio demanda elevados investimentos em práticas corretivas, muitas vezes incompatíveis com o retorno econômico esperado da exploração florestal, para que possam entrar em produção.
- **Condições logísticas:** dificuldade de acesso às áreas de plantio, infra-estrutura precária, falta de mão-de-obra local e isolamento dos grandes centros produtores de determinadas áreas do Cerrado.
- **Barreiras institucionais:** determinações de política interna podem vir a ser implementadas para os plantios florestais no Cerrado por causa dos benefícios oriundos do MDL.
- **Pressão da sociedade:** a posição de determinados grupos, contrários ao plantio de florestas em larga escala, poderá ser alterada pela comprovada contribuição dos projetos de MDL ao desenvolvimento sustentável regional. O temor quanto à expansão indiscriminada da fronteira agrícola no Cerrado, resultando na conversão das áreas nativas ainda existentes em sistemas intensivos de produção, poderia ser freado

pela adoção de atividades de exploração mais diversificadas que incluísssem várias espécies e arranjos produtivos no âmbito do MDL, estimulando uma ocupação ecologicamente correta, socialmente justa, além de economicamente viável.

Uma opção viável para o Cerrado seria a mobilização de vários segmentos, envolvidos em parcerias estratégicas, para promover a inclusão de pequenos agricultores em sistemas agroflorestais sustentáveis. O que seria feito à semelhança de projetos internacionais voltados à recuperação de áreas degradadas, desenvolvidos em outros países em desenvolvimento e financiados por mecanismos do mercado voluntário de carbono, mais flexíveis e com menor nível de exigência, comparativamente às regras estabelecidas no Protocolo de Kyoto.

Existe a perspectiva da inclusão de atividades de conservação e de preservação florestal nas negociações para os novos períodos de compromisso (pós-2012). Ressalta-se, todavia, que as regras adotadas pela CIMGC para a definição dos limites mínimos de floresta (formações vegetais com uma cobertura mínima de 30 % e altura das árvores acima de 5 metros, ocupando pelo menos 1 hectare), nas atividades a serem realizadas no âmbito do MDL, restringem as áreas elegíveis no Cerrado, dadas as características inerentes às formações savânicas predominantes na região. Mesmo assim, abrir-se-iam oportunidades de incentivo para a conservação de áreas nativas do Cerrado com fitofisionimias florestais e que ainda não foram desmatadas.

A recuperação e o enriquecimento da cobertura florestal em Áreas de Preservação Permanente (PPA) e Reserva Legal que se encontram desmatadas e o desenvolvimento sustentável de sistemas agroflorestais e de produtos florestais não madeireiros já podem ser estimulados mediante a elaboração de projetos para o mercado de carbono. Na Tabela 1, foram listadas algumas espécies nativas do Cerrado passíveis de serem utilizadas em projetos florestais, no âmbito do MDL, sendo indicadas algumas alternativas suplementares de uso.

Tabela 1. Espécies do Cerrado com potencial de utilização em projetos florestais no âmbito do MDL.

Nome científico	Nome comum	Uso potencial	Altura potencial
<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd	macaúba	Alimentício, artesanal, forrageiro, ornamental, oleaginoso, melífero	20 m
<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers	pau-marfim	Conticífero, madeireiro, medicinal, tintorial	12 m
<i>Albertia edulis</i> (A. Rich.) L. Rich.	marmelada-de-bezerrão	Alimentício, ornamental, medicinal	8 m
<i>Amburana cearensis</i> (Fr. Allem.) A.C.Smith	amburana	Aromático, madeireiro, medicinal	8 m a 20 m
<i>Anadenanthera falcata</i> (Benth.) Speg.	angico, angico-do-cerrado	Madeireiro, medicinal, ornamental, tanífero	35 m
<i>Annona crassiflora</i> Mart.	araticum	Alimentício, medicinal	8 m
<i>Apiba tibourbou</i> Aubl.	embira-branca, pau-de-jangada	Artesanal, madeireiro, medicinal, ornamental	25 m
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vog.) Macbr.	amareláo, amarelinho, garapa	Madeireiro, medicinal, ornamental, tanífero	25 m
<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart.	guatambu, peroba	Artesanal, madeireiro, melífero	15 m
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	aoeira-do-campo, gongalo-alves	Resinífero, madeireiro, medicinal, ornamental, tanífero	30 m
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth.	paricarana, sucupira-preta	Madeireiro, medicinal, melífero, ornamental	20 m
<i>Callisthene major</i> Mart.	pau-terra-do-malo, tapicuru	Madeireiro, medicinal, ornamental, tanífero	20 m
<i>Calophyllum brasiliense</i> Camb.	guanambi, guanandi-carvalho, landim, pau-sândalo	Madeireiro, medicinal, melífero, ornamental, resinífero	15 m

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Nome científico	Nome comum	Uso potencial	Altura potencial
<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	jequitibá	Madeireiro, medicinal, ornamental, tanífero	40 m
<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.	pequi	Alimentício, medicinal, melífero, oleaginoso	7 m
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	caroba, enva-de-teiú, guaçatonga, pilomba-de-folha-miúda	Madeireiro, medicinal	10 m
<i>Cassia ferruginea</i> Schrad. ex DC.	canafistula	Madeireiro, medicinal, ornamental, tanífero	10 m
<i>Cedrela odorata</i> Linn.	cedro, cedro-rosa	Aromático, madeireiro, medicinal, ornamental, tanífero, resinférero	20 m
<i>Centrolobium tomentosum</i> Guill. ex Benth.	aranibá, arinbá, canijó	Madeireiro, medicinal, ornamental, tanífero	20 m
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	copaíba	Madeireiro, medicinal, melífero, ornamental, tintorial, oleaginoso, resinférero	35 m
<i>Curatella americana</i> Linn.	caimbé, lixa, lixeira, marajoara	Madeireiro, medicinal, melífero, ornamental, tanífero	8 m
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	cabiuna-do-cerrado, jacarandá-do-cerrado	Artesanal, madeireiro, ornamental, tintorial	12 m
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	barbatimão-falso, barbatimão-de-folha-miúda, faveira	Forrageiro, medicinal, ornamental, tanífero	15 m
<i>Dipteryx alata</i> Vog.	baru	Alimentício, forrageiro, madeireiro, medicinal, melífero, ornamental, oleaginoso, tanífero	15 m

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Nome científico	Nome comum	Uso potencial	Altura potencial
<i>Emmottia nitens</i> Miers	aderno, carvalho, faia, limão-do-mato	Madeireiro, ornamental	12 m
<i>Eriotheca pubescens</i> (Mart. ex Zucc.) Schott & Endler	paineira	Artesanal, melfífero, ornamental, produtora de fibra	10 m
<i>Eugenia dysenterica</i> Mart. ex DC.	cagaita	Alimentício, medicinal, melfífero, tanífero, ornamental	10 m
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lamb.	mutambá	Artesanal, alimentício, cosmético, madeireiro, medicinal, ornamental, tintorial, produtora de fibra	10 m
<i>Hancornia speciosa</i> Gomez	mangaba	Alimentício, medicinal, ornamental, laticífero	7 m
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	jatobá	Alimentício, indústria de verniz, madeireiro, medicinal, tintorial	10 m
<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	ingá	Alimentício, ornamental	10 m
<i>Klehmeyera coriacea</i> (Spr.) Mart.	folha-santa, pau-santo	Corticífero, melfífero, ornamental, tintorial	8 m
<i>Lammania lomentosa</i> (Cambess.) O. Kuntze	piquirana	Madeireiro, medicinal, ornamental, tanífero	15 m
<i>Luehea paniculata</i> Mart.	açoita-cavalo, estiveira	Madeireiro, medicinal, melfífero, ornamental, tanífero, tintorial	10 m

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Nome científico	Nome comum	Uso potencial	Altura potencial
<i>Machaerium acutifolium</i> Vog.	guaximbé, jacarandá-muchiba, jacarandá-do-campo	Madeireiro, medicinal, ornamental	10 m
<i>Magonia pubescens</i> A. St. Hil.	cuilé, mata-peixe, timbó, tingui	Artesanal, madeireiro, mellífero, ornamental, toxicóforo, oleaginoso, tanífero	10 m
<i>Mauritia flexuosa</i> Linn. f.	buriti	Alimentício, artesanal, medicinal, ornamental, oleaginoso, tanífero	15 m
<i>Melanoxylon braunii</i> Schott	braúna, garaúna, ibiráuva	Madeireiro, medicinal, ornamental, tanífero, tintorial	20 m
<i>Mimosa lacticifera</i> Rizzini & Mattos Filho	sabiá	Madeireiro, ornamental, latífero	7 m
<i>Myracrodruon urundeuva</i> (Engler) Fr. Allem.	aoeira, aroeira-preta	Madeireiro, medicinal, ornamental, tanífero, mellífero	25 m
<i>Myroxylon perufiferum</i> Lim. f.	bálsamo, pau-de-bálsamo	Madeireiro, medicinal, ornamental, aromático, tanífero	20 m
<i>Ormosia fastigiata</i> Tul.	olho-de-cabra, tento	Artesanal, madeireiro, tintorial, tanífero	20 m
<i>Physocalymma scaberrimum</i> Pohl	pau-rosa	Madeireiro, ornamental	15 m
<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	candeia, oiteira, vinhático	Artesanal, madeireiro, ornamental, tintorial	10 m
<i>Platycyamus regnelli</i> Benth.	angelim-rosa, boleiro	Madeireiro, medicinal, ornamental	25 m

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Nome científico	Nome comum	Uso potencial	Altura potencial
<i>Platypodium elegans</i> Vog.	canzileiro, jacarandá-branco	Madeireiro, ornamental	20 m
<i>Pouteria ramiflora</i> Radlk.	curriola, guapeva	Alimentício, madeireiro, ornamental	8 m
<i>Pseudobombax longiflorum</i> (Mart. & Zucc.) A. Robyns	imbiruçu	Artesanal, ornamental, produtor de fibra	15 m
<i>Pterodon emarginatus</i> Vog.	sucupira-branca	Madeireiro, medicinal, melífero, ornamental	15 m
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	pau-terra-de-folha-larga	Artesanal, madeireiro, medicinal, ornamental, tintorial	30 m
<i>Salacia crassifolia</i> (Mart.) Peyr.	bacupari, saputá	Alimentício, artesanal	6 m
<i>Salvertia convallariaeodora</i> A. St. Hil.	capotião, pau-de-arara	Artesanal, madeireiro, medicinal, ornamental	12 m
<i>Schefflera macrocarpa</i> C. & S.	mandioca, verga-d'anta	Melífero, ornamental	10 m
<i>Sclerobium paniculatum</i> var. <i>subvelutinum</i> Vog.	carvoeiro	Madeireiro, melífero, tintorial	10 m
<i>Sterculia striata</i> A. St. Hil.	chichá-do-cerrado, xixá	Alimentício, madeireiro, ornamental, tanífero	25 m
<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	laranjinha-do-cerrado	Aromático, forrageiro, melífero	15 m

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Nome científico	Nome comum	Uso potencial	Altura potencial
<i>Symplocos crenata</i> (Vell.) Mattos	congonha-de-caixeta, sete-sangrias	coticífero, tintorial, alimentício	6 m
<i>Tabebebia aurea</i> (Mart.) Bur.	ipê-amarelo	Madeireiro, medicinal, melífero, ornamental, tintorial	10 m
<i>Talauma ovata</i> A. St. Hil.	araticum-do-brejo, pinha-do-brejo, magnólia-do-brejo	Aromático, madeireiro, medicinal, ornamental, melífero, tanífero	20 m
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	pau-pereira, pau-pombo, peito-de-pombo	Madeireiro, melífero, ornamental	15 m
<i>Terminalia fagifolia</i> Mart. & Zucc.	capitão, mirindiba, pau-de-bicho	Artesanal, madeireiro, medicinal, melífero, ornamental, tanífero	10 m
<i>Vitrola sebifera</i> Aubl.	ucuuba, bicúiba	Madeireiro, medicinal, ornamental, oleaginoso, tanífero	30 m
<i>Vochysia thyrsoides</i> Pohl	gomeira, pau-d'água	Artesanal, corticeiro, ornamental, laticífero	18 m
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	pimenta-de-bugre, pimenta-de-macaco	Alimentício, aromático, medicinal, ornamental, condimentar, resinífero, produtor de fibra	8 m

Fonte: Almeida et al., 1998.

Referências

- ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: espécies vegetais úteis.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 1998. 464 p.
- BRASIL. Resolução nº 2, de 10 de agosto de 2005. Altera a Resolução nº 1 de 11 de setembro de 2003, que estabelece os procedimentos para aprovação das atividades de projeto no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo do Protocolo de Quioto, aprova os procedimentos para as atividades de projetos de florestamento e reflorestamento no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo do Protocolo de Quioto e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 27 set. 2005. Seção 1.
- BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Inventário de emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal.** (Comunicação inicial do Brasil, 2). Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0004/4199.pdf>. Acesso em: 6 dez. 2007a.
- BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Status atual das atividades de projeto no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no Brasil e no mundo.** Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0021/21560.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2007b.
- BUSCATO, M. **Meu negócio é fumaça.** Disponível em: <<http://www.fazenda.gov.br/resenhaeletronica/MostraMateria.asp?page=&cod=329161>>. Acesso em: 22 maio 2007.
- CAMPOS, C. P. **A conservação das florestas no Brasil, mudança do clima e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo do Protocolo de Quioto.** 2001. 169 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- CHANG, M. Seqüestro de carbono florestal: oportunidades e riscos para o Brasil. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, n. 102, p. 85-101, 2002.
- CLEAN DEVELOPMENT MECHANISM. **Distribution of registered project activities by scope.** Disponível em: <<http://cdm.unfccc.int/Statistics/Registration/RegisteredProjByScopePieChart.html>>. Acesso em: 13 maio 2008.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2001: synthesis report: contribution of working group I, II and III to the third assessment report of the IPCC.** New York: Cambridge University Press, 2001.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2007: synthesis report: contribution of working group I, II and III to the fourth assessment**

report of the IPCC. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-syr.htm>>. Acesso em: 6 dez. 2007.

KOSKELA, J.; NYGREN, P.; BERNINGER, F.; LUUKKANEN, O. **Implications of the Kyoto Protocol for forest management and land use:** prospects and pitfalls. Disponível em: <<http://www.mm.helsinki.fi/mmeko/vitri/research/publications/kyoto.htm>>. Acesso em: 25 abr. 2007.

KRUG, T. **Modalidades e procedimentos para atividades de projeto de florestamento e reflorestamento no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo:** uma síntese. Disponível em: <<http://sigam.ambiente.sp.gov.br/Sigam2/Repositorio/126/Documentos/10%20-%20Texto%20Krug.pdf>>. Acesso em: 18 maio 2007.

NISHI, M. H. **O MDL e o atendimento aos critérios de elegibilidade e indicadores de sustentabilidade por diferentes atividades florestais.** 2003. 66 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

PESKETT, L.; LUTTRELL, C.; BROWN, D. **Making voluntary carbon markets work better for the poor:** the case of forestry offsets. Disponível em: <<http://www.odi.org.uk/fpeg/publications/policybriefs/forestrybriefings/ODI%20Forestry%20Briefing%2011.pdf>>. Acesso em: 17 jul. 2007.

RENNER, R. M. **Seqüestro de carbono e a viabilização de novos reflorestamentos no Brasil.** 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

ROCHA, M. T. **Curso metodologias de linha de base e de monitoramento para projetos de reflorestamento/florestamento no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo.** Nazaré Paulista, 6 a 9 de setembro de 2007. Apostila.

SARMIENTO GUTIERREZ, M. B. G. P. O mercado de carbono e o MDL. In: JORNADAS DE REGULAÇÃO, 2., 2005, Rio de Janeiro. **Marcos regulatórios no Brasil.** Rio de Janeiro: IPEA, 2005.

SCHEIDT, P. **Especialistas discutem se MDL é subsídio ou barreira.** Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br/noticias/index.php3?action=ler&id=30426>>. Acesso em: 23 abr. 2007.

SCHULZE, E. D.; WIRTH, C.; HEIMANN, M. Old growth forest may store much more carbon than plantations in any observed rotations. **Science**, v. 289, p. 2059, 2000.

SEROA DA MOTTA, R.; FERRAZ, C. Estimating timber depreciation in the Brazilian Amazon. **Environment and Development Economics**, v. 5, n. 1/2, p. 129-142, 2000.

SEROA DA MOTTA, R.; FERRAZ, C.; YOUNG, C. E. F.; AUSTIN, D.; FAETH, P. **O mecanismo de desenvolvimento limpo e o financiamento do desenvolvimento sustentável no Brasil**. Rio de Janeiro: IPEA, 2000. 51 p.

SEROA DA MOTTA, R. As oportunidades brasileiras com o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. In: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Causas e dinâmica do desmatamento na Amazônia**. Brasília, 2001. p. 397-425.

TOTTEN, M. **Getting it right: emerging markets for storing carbon in forests**. Washington: Forest Trends and World Resources Institute, 2000.

TSUKAMOTO FILHO, A. A. **Fixação de carbono em um sistema agroflorestal com eucalipto na região do Cerrado de Minas Gerais**. 2003. 111 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE - UNFCCC. **Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change**. [S.I.]: United Nations, 1998. Disponível em: <<http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>>. Acesso em: 6 dez. 2007.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE - UNFCCC. **Protocolo de Quioto**. 2. ed. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 1997. 34 p.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE - UNFCCC. **List of Annex I Parties to the Convention**. Disponível em: <http://unfccc.int/parties_and_observers/parties/annex_i/items/2774.php>. Acesso em: 6 dez. 2007a.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE - UNFCCC. **List of Non-Annex I Parties to the Convention**. Disponível em: <http://unfccc.int/parties_and_observers/parties/non_annex_i/items/2833.php>. Acesso em: 6 dez. 2007b.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE - UNFCCC. **National greenhouse gas inventory data for the period 1990-2005**. Disponível em: <<http://unfccc.int/resource/docs/2007/sbi/eng/30.pdf>>. Acesso em: 11 dez. 2007c.

VIANA, V. M.; MAY, P.; LAGO, L.; DUBOIS, O.; GRIEG-GRAN, M. **Instrumentos para o manejo sustentável do setor florestal privado no Brasil**: uma análise das necessidades, desafios e oportunidades para o manejo de florestas naturais e plantações florestais de pequena escala. Londres: International Institute for Environment and Development, 2002. 92 p.

YU, C. M. Seqüestro de carbono no Brasil: dimensões políticas, socioeconômicas e ecológicas. In: SANQUETA, C. R.; BALBINOT, R.; ZILIOOTTO, M. A. (Ed.). **Fixação de carbono: atualidades, projetos e pesquisas**. Curitiba: UFPR, 2004. p. 1-24.

Siglário

AND – Autoridade Nacional Designada

CIMGC – Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima

COP – Conferência das Partes

CCX – Bolsa de Chicago para o mercado de carbono

DCP – Documento de Concepção do Projeto

EOD – Entidade Operacional Designada

GEEs – Gases de Efeito Estufa

IPCC – Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima

LULUCF – Atividades de Uso da Terra, Mudança no Uso da Terra e Florestas

MDL - Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

mtCO₂ – toneladas métricas de carbono

RCE – Unidade de Redução Certificada de Emissão (Protocolo de Kyoto)

UNFCCC – Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima

Zoneamento agroclimático

Fernando Antônio Macena da Silva; Artur Gustavo Müller;
Eduardo Delgado Assad; Balbino Antônio Evangelista

Introdução

O Bioma Cerrado é a segunda maior formação vegetal brasileira, com cerca de 2 milhões de km². Segundo Alho e Martins (1995), o Cerrado é composto de um mosaico de diferentes tipos de vegetação resultante da diversidade de solos, da topografia e da diversidade climática existente nessa extensa área.

O clima influencia tanto a composição de mosaicos paisagísticos os quais determinam as tipologias das unidades ambientais do Cerrado, como a organização e a produção do espaço geográfico. O conhecimento do comportamento das variáveis que definem o clima dessa extensa região é de grande importância para os estudos ecológicos, botânicos, fitogeográficos e, principalmente, para a produção sustentável de alimentos.

Ao longo dos últimos 40 anos, o Cerrado vem se apresentando como uma das últimas fronteiras agrícolas para se produzir alimentos visando suprir as necessidades do País e, ainda, gerar excedentes que estão contribuindo para atender a demanda de outras partes do mundo.

O aumento da produção primária ocorreu não apenas por causa do aumento da área plantada, mas também do expressivo incremento da produtividade. Isso, de certa forma, foi influenciado tanto pela topografia

bastante favorável à mecanização, pelas boas condições físicas dos solos, pelo desenvolvimento de um bem-sucedido pacote tecnológico para a produção das culturas de grãos, principalmente, soja e milho, quanto pelo clima que, com suas peculiaridades, assume papel de destaque no contexto da produção agrícola do bioma.

A Embrapa Cerrados, ao longo dos últimos 20 anos, vem realizando estudos sobre as características climáticas dessa extensa área os quais se tornaram fator estratégico para a tomada de decisão, tanto governamental quanto empresarial, e para o planejamento das atividades agrícolas que visam diminuir os prejuízos e aumentar a produção de fibras e alimentos de forma equilibrada nos diversos ambientes do Cerrado.

Desses estudos, pode-se destacar o livro intitulado *Chuva nos Cerrados: análise e espacialização*, publicado por Assad (1994). Essa obra foi o ponto de partida para melhorar o entendimento sobre as relações entre oferta pluviométrica e risco para a agricultura de sequeiro; precipitação intensa e erosão; veranicos e otimização de datas de plantio, sendo estes últimos considerados como os fatores que mais afetam a produção agrícola, pois, em razão de seu caráter aleatório, aumentam os riscos para a agricultura no bioma.

Nesse contexto, serão abordados, a seguir, os principais fatores que determinam o zoneamento do risco climático das principais culturas de grãos no Cerrado, quais sejam: (a) as características pluviométricas do bioma; (b) a ocorrência de veranicos; e (c) a definição dos riscos climáticos.

Conceitualmente, zoneamento de risco climático de culturas refere-se à classificação e à delimitação das regiões que apresentam condições climáticas homogêneas para o desenvolvimento de determinada cultura ou genótipo, bem como a definição de sua melhor época de semeadura, buscando sempre a maior produtividade e os menores riscos de redução de produtividade em razão das adversidades climáticas.

Além de características climáticas e de demandas das culturas, algumas características do solo são consideradas, pois, a disponibilidade

hídrica para as plantas é resultante do equilíbrio dinâmico desta no sistema solo-planta-atmosfera.

Neste capítulo não se tem a pretensão de esgotar esse assunto, mas fazer apenas uma análise geral e mais atualizada do método que se tornou importante instrumento de política pública e, também, ferramenta essencial para o ordenamento territorial e para avaliação das variações das condições climáticas visando manter a sustentabilidade da produção agrícola e evitar a degradação ambiental do bioma.

Precipitação

A ação conjunta dos sistemas atmosféricos que atuam na parte central do Brasil confere ao Cerrado características climáticas peculiares, com regime de chuva tipicamente tropical, com máxima no verão e mínima no inverno. Dessa forma, o bioma, em sua grande parte, apresenta duas estações bem definidas: (1) a chuvosa que se inicia entre os meses de setembro e outubro e vai até os meses de março e abril, sendo que o trimestre novembro, dezembro, janeiro é tido como o mais chuvoso, período no qual precipita, em média, entre 45 % e 55 % do total anual da precipitação e (2) a estação seca é marcada por profunda deficiência hídrica causada pela redução drástica e prolongada da oferta pluviométrica. Essa estação seca se inicia entre os meses de abril e maio e se estende até parte dos meses de setembro e outubro, caracterizando dessa maneira um período de 5 a 6 meses de deficiência hídrica climática, com padrões variáveis espacialmente entre as regiões dentro do domínio do Cerrado, conforme apresentado por Moreira (1985) e Castro et al. (1994) e refinados e ampliados para todo o território nacional por Keller Filho et al. (2005).

Essas características também podem ser comprovadas a partir da análise dos dados médios da precipitação mensal registrados durante os últimos 30 anos, na estação climatológica da Embrapa Cerrados (Tabela 1). Analisando essa tabela, fica evidenciado que o período chuvoso acontece de outubro a março e que os meses de novembro, dezembro e

janeiro são os que apresentam a maior média mensal de precipitação. Observa-se que, no trimestre mais chuvoso, o desvio-padrão é elevado e varia entre 78,2 mm e 137,8 mm. Esses altos desvios evidenciam a incerteza existente no nível de precipitação e, consequentemente, da existência de riscos de períodos de baixa precipitação durante a estação chuvosa, o que deve ser considerado e avaliado nos zoneamentos agroclimáticos. Para esse mesmo período, o coeficiente de variação oscila entre 40,8 % e 53,9 %. Para os meses secos, o desvio-padrão é menor (9,3 mm a 37,5 mm), porém, os coeficientes de variação são bem mais elevados (93,8 % a 244,4 %). De maneira geral, no Cerrado, a variabilidade relativa da precipitação é elevada durante todo o ano, sendo mais pronunciada nos meses secos. Os elevados coeficientes de variação também evidenciam a distribuição irregular das chuvas.

Tabela 1. Médias mensais da precipitação pluvial na Embrapa Cerrados (Planaltina, DF) calculadas a partir dos dados coletados entre os anos 1975 e 2001, com seus respectivos desvios-padrão e coeficientes de variação.

Mês	Média	Desvio-padrão	Coeficiente de variação
	(mm)	(mm)	(%)
Janeiro	255,4	137,8	53,9
Fevereiro	180,7	96,4	53,3
Março	224,2	116,5	51,9
Abril	93,5	49,9	53,3
Maio	26,5	28,1	106,1
Junho	5,1	9,3	184,1
Julho	5,4	13,2	244,4
Agosto	14,6	15,9	108,7
Setembro	39,9	37,5	93,8
Outubro	128,6	86,7	67,4
Novembro	191,4	78,2	40,8
Dezembro	231,5	95,9	41,4

Por causa da distribuição irregular das chuvas no Cerrado, os estudos nesse campo foram acentuando com o passar do tempo, e vários trabalhos priorizam esse fenômeno, visando, principalmente, reduzir o risco de frustração na taxa de retorno dos investimentos em decorrência das flutuações climáticas e, em consequência, obter produções agrícolas rentáveis.

Esses estudos concentraram-se, sobretudo, nos padrões de distribuição de chuva na área de domínio do Cerrado, ou seja, na definição de locais que apresentam condições pluviométricas semelhantes ao objetivo de agrupá-las convenientemente, de acordo com técnicas estatísticas apropriadas, pois, a simples média das informações não constitui um bom indicador do regime pluviométrico, fato observado por Wolf (1975).

De maneira geral, os períodos de maior sensibilidade das culturas à deficiência hídrica são os que englobam desde o período da emergência, instalação da cultura até o período de florescimento. Como um dos objetivos do zoneamento é a definição de épocas de plantio, e a disponibilidade hídrica no início do ciclo das culturas é definidora do potencial de produção, o período de início da estação chuvosa é um parâmetro importante para a realização dos zoneamentos climáticos de culturas.

Em grande parte da área do Cerrado, a estação chuvosa se inicia entre os meses setembro e outubro. Na Fig. 1 é apresentada a distribuição da precipitação pluviométrica no Cerrado no mês de setembro. Analisando essa figura, observa-se a existência de duas classes de precipitação no início da estação chuvosa: uma, variando entre 50 mm e 100 mm e ocorre na porção sul; outra entre 0 mm e 50 mm nas demais áreas da região que continuam com os mesmos índices pluviométricos registrados na estação seca.

Os meses de dezembro, janeiro e fevereiro são os mais chuvosos em grande parte do Cerrado, onde a precipitação média mensal varia entre 150 mm e 500 mm, à exceção de parte das áreas dos estados do Piauí, do

Maranhão, de Mato Grosso e do Vale do Jequitinhonha, em Minas Gerais, onde a precipitação oscila entre 0 mm e 100 mm nessa época do ano.

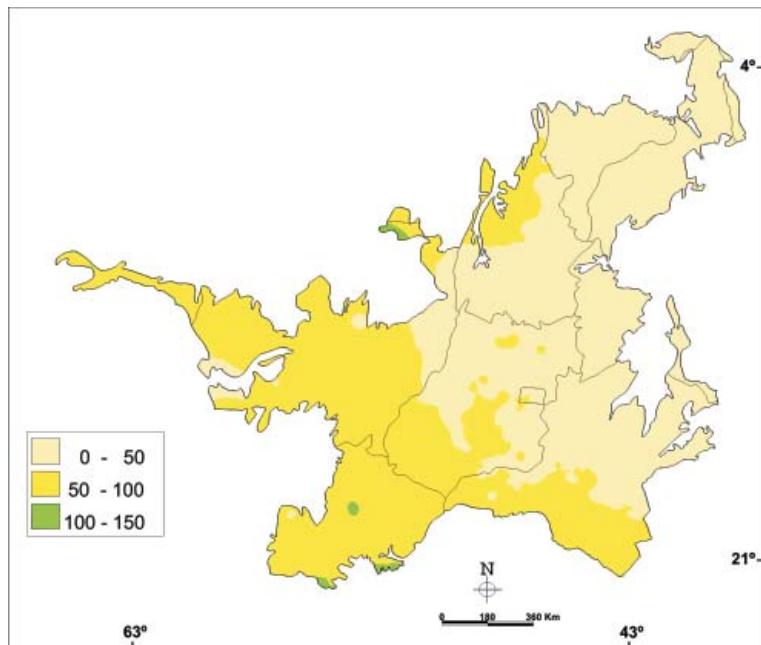


Fig. 1. Espacialização da variabilidade espacial da precipitação média (mm) do mês de setembro no Bioma Cerrado. (Método de interpolação: inverso do quadrado da distância com expoente 3).

Na Fig. 2, referente à média mensal do mês de janeiro, um dos mais chuvosos do bioma, observa-se que o padrão de distribuição do regime pluviométrico da estação chuvosa no Cerrado apresenta alta heterogeneidade espacial, onde as menores classes de precipitação podem ser observadas na faixa limítrofe com a região Semi-Árida que corresponde o sul do Piauí, sudoeste da Bahia e norte de Minas Gerais, fato esse observado por Assad (1994). Com base nessa heterogeneidade da distribuição das precipitações, estabelecem-se épocas, culturas e genótipos diferenciados entre as regiões. O zoneamento identifica essas referências, auxiliando o planejamento agrícola nos diferentes níveis do sistema produtivo e na redução da oscilação de produção.

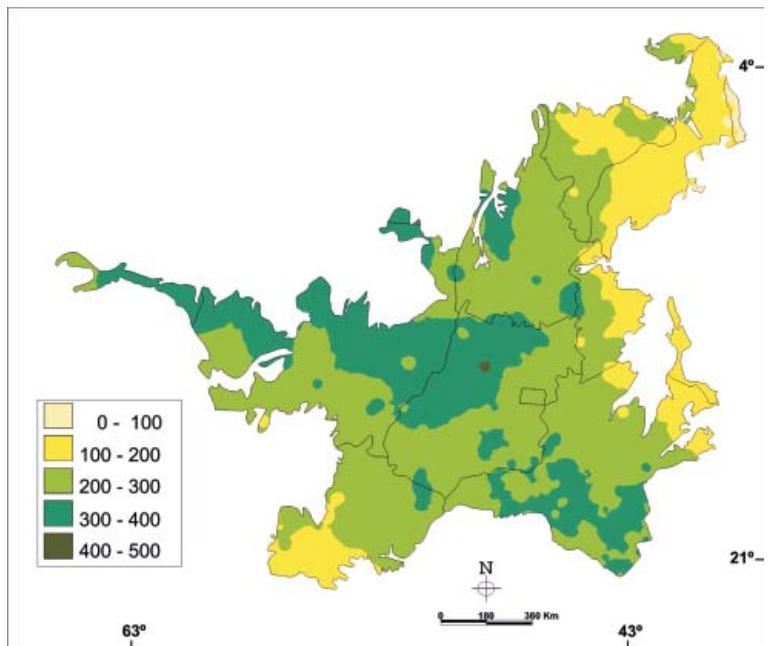


Fig. 2. Espacialização da variabilidade espacial da precipitação (mm) média do mês de janeiro no Bioma Cerrado. (Método de interpolação: inverso do quadrado da distância com expoente 3).

No que diz respeito à precipitação média anual (Fig. 3), os dados climáticos analisados indicam a ocorrência de índices entre 400 mm e 600 mm, no centro sul do Piauí e parte do Vale do Jequitinhonha, em Minas Gerais. À medida que se avança nas direções de leste para oeste, a precipitação total anual aumenta substancialmente, atingindo valores de 2.000 mm a 2.200 mm, com um pequeno núcleo no Estado de Tocantins que pode chover até 2.400 mm.

Embora os totais mensais médios de precipitação durante a estação das chuvas sejam considerados suficientes para muitas culturas, o Cerrado é afetado por períodos de estiagens durante a estação chuvosa. Esse fenômeno denominado de *veranico* não produz efeito significativo sobre a maior parte das plantas nativas do Bioma Cerrado que está perfeitamente adaptada a esse evento. Todavia, do ponto de vista agrícola, ele se

apresenta como fator responsável pela maior parte das variações interanuais de produtividade, principalmente, quando seu aparecimento ocorre na fase reprodutiva das culturas. Por isso, esse é um dos fenômenos meteorológicos mais estudados no Bioma Cerrado.

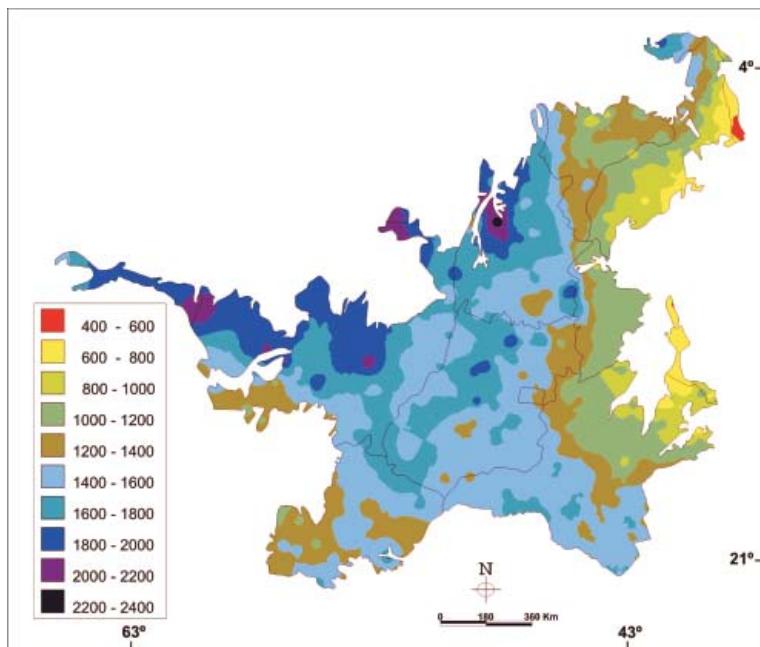


Fig. 3. Espacialização da variabilidade espacial da precipitação (mm) média anual no Bioma Cerrado. (Método de interpolação: inverso do quadrado da distância com expoente 3).

Veranicos

A atividade agrícola de sequeiro, ou seja, sem irrigação, no Cerrado, é afetada por períodos de interrupção da precipitação durante a estação chuvosa. Esse fenômeno denominado de *veranico* quando atinge as culturas em sua fase reprodutiva, adquire grande importância econômica, uma vez que sua frequente ocorrência pode reduzir a produtividade das culturas.

Além disso, observa-se, no Cerrado, má distribuição das chuvas e intensa evapotranspiração, além da baixa capacidade de retenção de água e da alta velocidade de infiltração na maioria dos solos do bioma.

A combinação concomitante desses fatores tem caracterizado a agricultura de sequeiro no Cerrado como uma atividade de alto risco. Por isso, o veranico foi identificado por vários autores (WOLF, 1975, 1977; LUCHIARI JÚNIOR; RESENDE, 1988) como fator limitante da produção agrícola, com necessidade de estudos mais detalhados.

No início, praticamente todos os trabalhos foram de caráter local, sendo assim, de abrangência limitada. O pioneiro nesse tipo de trabalho foi Wolf (1977) que identificou os períodos secos e estudou a probabilidade de ocorrência de veranicos na região de Brasília, DF.

Assad (1994) retomou os estudos sobre o tema para conhecer: o comportamento do veranico no espaço e no tempo; quais as regiões mais severamente atingidas, transformando-as em zonas de maior risco e quais as regiões atingidas de maneira mais amena, transformando-as em zonas de menor risco do ponto de vista da agricultura de sequeiro. Enfim, o autor realizou uma análise qualitativa na qual identificou as regiões atingidas e outra para identificar a amplitude e a freqüência de ocorrência desses eventos na área de abrangência do Cerrado.

Os veranicos começam a mostrar seus efeitos negativos cerca de 5 dias após a última chuva, porém, esses efeitos passam a ganhar mais importância econômica quando a duração dos períodos sem chuva ultrapassa 15 dias e quando coincide com a época de florescimento e de enchimento de grãos das principais culturas comerciais. Geralmente, no Cerrado, janeiro e fevereiro representam os meses de alto risco para essas culturas, pois, é quando coincide com a época reprodutiva das plantas fase na qual o suprimento hídrico adequado é de fundamental importância para a definição do rendimento final.

Na Fig. 4, exemplifica-se a freqüência de ocorrência de veranicos de 15 dias no mês de janeiro, na região do Cerrado, tendo como base dados pluviométricos registrados ao longo de 20 anos. Observa-se que, em grande parte dos estados do Tocantins, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, ocorreram até 2 períodos de 15 dias consecutivos sem

chuvas no mês de janeiro. Na faixa limítrofe com a região Semi-Árida que compreende o sul do Piauí, sudoeste da Bahia e norte de Minas Gerais, a freqüência observada foi maior e oscilou entre 4 e 8 veranicos. No Distrito Federal e em grande parte do Estado de Minas Gerais, foram observados até 4 períodos de 15 dias sem chuvas no mês de janeiro.

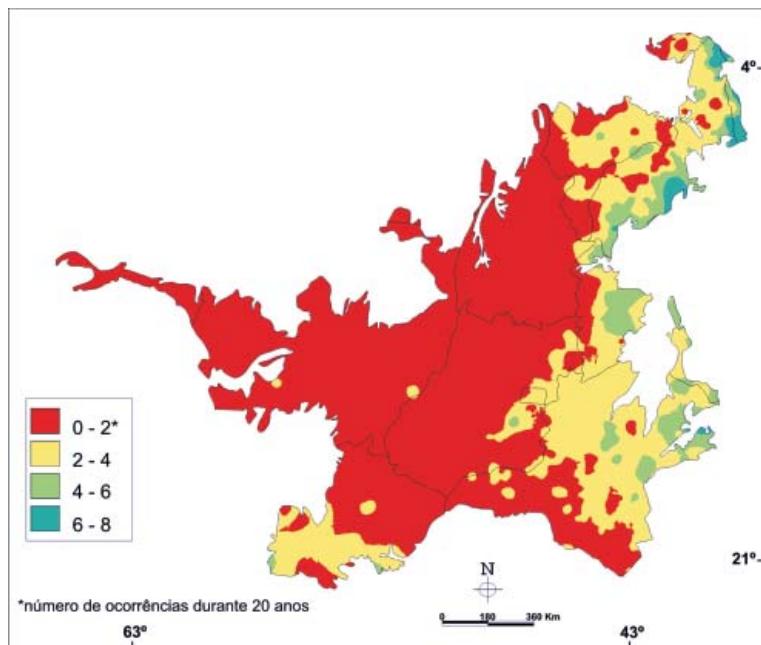


Fig. 4. Espacialização da freqüência de ocorrência de veranico de 15 dias no mês de janeiro no Bioma Cerrado, em 20 anos de dados. (Método de interpolação: inverso do quadrado da distância com expoente 3).

Na Fig. 5, ilustra-se o resultado da espacialização das classes e a ocorrência de veranicos de 15 dias de duração no mês de fevereiro. Observa-se nessa figura que, em mais de 80 % do Cerrado, é pequena a ocorrência do fenômeno, atingindo, no máximo, dois períodos de 15 dias consecutivos sem chuvas nos 20 anos de dados registrados. Assim como na Fig. 4, observa-se, nessa figura, que, na faixa limítrofe com a região Semi-Árida, a freqüência observada foi maior e oscilou entre 8 e 10 veranicos. No Distrito Federal e em grande parte do Estado de Minas

Gerais, também foram observados até 4 períodos de 15 dias sem chuvas no mês de janeiro.

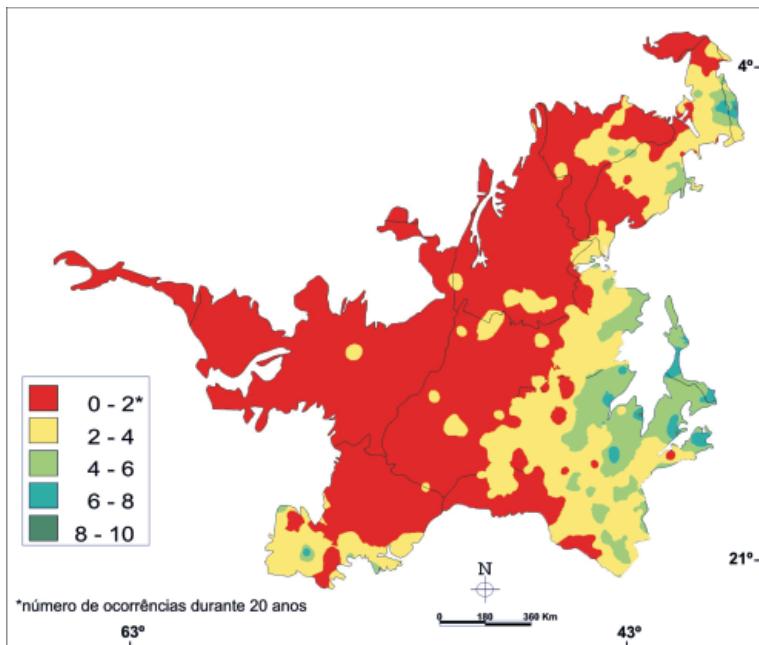


Fig. 5. Espacialização da freqüência de ocorrência de veranico de 15 dias no mês de fevereiro no Bioma Cerrado, em 20 anos de dados. (Método de interpolação: inverso do quadrado da distância com expoente 3).

Os resultados apresentados por Assad (1994) evidenciam que o veranico é um evento típico do Cerrado e que ocorre, conforme a localização, com maior ou menor freqüência e duração. É importante salientar que a redução da oferta pluviométrica, associada à baixa capacidade de retenção de água de grande parte dos solos do Cerrado, como: os Neossolos Quartzarênicos (RQ) e os Latossolos Vermelho-Amarelhos (LVA), podem levar plantas cultivadas a atingir rapidamente o ponto de murcha, reduzindo sua produtividade potencial.

Com base nesses resultados, tem-se dado maior ênfase a práticas de manejo de solo que permitem o aprofundamento do sistema radicular e o conseqüente aumento do reservatório da água explorada pelas plantas

e, concomitantemente, a seleção de espécies resistentes ao estresse hídrico como estratégias para minimizar o efeito do veranico no Cerrado.

A temperatura do ar é outro parâmetro que vem sendo utilizado em zoneamentos com o objetivo de estimar o período de dias em que ocorre a fase crítica das culturas, ou seja, o florescimento. Nesse caso, utilizam-se modelos agroclimatológicos para avaliar as variações fotoperíódicas na latitude local.

Outra tecnologia, fruto dos resultados de vários trabalhos realizados pela Embrapa e por várias instituições parceiras que também vem sendo muito utilizada para minimizar os efeitos negativos do veranico no Cerrado, é o Zoneamento de Riscos Climáticos.

As informações quanto à melhor época de plantio, considerando-se clima, principalmente, as informações pluviométricas, solo e ciclos das diferentes culturas, nos diferentes municípios do Cerrado, possibilitam que o produtor aproveite melhor o período de chuvas, reduzindo o risco de que as plantas cultivadas coincidam sua fase reprodutiva com a ocorrência de veranicos.

Desde que foi implantado em 1995, provocou, juntamente, com um bem-sucedido pacote tecnológico, aumento significativo na produção agrícola do bioma.

Nos últimos anos, pode-se afirmar que o Zoneamento de Riscos Climáticos de Culturas foi o grande marco para a agricultura do Cerrado que se estendeu para todo o País. A seguir apresenta-se um pouco da história e da importância dessa tecnologia.

Zoneamento agrícola de risco climático

Nos últimos 25 anos, houve aumento considerável do uso de modelagem em ciência agrícola com a finalidade de simular processos no sistema solo-planta-atmosfera. Esses modelos têm função muito importante na avaliação do risco climático, na estimativa dos rendimentos e na determinação do índice de estresse hídrico das culturas.

A Embrapa Cerrados vem desenvolvendo pesquisas com modelagem na área de produção agrícola desde a década de 1990, com o objetivo de avaliar a variabilidade dos rendimentos das culturas em decorrência do clima e de aperfeiçoar algumas estratégias de manejo, como melhor data de plantio e de colheita (SILVA et al., 1998; ASSAD, 1999; SILVA, 2004).

Os resultados dessas pesquisas foram transferidos para o Ministério da Agricultura e do Abastecimento (MAPA), no ano de 1996, para normatização de crédito aos produtores, mediante a criação de um programa denominado de Zoneamento Agrícola de Risco Climático.

Atualmente, o Zoneamento Agrícola é um instrumento de política agrícola e de gestão de riscos na agricultura, sob a responsabilidade da Coordenação-Geral de Zoneamento Agropecuário, subordinada ao Departamento de Gestão de Risco Rural, da Secretaria de Política Agrícola do MAPA. Esse programa tem o objetivo de indicar as melhores datas de plantio por município, correlacionadas ao ciclo da cultura e ao tipo de solo, de modo a minimizar a chance de que adversidades climáticas coincidam com a fase mais sensível das culturas.

Mais de 95 % das perdas na agricultura brasileira eram registradas como consequência de secas ou de chuvas excessivas. Como não havia um marco regulador, essas perdas eram cobertas indiscriminadamente pelo Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (Proagro) - instrumento de política agrícola instituído para que o produtor rural tivesse garantido um valor complementar para pagamento do custeio agrícola feito por ele. Isso, segundo Rossetti (1998), causava grandes prejuízos à sociedade brasileira.

Com o estabelecimento de linhas de crédito baseadas em informações climáticas, geradas pelo Zoneamento Agrícola do Risco Climático, que passou a orientar o produtor com mais precisão quanto à melhor data de plantio e de variedades adaptadas para cada região, o governo brasileiro passou a economizar, anualmente, mais de 150 milhões de reais, com a diminuição sensível dessas perdas.

Portanto, o Zoneamento Agrícola do Risco Climático tornou-se importante instrumento de política pública que, atualmente, norteia as regras do crédito agrícola nacional e, também, uma ferramenta essencial para o ordenamento territorial. Além disso, ele contribui para redução do risco de perdas de produtividade, aumentando a sustentabilidade econômica, e para a preservação ambiental, minimizando a necessidade de área para suprir a demanda de produto pelo mercado.

Esse trabalho vem sendo realizado para as principais culturas cultivadas nos estados que compõem o Cerrado brasileiro. Os zoneamentos agrícolas são publicados no Diário Oficial da União (DOU), além de serem publicados em periódicos científicos, recomendações técnicas e publicações específicas, sendo de fácil acesso para quem quiser aprofundar-se no tema. Dessa forma, por não constituir objetivo deste capítulo, é apresentado apenas um exemplo resumido do zoneamento de risco climático da cultura do arroz de sequeiro no Estado de Goiás para ilustrar a metodologia aplicada na construção dessa ferramenta de auxílio à tomada decisão.

Zoneamento de risco climático da cultura do arroz de sequeiro no Estado de Goiás

Na maioria desses estudos, tem-se usado a técnica de modelo de crescimento de planta e de balanço hídrico da cultura. Um dos simuladores mais utilizados é o modelo SARRA (Sistema de Análise Regional do Risco Agroclimático), descrito em detalhes por Franquin e Forest (1977).

Esse modelo simula o balanço hídrico das culturas com o passo de cálculo diário, a partir do conjunto de parâmetros que descreve as condições de armazenamento e a disponibilização de água pelos tipos de solo predominantes, a demanda hídrica da cultura e do clima (Fig. 6), utilizando as seguintes variáveis:

- a) Precipitação pluvial: são utilizadas séries pluviométricas com no mínimo 15 anos de dados diários registrados nos postos pluviométricos disponíveis nos estados.
- b) Evapotranspiração de referência: estimada para períodos diários e decendiais.
- c) Ciclo e fases fenológicas: são consideradas todas as cultivares perfeitamente adaptadas às condições termofotoperiódicas de cada estado. Sendo a semeadura, o crescimento, o florescimento, o enchimento de grãos e a colheita as fases fenológicas mais importantes da cultura.
- d) Coeficiente de cultura (Kc): são utilizados valores médios para períodos de dez dias determinados pela pesquisa em condições de campo para todas as culturas semeadas em condições edafoclimáticas do Cerrado (GUERRA et al., 2003).
- e) Reserva útil de água no solo: determinada para cada tipo de solo, em função da capacidade de campo, do ponto de murcha permanente e da profundidade de exploração das raízes.

Em virtude da inexistência de uma base de dados detalhada com informações sobre textura e capacidade de armazenamento de água, os solos foram agrupados em Tipo 1, Tipo 2 e Tipo 3, segundo especificação da Instrução Normativa 12, publicada no DOU de 17 de junho de 2005, Seção I, página 6, e apresentam as seguintes características:

Tipo 1 – Teor de argila maior que 10 % e menor ou igual a 15 %, com profundidade igual ou superior a 50 cm e profundidade igual ou superior a 50 cm.

Tipo 2 – Teor de argila entre 15 % e 35 % e menos de 70 % de areia, com profundidade igual ou superior a 50 cm.

Tipo 3 – teor de argila maior que 35 %, com profundidade igual ou superior a 50 cm ou solos com menos de 35 % de argila e menos de 15 % de areia (textura siltosa), com profundidade igual ou superior a 50 cm.



Fig. 6. Fluxograma de informações do balanço hídrico de cultura realizado a partir do uso de parâmetros do solo, da cultura e do clima, integrado a um Sistema Geográfico de Informações (SGI), para regionalização das informações que estabelecem o zoneamento de risco climático no Cerrado. Um exemplo para a cultura do arroz de sequeiro no Estado de Goiás.

Nesse caso, consideram-se os solos Tipo 1 como sendo de textura arenosa, o Tipo 2 de textura média e o Tipo 3 de textura argilosa, com capacidade de armazenamento de água de 30 mm (baixa), 50 mm (média) e 70 mm (alta) nos primeiros 60 cm de profundidade dos tipos de solos, respectivamente.

Com o modelo atualizado e a partir dos dados de entrada necessários, realizam-se simulações para épocas de semeadura, espaçadas de 10 dias, durante a estação chuvosa, conforme exemplo na Tabela 2.

Tabela 2. Exemplos de datas de semeadura da cultura do arroz de sequeiro de ciclo médio, utilizadas para simulação dos índices de satisfação da necessidade de água (ISNA), no Estado de Goiás.

Períodos	28	29	30	31	32	33	34	35	36	01
Dias	1 a 10	11 a 20	21 a 31	1 a 10	11 a 20	21 a 30	1 a 10	11 a 20	21 a 31	01 a 10
Meses		outubro			novembro			dezembro		janeiro

Para cada data e posto pluviométrico com registro histórico de dados de chuva, o modelo estima os índices de satisfação da necessidade de água (ISNA), definidos como a relação existente entre evapotranspiração real (ETr) e a evapotranspiração máxima da cultura (ETm), para os períodos de maior sensibilidade da cultura à seca, ou seja, o florescimento e o enchimento de grãos.

Em seguida, realiza-se a análise freqüencial dos índices de necessidade de água da cultura com probabilidade estimada em 80 %, nas fases de floração e de enchimento de grãos. Esses valores são georreferenciados em função da latitude e da longitude e, com o uso de um Sistema de Informações Geográficas (SGI), são confeccionados os mapas temáticos que representam as melhores datas de semeadura da cultura nos diferentes municípios que compõem a área de abrangência do Cerrado.

A definição das áreas de maior ou de menor risco climático é associada à ocorrência do déficit hídrico na fase de floração e de enchimento de grãos, considerada a fase mais sensível da cultura a esse déficit (PINHEIRO et al., 1985). Para isso, são estabelecidas classes de acordo com o ISNA estimado com 80 % de probabilidade.

Para a caracterização do risco climático relativo ao cultivo do arroz de sequeiro de ciclo médio no Estado de Goiás, exemplo destacado neste capítulo, foram estabelecidas três classes de ETr/ETm , definidas por Steinmetz et al. (1986):

- 1) ISNA > 0,65 – a cultura do arroz de sequeiro está exposta a baixo risco climático.
- 2) 0,65 > ISNA > 0,55 – a cultura do arroz de sequeiro está exposta a risco climático médio.
- 3) ISNA < 0,55 – a cultura do arroz de sequeiro está exposta a alto risco climático.

Para cada município, tipo de solo, cultivar e data de semeadura considerados, gera-se um mapa que representa os níveis de risco de ocorrência de deficiências nos períodos de maior sensibilidade da cultura. Ou seja, quando a semeadura é feita no período recomendado, em pelo menos 80 % dos anos simulados, existe umidade suficiente durante a fase mais sensível da cultura ao déficit hídrico que é o florescimento e o enchimento de grãos. Plantando nesse intervalo de tempo, o produtor diminui a probabilidade de perdas das lavouras em razão da ocorrência de déficit hídrico.

Levando-se em consideração o grande volume de informações geradas nesse tipo de estudo, apresentam-se, a seguir, apenas os resultados da distribuição espacial do risco climático para 5 datas de semeadura do arroz de sequeiro de ciclo médio no Estado de Goiás, considerando-se solos hipotéticos tipo 2, com capacidade de armazenar 50 mm de água nos seus primeiros 60 centímetros.

Cabe salientar que essa cultura apresenta alta sensibilidade à deficiência hídrica e que foram identificadas, apenas, zonas com alto risco climático, $ISNA < 0,65$, e zonas com baixo risco climático, $ISNA > 0,65$.

Na Fig. 7, apresenta-se a distribuição espacial do risco climático para a semeadura da cultura do arroz de sequeiro durante o primeiro decêndio do mês de outubro até o segundo decêndio do mês de novembro. Analisando essa figura, observa-se que 100 % da área do estado apresenta condições favoráveis, ou seja, de baixo risco climático para a semeadura da cultura do arroz nessa época do ano.

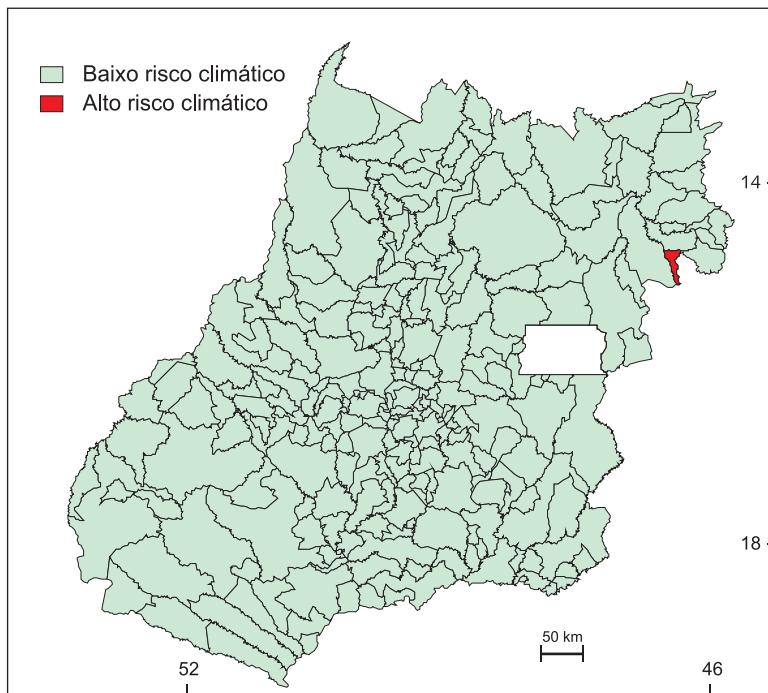


Fig. 7. Distribuição espacial da aptidão climática para a semeadura do arroz de sequeiro de ciclo médio no Estado de Goiás, durante o período de 1º de outubro a 20 de novembro, considerando-se solos hipotéticos de textura média com capacidade de armazenar 50 mm de água nos primeiros 60 cm. (Método de interpolação: inverso do quadrado da distância com expoente 3).

Como o modelo não considera a umidade inicial do solo e, em virtude da alta variabilidade espaço-temporal das chuvas no estado, a semeadura só deve ser realizada, nos períodos indicados pelo zoneamento, se o solo apresentar umidade suficiente para a germinação e o desenvolvimento inicial das plantas.

A distribuição espacial do risco climático para a semeadura no dia 21 de novembro até 10 de dezembro pode ser vista na Fig. 8. Em relação à data de semeadura anterior, nessa figura, podem-se observar alguns municípios situados a leste do Estado com condições de alto risco climático.

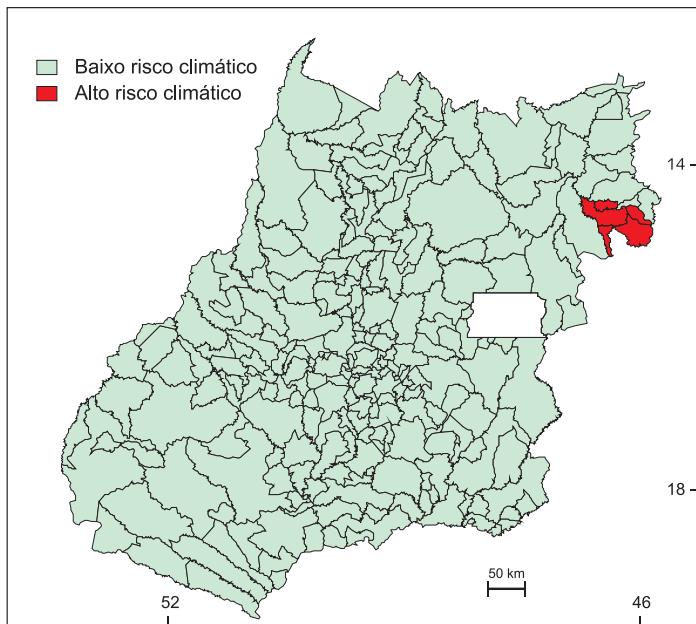


Fig. 8. Distribuição espacial da aptidão climática para a semeadura do arroz de sequeiro de ciclo médio no Estado de Goiás, durante o período de 21 de novembro a 10 de dezembro, considerando-se solos hipotéticos de textura média com capacidade de armazenar 50 mm de água nos primeiros 60 cm. (Método de interpolação: inverso do quadrado da distância com expoente 3).

Essa situação vai se agravando a partir do segundo decêndio de dezembro, quando se observa que, na mesma porção do estado, ou seja, na faixa limítrofe com o Estado da Bahia, o número de municípios que apresenta condições desfavoráveis ou alto risco climático para o plantio do arroz de sequeiro vai aumentando significativamente (Fig. 9 e 10). (Método de interpolação: inverso do quadrado da distância com expoente 3).

À medida que a data de semeadura é mais tardia, os períodos mais sensíveis da cultura ocorrem mais próximos da estação seca, principalmente, o enchimento de grãos, a oferta pluviométrica vai diminuindo no estado, e a ocorrência de veranicos vai se tornando mais freqüente, aumentando muito o risco climático de perdas de produtividade.

Fig. 9. Distribuição espacial da aptidão climática para a semeadura do arroz de sequeiro de ciclo médio no Estado de Goiás, durante o período de 11 a 20 de dezembro, considerando-se solos hipotéticos de textura média com capacidade de armazenar 50 mm de água nos primeiros 60 cm. (Método de interpolação: inverso do quadrado da distância com expoente 3).

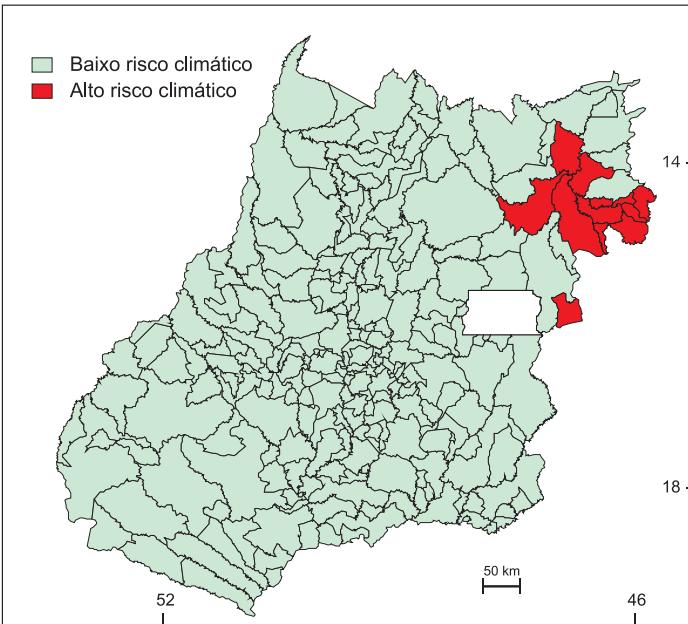
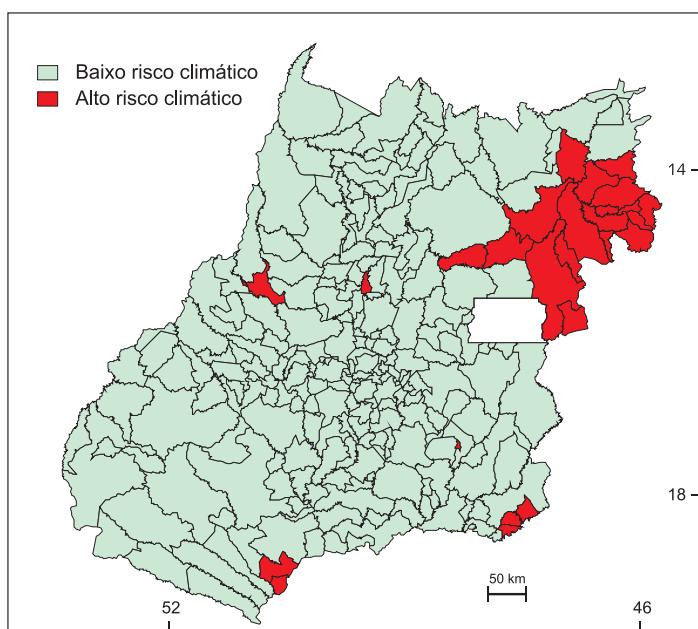


Fig. 10. Distribuição espacial da aptidão climática para a semeadura do arroz de sequeiro de ciclo médio no Estado de Goiás, durante o período de 21 a 31 de dezembro, considerando-se solos hipotéticos de textura média com capacidade de armazenar 50 mm de água nos primeiros 60 cm. (Método de interpolação: inverso do quadrado da distância com expoente 3).



Janeiro, fevereiro e março são os meses que apresentam chances elevadas de ocorrência de veranicos e, consequentemente, são os meses de maiores riscos para as culturas, pois, geralmente, essa época coincide com fase reprodutiva das plantas, na qual o suprimento hídrico adequado é de fundamental importância para a definição do rendimento final.

Portanto, a semeadura do arroz de sequeiro a partir de janeiro, no Estado de Goiás, é considerada atividade de alto risco. Isto pode ser visto na Fig. 11 que apresenta distribuição espacial do risco climático para a semeadura no período de 1º a 10 de janeiro. A partir da análise dessa figura, observa-se que pequena parte da área do estado, precisamente 42 municípios, indica condições favoráveis ou de baixo risco climático para a semeadura da cultura do arroz de sequeiro. Os resultados evidenciam que, plantando nesse período, há probabilidade superior a 80 % de acontecer déficit hídrico na fase de enchimento de grãos, com possibilidades de quebra de rendimento da cultura, podendo acarretar perdas para o produtor.

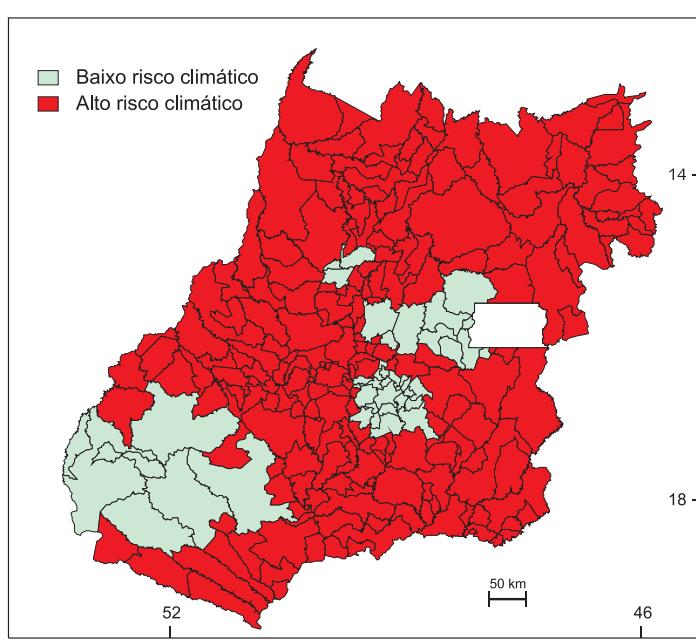


Fig. 11. Distribuição espacial da aptidão climática para a semeadura do arroz de sequeiro de ciclo médio no Estado de Goiás, durante o período de 1º a 10 de janeiro, considerando-se solos hipotéticos de textura média com capacidade de armazenar 50 mm de água nos primeiros 60 cm. (Método de interpolação: inverso do quadrado da distância com expoente 3).

Os resultados evidenciam, também, que, na maior parte do estado, se o plantio for realizado nesse período, a probabilidade de não ocorrer déficit hídrico no florescimento e no enchimento de grãos é inferior a 80%, o que aumenta a possibilidade de quebra de rendimento da cultura, podendo acarretar perdas para o produtor.

Considerações finais

A tecnologia usada para definir os riscos climáticos das culturas possibilita ao produtor do Cerrado melhor aproveitamento do período de chuvas e reduz a possibilidade de a fase reprodutiva das plantas cultivadas coincidir com a ocorrência de veranico.

O uso desse método, nos últimos anos, permitiu identificar para os diferentes municípios que compõem a área de domínio do Cerrado, a melhor época de plantio para as principais culturas econômicas, considerando-se os diferentes tipos de solo e ciclos das cultivares. Além disso, é de fácil entendimento e adoção pelos produtores rurais, extensionistas, agentes financeiros, seguradoras e demais usuários.

As informações geradas do uso desse método têm servido para orientar a produção de fibras e de alimentos de forma economicamente sustentável nos diversos ambientes do Cerrado brasileiro.

Com a adoção dessa tecnologia a partir de 1996, o Programa de Zoneamento Agrícola do Ministério da Agricultura e do Abastecimento, coordenado pela Secretaria da Comissão Especial de Recursos (CER/Proagro) firmou-se como valioso instrumento de apoio à Política Agrícola do Governo Federal.

Por esse motivo, pode-se afirmar que essa tecnologia tornou-se importante instrumento de política pública e, também, ferramenta essencial para o ordenamento territorial e para avaliação das variações das condições climáticas visando manter a sustentabilidade da produção agrícola e evitar a degradação ambiental do Bioma Cerrado.

Contudo, por causa de alterações nas necessidades ambientais pela introdução de novos genótipos, pela melhoria nas tecnologias e nas referências que apóiam a construção dos zoneamentos e às possíveis mudanças climáticas que venham a ocorrer, o zoneamento do risco climático de culturas não é estanque e necessita constante alimentação de novos dados referente aos parâmetros envolvidos.

Referências

- ALHO, C. J. R.; MARTINS, E. de S. (Org.). **De grão em grão, o cerrado perde espaço**. Brasília: WWF, 1995. 66 p.
- ASSAD, E. D. Metodologia para zoneamento de riscos climáticos no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11.; REUNIÃO LATINO AMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, 2., 1999, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1999. p. 78-95.
- ASSAD, E. D. (Coord.). **Chuva nos cerrados**: análise e espacialização. [Planaltina, DF]: Embrapa-CPAC; Brasília: Embrapa-SPI, 1994. 423 p.
- CASTRO, L. H. R.; MOREIRA, A. C.; ASSAD, E. D. Definição e regionalização dos padrões pluviométricos dos cerrados brasileiros. In: ASSAD, E. D. (Coord.). **Chuva nos cerrados**: análise e espacialização. [Planaltina, DF]: Embrapa-CPAC; Brasília: Embrapa-SPI, 1994. cap.2, p. 25-42.
- FRANQUIN, P.; FOREST, F. Dès programmes l'évaluation et l'analyse fréquentiel des temmes du bilan hydrique. **Agronomie Tropical**, v. 32, n. 1, p. 7-11, 1977.
- GUERRA, A. F.; RODRIGUES, G. C.; ROCHA, O. C.; EVANGELISTA, W. **Necessidade hídrica do feijão, trigo, milho e arroz sob irrigação no bioma cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2003. 15 p.
- KELLER FILHO, T.; ASSAD, E. D.; LIMA, P. R. S. de R. Regiões pluviometricamente homogêneas no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 4, p. 311-322, abr. 2005.
- LUCHIARI JÚNIOR, A.; RESENDE, M. Comparação de manejo de solo e de modificações microclimáticas na eficiência de redução das perdas causadas pelo veranico. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 6., 1982, Brasília. **Savanas**: alimento e energia. Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 1988. p. 611-620.

MOREIRA, A. M. **Metodologia para definir padrões pluviométricos: caso cerrado brasileiro.** 1985. 120 f. Dissertação (Mestrado em Estatística) - Departamento de Estatística, Universidade Brasília, Brasília.

PINHEIRO, B. S.; STEINMETZ, S.; STONE, L. F.; GUIMARÃES, É. P. Tipo de planta, regime hídrico e produtividade do arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 20, n. 1, p. 87-95, 1985.

ROSSETTI, L. A. Segurança e zoneamento agrícola no Brasil: novos rumos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE SEGURANÇA E ZONEAMENTO AGRÍCOLA DO MERCOSUL, 1., 1998, Brasília **Anais...** Brasília: Ministério da Agricultura e Abastecimento, 1998. p.1-9.

SILVA, F. A. M. da; ASSAD, E. D.; MATTOS, A.; LUIZ, A. J. B. Variação espaço-temporal da disponibilidade hídrica climática no Estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. 5, p. 605-612, 1998.

SILVA, F. A. M. da. **Parametrização e modelagem do balanço hídrico em sistema de plantio direto no cerrado brasileiro.** 2004. 211 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

WOLF, J. M. Probabilidade de ocorrência de períodos secos na estação chuvosa para Brasília, DF. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 12, p. 141-150, 1977.

WOLF, J. M. **Water constraints to corn production in Central Brazil.** 1975. 199 p. Tese (Doutorado) - Cornell University, Cornell.

STEINMETZ, S.; MORAES, J. F. V.; OLIVEIRA, I. P.; MORAIS, O. P.; MOREIRA, J. A.; PRABHU, A. S.; FERREIRA, E.; SILVEIRA FILHO, A. Upland rice environments in Brazil and the fitness of improved technologies. In: INTERNATIONAL UPLAND RICE CONFERENCE, 2., 1985, Jakarta. **Progress in upland rice research:** proceedings. Manila: IRRI, 1986. p. 21-24.

Ações de uso sustentável dos recursos naturais na comunidade Água Boa 2¹

João Roberto Correia; Patrícia Goulart Bustamante;
Sueli Matiko Sano; Marina de Fátima Vilela;
Lúcia Helena Cunha dos Anjos

Relação homem – ambiente no Cerrado norte mineiro

As regiões norte de Minas e Vale do Jequitinhonha caracterizam-se pela transição ecogeográfica do Sudeste para o Nordeste brasileiro, do clima subúmido para o Semi-Árido, e do Cerrado para a Caatinga. Nessa área de 198.701 km² que corresponde a 34 % do Estado de Minas Gerais, predomina uma diversidade de formações vegetais típicas da Caatinga, do Cerrado e da Mata Atlântica. A cadeia de montanhas da Serra do Espinhaço, a partir da região central do estado, atravessa o norte de Minas Gerais em sua porção meridional, servindo de divisor de águas de três importantes bacias hidrográficas brasileiras: a do São Francisco, a do Jequitinhonha e a do Pardo. Portanto, do ponto de vista ecológico, é uma região estratégica para recursos hídricos superficiais.

Do ponto de vista sociocultural e econômico, a região do norte de Minas também tem papel estratégico. A diversidade de ambientes e a riqueza de nascentes têm ainda importância significativa para a sobrevivência das populações locais. Os primeiros registros de agricultura na América do Sul são do norte do Estado de Minas Gerais (Januária,

¹ Projeto Financiado pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário.

Varzelândia, entre outros). Segundo Freitas (1996), a agricultura já era praticada há pelo menos 4.500 anos e nessa região encontram-se inscrições rupestres de vegetais cultivados, como milho, mandioca e amendoim. Essas representações vegetais na arte rupestre são muito raras no mundo todo, porém, relativamente comuns nas grutas e nos abrigos em localidades nessa região de Minas Gerais. Nesses abrigos, também foram encontrados fragmentos de plantas cultivadas, como mandioca, feijão e algodão; plantas nativas como coquinho guariroba (*Syagrus oleracea* (Mart.) Becc.) e licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.), além de sementes de diversas espécies e uma grande quantidade de espigas de milho de diferentes formas, tamanhos e coloração de grãos. Essa diversidade biológica, utilizada ancestralmente pelo homem, demonstra a riqueza de produtos da região, fruto da profunda interação das populações locais com o ambiente. O conhecimento gerado do seu uso e das experiências repassadas de geração à geração continua presente em boa parte das famílias de agricultores, indígenas e quilombolas.

Apesar desse acúmulo de saberes, todo esse rico patrimônio ambiental está sendo ameaçado pelas mudanças que o processo de desenvolvimento econômico vem impondo à região e a seus habitantes. O estabelecimento de monoculturas, associado às necessidades do mercado, em especial, da indústria siderúrgica, tem provocado grandes mudanças no cenário ambiental e social da região norte de Minas. Incentivos fiscais na década de 1970 transformaram essa região em uma das maiores áreas do mundo com plantações de eucalipto em terras contínuas, gerando riquezas para empresas produtoras de carvão vegetal e de celulose, mas muito pequeno retorno social, haja vista o seu Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) que é um dos mais baixos do País. A falta de emprego e de ocupação de mão-de-obra é atestada pelo contínuo êxodo temporário ou permanente, especialmente, de jovens filhos de agricultores para outras regiões.

Historicamente, as populações que vivem no norte de Minas vêm acumulando saberes sobre vivência no Cerrado, incluindo animais

silvestres, plantas nativas e cultivadas. Durante décadas, os “geraizeiros”, como são tradicionalmente chamados os habitantes da “região dos gerais” (dos planaltos de São Francisco e topos da Serra do Espinhaço), vêm mantendo sistemas de produção de natureza ecológica (extrativismo, práticas agroecológicas como cultivos consorciados, simultâneos, utilização de plantas companheiras, cobertura morta, etc.). Tais práticas caminhavam ao lado da derrubada da mata, queima de restos culturais e cultivo intenso deixando o solo descoberto. Por causa da baixa densidade populacional e da resiliência dos ambientes de Cerrado e da Caatinga, essas práticas não causavam grandes danos, em especial, ao delicado equilíbrio hidrológico dessa região. Mais recentemente, porém, o processo de ocupação do espaço com base na modernização da agricultura vem estimulando práticas que têm grande impacto sobre o ambiente, sobretudo, quando voltadas ao desmatamento de grandes áreas contínuas para criação de gado e cultivo de monoculturas, associadas ao uso intensivo de adubos minerais e pesticidas químicos. Essas práticas de uso da terra, notadamente, nos últimos 30 anos, têm sido dissociadas da realidade sociocultural dos povos que habitam a região, restringindo suas possibilidades de uso dos recursos da biodiversidade. Vêm, ainda, provocando grandes desequilíbrios socioambientais, uma vez que grandes áreas foram transformadas, reduzindo aquelas destinadas ao uso tradicional e comprometendo também os recursos hídricos superficiais. Outro desequilíbrio é a desestruturação dos serviços de polinização de espécies que interagem com a fauna, fundamentais para a formação de frutos de plantas do Cerrado, fonte de alimento para as comunidades que vivem em estreita relação com o ambiente. As necessidades dos animais dispersores de sementes é outro fator a ser considerado para manter o ciclo reprodutivo da natureza. Dessa forma, essas práticas degradantes têm contribuído para o extermínio de espécies da flora e da fauna e para a queda dos serviços ambientais. Ademais, a falta de recursos financeiros e de orientação técnica, adequada à realidade e ao conhecimento local, por

parte da grande maioria dos agricultores familiares, não permite que eles adotem as novas tecnologias na sua plenitude, terminando por desenvolver sistemas de produção que, além de aumentar a degradação do ambiente, não supre as necessidades de sobrevivência desses agricultores.

A ocupação da maior parte das chapadas do norte de Minas com o cultivo de eucalipto, para a produção de carvão vegetal, tem provocado mudanças significativas no modo de viver dos agricultores familiares da região. O preço pago ao carvão vegetal, mesmo de espécies nativas, tem estimulado essas famílias a buscar nessa atividade a alternativa para sua sobrevivência. Com isso, parte dos agricultores tem abandonado muito dos conhecimentos sobre o uso dos recursos naturais que permitiram a seus antepassados a sobrevivência e a reprodução do grupo social (D'ANGELIS FILHO; DAYRELL, 2006). Aliado a esse fato, a ocupação de grandes extensões de terras por monoculturas tem destruído grande parte da riqueza da fauna e da flora do Cerrado cujas espécies úteis são reconhecidas e destacadas tanto pelas populações locais como por instituições de ensino e pesquisa que atuam na região.

Agricultores tradicionais não só herdaram como também têm desenvolvido sistemas de cultivos complexos, adaptados às condições locais que permitem ajudá-los a manejar de maneira sustentável o ambiente e a satisfazer suas necessidades de subsistência sem depender da mecanização, fertilizantes químicos, pesticidas e outras tecnologias da ciência moderna (DENEVAN, 1995). Fundamentadas nesse princípio, muitas são as experiências com práticas e modelos agrícolas e extrativistas com base ecológica desenvolvidas na região. Todavia, são poucas as comunidades que as utilizam, assim como os incentivos a seu uso. É necessário, portanto, a criação de mecanismos específicos para promover a difusão dessas experiências e alternativas locais para atingir um desenvolvimento econômico que seja ambientalmente equilibrado e socialmente justo e que considere os saberes construídos por agricultores e, dessa forma, possa contribuir para a diminuição do processo do êxodo rural.

Pesquisa de campo

Com o intuito de promover ações que valorizem a conservação e o uso sustentável dos recursos naturais no Cerrado do norte de Minas Gerais, e que estas considerem também os saberes das populações que vivem em estreita relação com a biodiversidade, foi construído o projeto “*Capacitação, identificação e implantação de sistemas de produção de base ecológica a partir do planejamento segundo a aptidão agro-ecológica e extrativista das terras para aplicação em comunidades de agricultores no Território do Alto Rio Pardo*” (referido neste texto como “Projeto Água Boa 2”). O projeto, iniciado em 2006, está sendo coordenado pela Embrapa Cerrados e realizado em uma comunidade de agricultores denominada Comunidade Água Boa 2, no Município de Rio Pardo de Minas, MG, envolvendo um universo de cerca de 80 famílias. Esse projeto é financiado pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário e conta com as parcerias da Fundação de Empreendimentos Científicos e Tecnológicos (Finatec), Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, UFMG/Núcleo de Ciências Agrárias, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Centro de Agricultura Alternativa do Norte de Minas e Sindicato dos Trabalhadores Rurais Assalariados e Agricultores Familiares de Rio Pardo de Minas.

Critérios para escolha da comunidade de agricultores

Ao realizar um trabalho de campo que envolve população e ambiente, algumas questões precisam ser consideradas logo no seu início, especialmente, quando se considera o saber acumulado por grupos sociais como fonte de pesquisa. Entre as razões mais usuais para definir o trabalho de campo, destacam-se o desejo de estudar certos tópicos, de investigar problemas teóricos específicos valorizados como sugestão para soluções de problemas práticos. Essas razões normalmente se superpõem (ELLEN, 1984). Alfonso (1990) destaca, ainda, que, para o êxito da pesquisa, é fundamental o acerto na escolha da comunidade a ser estudada. Dois

requisitos são fundamentais para a escolha: primeiro que a comunidade seja representativa ou pelo menos válida para aquilo que se pretende ter como objetivo do estudo; segundo, que os moradores aceitem que o estudo seja realizado com eles.

A partir dessas premissas, alguns critérios básicos nortearam a escolha da área que seria utilizada para o trabalho, resultado de características ligadas ao perfil do pesquisador, ao objetivo geral de sua pesquisa, ao ecossistema no qual está inserida a comunidade e no interesse do grupo social em questão. Tudo isso com o intuito de concentrar os esforços do trabalho para o estudo das relações homem-ambiente tendo como base os recursos naturais. Assim, as bases que nortearam a escolha da comunidade a ser pesquisada foram:

- a) comunidade preferencialmente inserida em ambiente no Cerrado, sobretudo, em função do pequeno número de estudos sobre a relação homem-ambiente nesse bioma.
- b) comunitários receptivos a um estudo de natureza participativa.
- c) agricultores que estejam pouco afetados pelo processo de modernização da agricultura, importante para resgatar práticas e conhecimentos dos antepassados.
- d) agricultores que se apresentem com algum nível formal de organização social (associação de produtores, de moradores).

Com base nesses critérios iniciou-se, em 2001, um trabalho de tese para o qual foi selecionada a comunidade Água Boa 2, situada em Rio Pardo de Minas para estudar a relação entre o conhecimento de agricultores e de pesquisadores sobre o ambiente (CORREIA, 2005). A relação estabelecida entre pesquisador e agricultores permitiu que os estudos realizados servissem para estruturar uma segunda etapa da pesquisa em que o ponto central era a elaboração de uma proposta de planejamento de uso da área da comunidade, culminando no “Projeto Água Boa 2”.

O Município de Rio Pardo de Minas e a Comunidade Água Boa 2

O Município de Rio Pardo de Minas ocupa área de 3.118,7 km² com a sede localizada a 15°36'35,9" de latitude Sul e 42°32'23,3" de longitude Oeste, a 755 m de altitude. Pertence à Mesorregião norte de Minas e à Microrregião de Salinas. Apresenta mais da metade dos imóveis com menos de 50 ha, evidenciando predomínio de agricultores de base familiar.

O Município de Rio Pardo de Minas está no ecôtono Cerrado-Caatinga onde predominam fisionomias de Cerrado entremeadas com vegetações de transição para Caatinga, como o Carrasco (Fig. 1). Por essa razão, apresenta as características típicas do Bioma Cerrado, mas com pluviosidade mais baixa do que a sua área “core”². O inverno é seco, e as chuvas se concentram no verão, especialmente, entre os meses de novembro a março. A pluviosidade média anual gira em torno de 880 mm (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, 2007). Assim, pode-se afirmar que a região reúne características dos dois biomas.

Nessa localidade, existe um número significativo de agricultores “geraizeiros” que possui uma forma singular de apropriação da natureza, regida por um sistema peculiar de representações, códigos e mitos. Os sistemas de produção desses agricultores consistem no plantio de lavouras diversificadas de mandioca, feijão, fava, guandu, milho, cana, abóboras, batata-doce, amendoim, café sombreado, associados à criação de gado bovino em áreas de solta nas chapadas, aves e suíños, além da produção de rapadura e artesanato de palha de licuri e de argila. Os cultivos guardam uma rica diversidade de espécies e variedades, e os Cerrados (com suas chapadas, carrascos, veredas, brejos, tabuleiros, capões, espigões, barrigas de morro etc.) fazem parte da estratégia produtiva fornecendo, de forma extrativista, forragem para o gado, caça, madeira, lenha, frutos,

² Na área “core” ou típica do Cerrado, a pluviosidade gira em torno de 1.200 mm a 1.500 mm.

folhas, mel e medicamentos. Outros agricultores optaram por ocupar-se como mão-de-obra para outras regiões como na colheita de café ou trabalho em eucaliptais nos estados de Minas Gerais e São Paulo ou trabalhar na produção de carvão vegetal a partir da vegetação nativa em suas terras, deixando de praticar agricultura na sua propriedade.

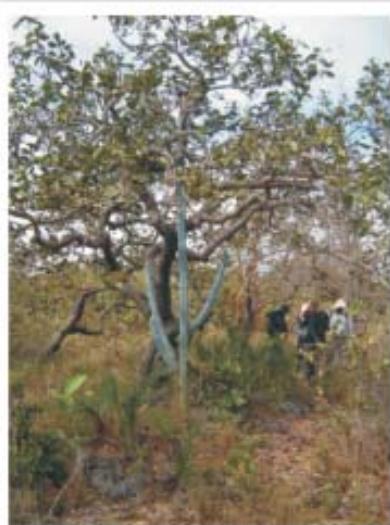


Foto: João Roberto Correia.

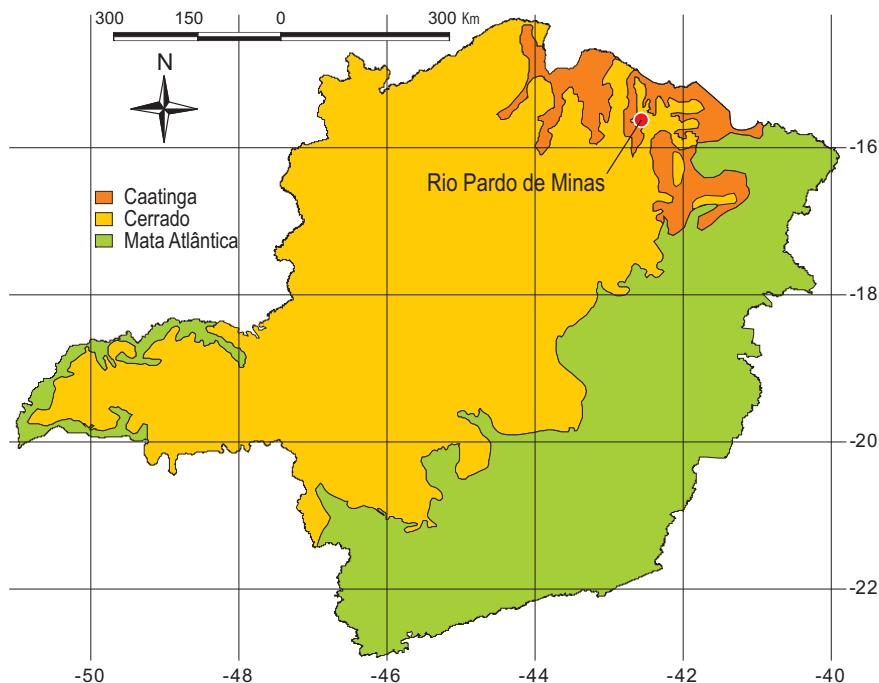


Fig. 1. Localização de Rio Pardo de Minas, MG na transição Cerrado/Caatinga e aspectos da vegetação da área.

Esse quadro do Município de Rio Pardo de Minas é representativo da realidade do norte de Minas. Ele demonstra que alternativas de produção saudáveis existem, mas precisam ser sistematizadas e mais bem integradas dentro de sistemas de produção auto-sustentáveis. A busca de alternativas à queima do Cerrado, por parte dos agricultores, para obter carvão e o resgate de práticas agrícolas e extrativistas locais, alimentadas com tecnologias oriundas de entidades de pesquisa e desenvolvimento, podem permitir a utilização sustentável dos recursos naturais.

As atividades agrícolas, tradicionalmente, apresentam grande diversificação, mas a partir da década de 1970, incentivos fiscais do governo federal para reflorestamento com pinus e eucalipto mudou a fisionomia da produção agrícola na região. Atualmente, a maior parte do município tem no cultivo de eucalipto a atividade principal, voltada, sobretudo, para a produção de carvão vegetal.

A comunidade Água Boa 2 situa-se a 18 km da sede do município ($15^{\circ}32'11,8''S$ e $42^{\circ}27'37,3''W$). Existem 87 residências onde moram em torno de 450 pessoas (Fig. 2), em sua maioria, famílias cujos pais se encontram em idade variando de 25 a 55 anos e com um número significativo de jovens menores de 18 anos. Não é fácil determinar o número exato de moradores, uma vez que várias pessoas, especialmente jovens, quanto atingem a maioridade, saem à procura de emprego até mesmo fora do município e ficam em uma situação “flutuante”, visto que a maioria sempre volta à casa dos pais. As residências estão localizadas ao longo do Ribeirão Água Boa e seus tributários, chamados localmente de “vareda” ou “vereda”³. A área média das propriedades está em torno de 15 ha, com área agricultável média de 3 ha.

³ Aqui o termo vereda é utilizado de maneira diferente de outras áreas do Cerrado, onde a palavra se refere a ambiente de campo úmido ao longo de cursos d’água, com predominância de árvores de buriti (*Mauritia flexuosa*).

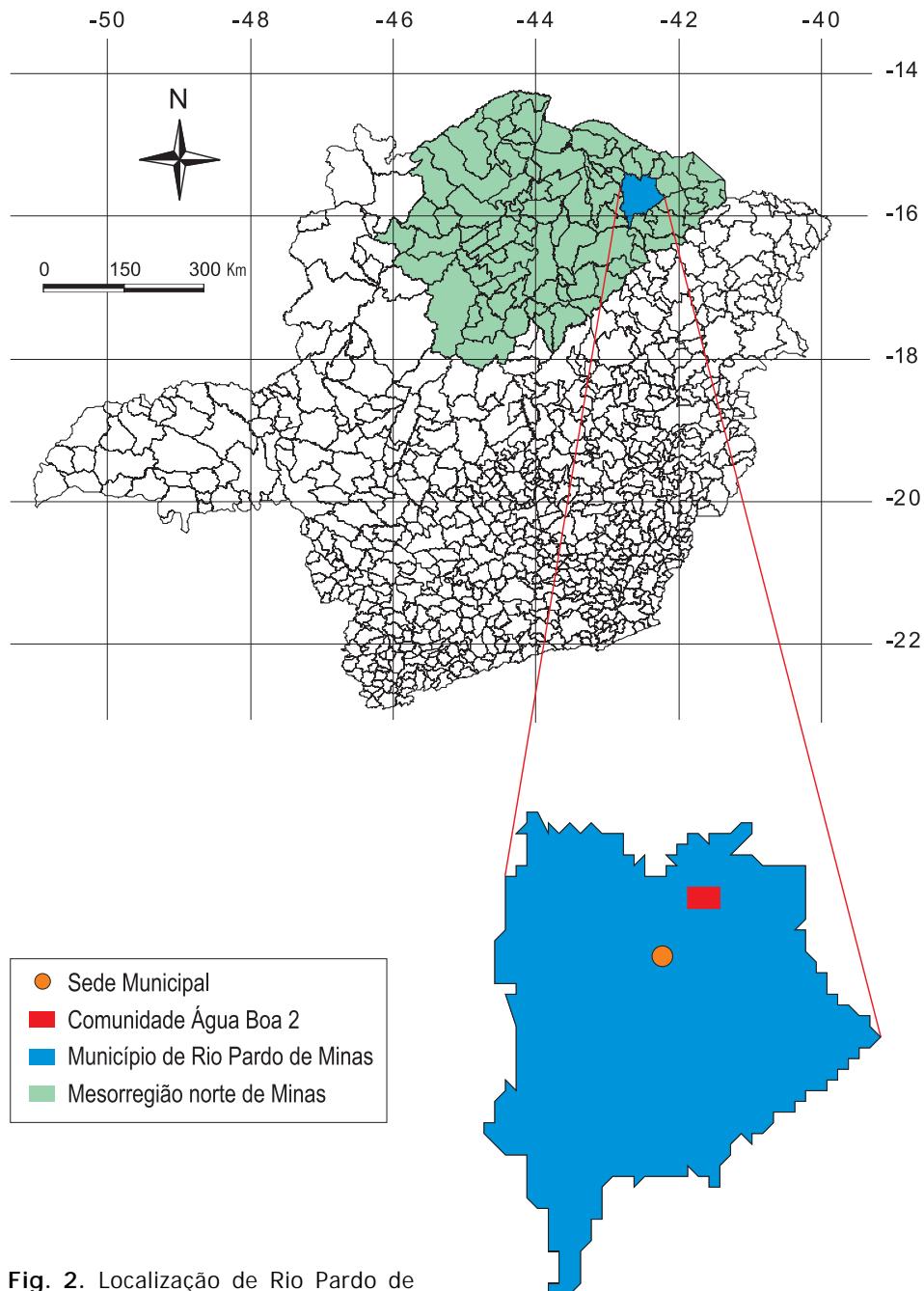


Fig. 2. Localização de Rio Pardo de Minas, MG e a comunidade Água Boa 2.

Estabelecimento de ações para uso sustentável dos recursos naturais

Muito conhecimento foi acumulado por cientistas sobre biodiversidade e uso dos recursos naturais. Todavia, a pouca articulação desse conhecimento com o saber acumulado por membros de comunidades locais sobre esse mesmo tema vem dificultando a construção de propostas de desenvolvimento que de fato sejam ambientalmente adequadas, socialmente justas e que permitam inclusive o desenvolvimento econômico dos povos da região, uma vez que as informações geradas pelos meios científicos, na grande maioria dos casos, não têm aplicação direta para as populações que utilizam os recursos naturais. Assim, é necessário que se estabeleça uma relação agricultor-técnico que contribua para a construção coletiva de um novo paradigma de desenvolvimento (CORREIA et al., 2004) em que a busca de uma maior racionalização econômico-produtiva com base nas especificidades biofísicas de cada agroecossistema não seja a único objetivo. Também devem ser contempladas mudanças nas atitudes e nos valores dos atores sociais em relação ao manejo e à conservação dos recursos naturais (CAPORAL; COSTABEBER, 2004).

É sob essa nova perspectiva que está em andamento o “Projeto Água Boa 2”. O conjunto de suas atividades visa à identificação e à sistematização de experiências de base ecológica, desenvolvidas por agricultores da comunidade Água Boa 2, para estabelecer sistemas participativos de manejo integrado de agroecossistemas que levem em conta a aptidão agroecológica e extrativista das terras. Ou seja, os potenciais e as limitações do ambiente, associados às necessidades dos membros da comunidade, devem ser considerados para nortear o uso sustentável dos recursos naturais com a finalidade de propor alternativas de sobrevivência tanto para a biodiversidade local quanto para os membros das comunidades humanas que dela dependem intrinsecamente. Dessa forma, será possível construir elementos para uma relação mais harmônica entre homem e ambiente.

A principal estratégia para atingir esses objetivos é a articulação de informações e resultados de pesquisa já obtidos por várias instituições e organizações que atuam na região com o saber local que será concretizada na forma de propostas que possam ser aplicadas diretamente pela comunidade local. Em um sentido mais amplo, contribuirá para a elaboração de políticas públicas de base ecológica para a agricultura familiar.

Início das pesquisas na comunidade

A primeira atividade do “Projeto Água Boa 2” foi a realização de um “encontro de nivelamento”, realizado em outubro de 2006 (Fig. 3). Nessa oportunidade, a equipe de pesquisadores e os representantes da comunidade e do STRRPM realizaram o planejamento das atividades que seriam desenvolvidas. Esse encontro permitiu que diálogos fossem estabelecidos entre pesquisadores e destes com membros da comunidade. Um dos maiores desafios foi o diálogo com os representantes da comunidade sobre a melhor maneira de executar as atividades das diferentes áreas de atuação do projeto, envolvendo desde o ambiente agrícola, passando por estudos ligados à vegetação nativa e à fauna, utilizando uma linguagem que permitisse a todos, agricultores e pesquisadores, a compreensão da atuação de cada um, bem como da relação entre as diferentes áreas. Foi um exercício que envolveu mais do que um diálogo entre representantes de diferentes disciplinas, foi um movimento transdisciplinar que, por sua vez, perpassou as relações entre técnicos e agricultores e também as diferentes especialidades científicas. Como afirma Canuto (2005), “a convivência com idéias e experiências variadas é em si mesmo um movimento transdisciplinar”.

Feito o nivelamento da equipe do projeto (agricultores e pesquisadores), deu-se início às atividades. Como princípio, definiu-se que membros da comunidade participariam de todas as fases de execução do projeto, acompanhando os trabalhos de avaliação da fauna e da flora, participandoativamente da caracterização de seus sistemas de cultivo, com o objetivo de elaborar uma compreensão conjunta dos fatores que

devem ser considerados quando se maneja o ambiente, tanto do ponto de vista agrícola quanto extrativista.

Para isso, o projeto prima pela participação de todos os atores envolvidos, pesquisadores e membros da comunidade. A troca de saberes é fundamental para definir a amplitude das ações: por um lado, o conhecimento dos moradores, profundos conhecedores do ambiente e por outro, o conhecimento dos pesquisadores, agregando informações complementares àquelas já existentes na comunidade.

Fotos: João Roberto Correia.



Fig. 3. Encontro de nivelamento.

Estratégias de implantação do projeto

As diferentes experiências de uso da terra pelos agricultores, as potencialidades e as limitações dos ecossistemas locais, aqui chamadas de aptidão das terras, estão sendo registradas e caracterizadas por meio da observação participante (BECKER, 1999; ALFONSO, 1990) e de diagnósticos participativos (CHAMBERS, 1994) procurando identificar, sistematizar e multiplicar as práticas que permitem o uso de sistemas de produção de base ecológica. Dessa forma, a aptidão das terras, segundo

a sua potencialidade para sistemas agroecológicos e extrativistas, está sendo construída agregando informações sobre a forma de uso do ambiente pelos agricultores e análise científica dos recursos naturais, como a qualidade do solo e o potencial da flora e da fauna local. Essa etapa do trabalho tem como base a metodologia desenvolvida por Ramalho Filho e Beek (1995) e Calderano Filho (2003), modificadas para incorporar o conhecimento local de forma participativa, a fim de construir uma proposta conjunta de uso dos recursos naturais que respeite a limitação do ambiente e leve em conta as necessidades dos membros da comunidade. Esse conjunto de informações será utilizado para a elaboração e a sistematização participativa de práticas de manejo sustentável da flora e da fauna, indicadas para utilização agroextrativista, com princípios agroecológicos. Indicadores participativos de sustentabilidade de agroecossistemas de fácil determinação pelos agricultores e agricultoras, incluindo análises de qualidade do solo e da água, bem como da biodiversidade, estão sendo utilizados para avaliar os subsistemas utilizados pelos agricultores (NICHOLLS et al., 2004). A partir desses dados, estão sendo construídos, participativamente, os sistemas de base ecológica mais adequados à realidade local. A abordagem integrada de diferentes áreas do conhecimento (ciências naturais, sociais e humanas), com ênfase na pesquisa participativa e no envolvimento dos membros da comunidade em todas as etapas do projeto, é a base desse trabalho que permite maior eficiência na aplicação dos procedimentos sistematizados na presente pesquisa e sua multiplicação para outras áreas. Dessa forma, o método que vem sendo desenvolvido busca sensibilizar comunidades de agricultores quanto à necessidade e à viabilidade da adoção e da apropriação de práticas de base ecológica no processo de busca da autonomia desse segmento social.

Construção de elementos para o uso sustentável dos recursos naturais

Diversas atividades vêm sendo realizadas na comunidade Água Boa 2 para levantar os elementos que permitirão colocar em prática ações

de uso sustentável dos recursos naturais. Vêm sendo realizados levantamentos de dados do ambiente e das famílias e oficinas de trabalho, nas quais são abordadas desde questões ligadas ao uso da flora e da fauna nativa do Cerrado até o levantamento de hábitos alimentares das famílias.

Como não é possível desenvolver, simultaneamente, todas as atividades do projeto com todas as 87 famílias, a equipe do projeto dialogou com as lideranças da comunidade e definiu um universo de oito famílias as quais estão sendo acompanhadas mais de perto e que servirão de multiplicadoras para as demais. A seleção foi realizada em uma reunião em que a maior parte das famílias estava representada. Depois da explanação do trabalho a ser realizado e dos critérios de escolha definidos (desejo de participar da pesquisa, disponibilidade para receber outras famílias e pesquisadores do projeto), uma liderança da comunidade perguntou quem gostaria de participar do projeto (“famílias voluntárias”). Assim foi possível constituir um grupo de famílias que representa grande parte do universo social local, desde aquelas que adotam sistemas de produção de base ecológica até aquelas que têm sérios problemas de uso do solo em sua propriedade. O trabalho com essas famílias não exclui as demais, pois, algumas atividades cobrem todo o universo da comunidade, especialmente, os levantamentos de hábitos alimentares e de informações censitárias.

Extrativismo

A exemplo dos demais “geraizeiros”, os agricultores da comunidade Água Boa 2 realizam, tradicionalmente, o extrativismo de frutos do Cerrado nas áreas de chapada. Como já comentado, atualmente, as áreas para coleta foram muito reduzidas, mas próxima à comunidade ainda existe uma área remanescente de Cerrado, localmente chamada de “chapada do areião⁴”. Nela, existe grande riqueza de espécies frutíferas nativas como pequi (*Caryocar brasiliense*), mangaba (*Hancornia speciosa*), cagaita

⁴ O nome refere-se à predominância de solos arenosos nessa chapada, em sua maioria Neossolos Quartzarênicos.

(*Eugenia dysenterica*), jatobá (*Hymenaea stigonocarpa*), araticum (*Annona crassiflora*), entre outras. Todavia, a importância dessa chapada não é apenas como fonte de recursos vegetais. Ela representa a “caixa-d’água” da comunidade, uma vez que a água com a qual é abastecida tem origem em várias nascentes nessa chapada. Por essa razão, a comunidade, com o apoio do Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Rio Pardo de Minas, formalizou, no Ministério do Meio Ambiente, um pedido de transformação da área em uma Reserva Extrativista.

Como o extrativismo é uma atividade importante para a comunidade, o “Projeto Água Boa 2” vem acompanhando a coleta de frutos nativos, com o objetivo de conhecer o processo de coleta e avaliar, com a ajuda dos coletores, a forma como vem sendo realizado (Fig. 4). Dessa forma, procura-se, participativamente, identificar quais os pontos fortes e os pontos fracos da coleta, o que pode ser melhorado, além de trocar experiências sobre a melhor maneira de coletar, sem comprometer a disponibilidade de frutos, para a manutenção da espécie e para alimentar a fauna local.

A mangaba e o pequi são as espécies mais utilizadas no extrativismo. Segundo depoimento dos próprios moradores, com a possibilidade de venda de produtos a uma cooperativa de agricultores (Cooperativa Grande Sertão)⁵, a partir do ano 2000, passou-se a coletar, de maneira mais organizada, a mangaba e o pequi nas áreas da comunidade e ao seu redor, especialmente, na “chapada do Areião”. Nesse período, com a ajuda do Centro de Agricultura Alternativa do Norte de Minas (CAA-NM), do Sindicato dos Trabalhadores e Assalariados Rurais de Rio Pardo de Minas (STRRPM) e com o apoio técnico da cooperativa, foi elaborado um projeto para a compra de alguns equipamentos necessários à coleta (panelas, carroça, um burro etc.). Posteriormente, receberam apoio para reforma de um galpão para processamento do pequi. No início, foi realizada uma coleta de mangaba para polpa e de pequi para congelamento. A coleta da mangaba para extração de polpa e de pequi

⁵ Sua sede é em Montes Claros, MG, com entreposto em Porteirinha, MG, cerca de 100 km de Rio Pardo de Minas, MG.

para retirada do caroço para congelamento. A coleta de mangaba para congelamento da polpa continua, mas o caroço de pequi congelado foi rejeitado por ter qualidade inferior aos de outros locais da região, passando a coleta do pequi a ser realizada para extração de óleo da polpa.

O primeiro acompanhamento de coleta pelos membros do “Projeto Água Boa 2” foi realizado em 2006 com mangaba e com pequi em 2007, ambos na “chapada do Areião”. Os produtos obtidos foram para atender as demandas da cooperativa (Fig. 4).

Fotos: João Roberto Correia.



Fig. 4. Coleta de mangaba.

O acompanhamento da coleta da mangaba foi feito durante dois dias no mês de novembro de 2006, utilizando-se, como ferramenta de estudo, a observação participante e a realização de entrevistas semi-estruturadas (ALBUQUERQUE; LUCENA, 2004). Foram colhidos 873,5 kg de frutas de mangaba, com perda de 28 % desde a entrega dos frutos pelos coletores até o beneficiamento na cooperativa. Considerando a participação de sete pessoas de cinco famílias, a renda média obtida foi de 35,00 reais por pessoa. Depois de todo esse processo e de posse dos

dados da quantia recebida individualmente por coletor⁶, foi realizada uma oficina para restituição das informações obtidas pelos pesquisadores, desde a coleta até o pagamento. Nela, pesquisadores e extrativistas discutiram os problemas e as alternativas de melhoria do processo para tornar mais eficiente a coleta, reduzir a perda e aumentar a renda.

No mês de fevereiro de 2007, acompanhou-se o processo de coleta e de processamento de pequi para extração de óleo da polpa. Participaram desse processo sete famílias que realizaram atividades de coleta, descascamento no campo e transporte até o local de processamento. Os caroços foram cozidos para extração do óleo por processamento caseiro tradicional e depois, engarrafados. A avaliação dessa atividade será feita antes da próxima coleta, conforme realizado com a mangaba (Fig. 5).

Fotos: João Roberto Correia.



Fig. 5. Coleta do pequi.

⁶ Dados obtidos do Sindicato dos Trabalhadores e Assalariados Rurais de Rio Pardo de Minas.

Levantamento de hábitos alimentares

Para pensar na melhoria da qualidade de vida dos membros de uma comunidade, é preciso avaliar a questão da alimentação da família. Não é adequado sugerir técnicas de melhoria de manejo das lavouras e de alternativas de produção de alimentos e renda se não são conhecidos os hábitos alimentares de um grupo social. Sem essa informação, corre-se o risco de propor produtos alimentares inadequados à realidade local e que estejam distantes do cardápio das famílias.

Com esse objetivo, foi realizado, por meio de observação participante e questionários aplicados em todas as famílias, o levantamento dos hábitos alimentares da Comunidade Água Boa 2. O arroz, o feijão e a abóbora foram identificados como os produtos mais consumidos pelas famílias dos agricultores da comunidade entre os meses de janeiro e março (época das águas). O arroz, o produto citado por todas as famílias é, na maior parte das vezes, comprado na cidade, enquanto o feijão e a abóbora são produzidos na própria comunidade (Fig. 6).

Fotos: João Roberto Correia



Fig. 6. Oficina sobre levantamento de hábitos alimentares. Comunidade Água Boa 2, Rio Pardo de Minas, MG.

Feito esse levantamento, foram realizadas quatro oficinas para restituição das informações que apontou, por exemplo, que poucos plantavam arroz, porque hoje a maioria das áreas aptas para o cultivo do arroz (várzeas úmidas) já não existem mais, ou seja, muitos ambientes hoje estão mais secos, sem água suficiente para o plantio do arroz inundado, o que era comum no passado.

Essa constatação permitiu discutir sobre as alterações ambientais ocorridas nos últimos 50 anos, e os cuidados para que, especialmente os recursos hídricos, não desapareçam. Houve solicitação para cultivo de arroz sequeiro, como alternativa para se adequar à nova realidade e 2 variedades de ciclo curto estão sendo testadas desde outubro de 2007 em conjunto com os agricultores da comunidade.

Também foram identificadas as espécies que eram utilizadas pelos antepassados dos agricultores da comunidade e que hoje não são mais encontradas nas roças. As reuniões de restituição indicaram que, dentro da própria comunidade, será possível o resgate desses materiais por meio de trocas entre os agricultores. Entretanto, algumas das variedades apontadas como desaparecidas como “arroz de maio” e “feijão borralho” foram resgatadas na Coleção de Base da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia e restituídas aos agricultores para plantio e multiplicação.

A pesquisa de campo foi repetida nos meses de julho e agosto, época seca na região.

Oficinas de aproveitamento de frutos do Cerrado

Com o propósito de demonstrar a potencialidade dos frutos nativos na culinária, tanto para enriquecer a alimentação com espécies nativas como para servir de fonte de geração de renda, foram organizadas 4 oficinas de aproveitamento de frutos nativos. Para estimular o uso sustentável de frutíferas nativas, as oficinas foram realizadas para o aproveitamento da mangaba (suco, pudim), araticum (suco, bolo, doce, pudim) e do jatobá (torta salgada, biscoito de polvilho enriquecido, bolo),

coincidindo com a safra de cada espécie. Essas oficinas já permitiram que as agricultoras usando a criatividade, aliada à prática, elaborassem receitas alternativas às apresentadas, utilizando-se de matérias-primas produzidas no local, como polvilho de mandioca. Interessante notar que uma das agricultoras já iniciou a comercialização de biscoitos de polvilho enriquecidos com farinha de jatobá, na feira realizada, semanalmente, aos sábados, em Rio Pardo de Minas. A aceitação foi muito boa (Fig. 7).

Fotos: João Roberto Correia.



Fig. 7. Oficina sobre aproveitamento alimentar. Comunidade Água Boa 2, Rio Pardo de Minas, MG.

Oficinas sobre a importância dos insetos

Ao lado de trabalhos nos quais se mostrava o potencial de aproveitamento de frutos do Cerrado, vêm sendo desenvolvidas atividades em que os participantes compartilham conhecimentos sobre a importância de utilizar recursos da biodiversidade sem comprometer a sua conservação. Uma delas foi relacionada com as diversas funções dos insetos, abordando o serviço ambiental, em particular, as atividades de polinização e de controle

biológico de pragas. Foi interessante a reação dos participantes da oficina os quais reconheceram vários insetos apresentados em *slides*, mas poucos sabiam da sua importância. Ao final da atividade, um agricultor anfitrião declarou o quanto foi importante a atividade para o dia-a-dia deles. Ficou patente que a troca de informações é enriquecedora para ambas as comunidades a local e a científica e que é possível estabelecer um diálogo que contribua para o enriquecimento de ambas. Importante salientar que esse é um processo que pode contribuir sobremaneira para o empoderamento dos moradores e para a conservação da biodiversidade (Fig. 8).

Fotos: João Roberto Correia.



Fig. 8. Oficina sobre importância dos insetos. Comunidade Água Boa 2, Rio Pardo de Minas, MG.

Indicadores e aptidão das terras

Além de atividades voltadas para o uso sustentável da biodiversidade da fauna e da flora nativas, vem sendo realizadas práticas sobre manejo de agroecossistemas. Para desenhar participativamente os sistemas de base ecológica mais adequados à realidade local, foi realizada

a primeira etapa do levantamento de indicadores participativos de sustentabilidade de fácil determinação pelos agricultores. O objetivo dessa atividade foi identificar as áreas para amostragem de solos e levantamento das principais características dos sistemas de produção utilizados. As propriedades das oito famílias foram avaliadas.

Para a definição da aptidão das terras, estão em andamento visitas às áreas dos agricultores para identificar os critérios utilizados pelas famílias acompanhadas no que se refere ao uso do seu ambiente. Foram levantadas informações sobre os locais mais adequados e os menos aptos ao plantio de grupos de culturas (anuais, perenes como café, frutíferas, cana, pasto, mandioca, entre outras) (Fig. 9). Essas informações serão confrontadas com as potencialidades e as limitações do ambiente do ponto de vista das características do ambiente físico e biológico em oficinas de trabalho para esse fim. A outra etapa de oficinas será para construir, em conjunto, o mapa (não apenas cartográfico) de aptidão das terras da comunidade.

Fotos: João Roberto Correia.



Fig. 9. Avaliação da aptidão das terras com agricultores. Comunidade Água Boa 2, Rio Pardo de Minas, MG.

Visita de um grupo de agricultores ‘geraizeiros’ à Brasília

Geralmente, as atividades são desenvolvidas pelos pesquisadores que se deslocam para a comunidade. Como o trabalho tem por princípio a troca de experiências, é natural que membros da comunidade conheçam o local de trabalho dos pesquisadores, o que fazem, como é a estrutura de apoio que vem dando suporte à pesquisa. Da mesma forma que o pesquisador investiga o dia-a-dia da comunidade, é importante, também, que seus membros conheçam a rotina de trabalho dos pesquisadores. Nesse sentido, nove membros da comunidade de Água Boa 2 visitaram os Centros de Pesquisa da Embrapa envolvidos no projeto: Embrapa Cerrados e Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Além de conhecer as atividades desenvolvidas pelos pesquisadores da Embrapa no seu local de trabalho, o objetivo da visita foi igualmente conhecer sistemas orgânicos de produção em áreas de agricultores rurais no Distrito Federal.

Nas visitas às Unidades da Embrapa, foi grande o interesse demonstrado pelos agricultores e agricultoras nos trabalhos realizados pela instituição, assim como a capacidade de diálogo destes com os pesquisadores que apresentaram as pesquisas no campo e em laboratório. A pertinência das colocações foi objeto de admiração por parte dos pesquisadores. Outro exercício de troca de saberes realizado pelo grupo foi a interação com os agricultores orgânicos visitados em um assentamento na zona rural do Distrito Federal (Fig. 10).



Fig. 10. Visita dos agricultores a Brasília, DF.

Considerações finais

Os frutos do projeto até agora obtidos têm atingido todos os atores envolvidos. Do lado dos pesquisadores, vem sendo uma oportunidade de colocar em prática uma nova modalidade de pesquisa em que atores locais são co-participantes da construção de conhecimentos sobre o uso dos recursos naturais. Para os membros da comunidade local, essa

possibilidade de participação é um exercício de expansão da cidadania e de geração de oportunidades (CANUTO, 2005). Para tanto está sendo fundamental a participação deles em todas as fases da pesquisa.

O grupo que desenvolve o projeto tem consciência de que não é apenas a questão da produção e da preservação ambiental que vai resolver todos os problemas de melhoria da qualidade de vida dos membros da Comunidade Água Boa 2. É necessário atuação mais ampla, envolvendo aspectos voltados à saúde, à educação e ao transporte cuja melhoria também vem sendo objeto de reivindicações dos moradores. A contribuição do presente projeto é: fornecer elementos aos membros da comunidade para melhor dialogar com outros setores da sociedade; valorizar a auto-estima; estimular o diálogo; conscientizar sobre a importância de conservar e preservar o ambiente sem se esquecer daqueles que o habitam.

Das atividades já realizadas, é possível verificar que a amplitude das ações voltadas ao manejo agroecológico do solo já tem sido replicadas para outras famílias. A outra etapa visa potencializar essa replicagem, por meio de oficinas de troca de experiências, nas quais agricultores irão visitar e serão visitados por outras famílias.

Outro ganho do projeto é a incorporação de pesquisadores, que habitualmente trabalham apenas com recursos naturais, no enfoque de pesquisa participativa. Com alguns princípios básicos e muita vontade de trocar experiências com comunidades locais, tem sido surpreendente a maneira como alguns pesquisadores vêm participando do projeto em que uma dinâmica pouco usual para aqueles acostumados com o estudo das ciências naturais tem sido aplicada. Ou seja, não chegar com soluções prontas e acabadas para a comunidade local, ter a paciência de escutar, de conhecer as pessoas, seu modo de vida para daí definir qual a melhor maneira de compartilhar o conhecimento.

Agradecimentos

Agradecimentos especiais aos membros da Comunidade Água Boa 2, em nome de Da. Lúcia e Sr. Cido, Sr. Antonio e Da. Geralda e Sr. André e Da. Irene. À diretoria do STR de Rio Pardo de Minas, em especial, a seus diretores José Maria, Eliseu, Elmy e ao técnico Moisés. Ao CAA-NM em particular ao Álvaro Carrara, Carlos Dayrel e Tsé. À professora Delma Pessanha Neves (UFF), ao professor Antonio Carlos Souza Lima (MN/UFRJ) e à professora Lúcia Helena Cunha dos Anjos, pela estrutura de base que levou a essa linha de pesquisa. Aos estudantes Sueli Gomes, Isabela Lustz, Washington Luis de Oliveira, Wanderson Henrique e Laura Cavechia, pelo apoio às atividades do projeto. A todos os membros da equipe do projeto pela dedicação e companheirismo.

Referências

- ALBUQUERQUE, U. P.; LUCENA, R. F. P. Métodos e técnicas para coleta de dados. In: ALBUQUERQUE, U. P.; LUCENA, R. F. P. (Org.). **Métodos e técnicas na pesquisa etnobotânica**. Recife: Livro Rápido: NUPEEA, 2004. p. 37-62.
- ALFONSO, J. M. **La investigación en antropología social**. Barcelona: Ariel, 1990. 237 p.
- BECKER, H. S. **Métodos de pesquisa em ciências sociais**. 4. ed. São Paulo: Hucitec, 1999. 178 p.
- CALDERANO FILHO, B. **Visão sistêmica como subsídios para o planejamento ambiental da microbacia do Córrego Fonseca**. 2003. 240 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- CAPORAL, R. F.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia**: alguns conceitos e princípios. Brasília: MADA: SAF: DATER-IICA, 2004. 24 p.
- CHAMBERS, R. The origins and practice of participatory rural appraisal. **World Development**, v. 22, p. 953-969, 1994.
- CANUTO, J. C. **Metodologia da pesquisa participativa em agroecologia**. 2005. Disponível em: <http://www.pronaf.gov.br/dater/arquivos/21_metodologia_da_pesquisa_participativa_em_agroecologia.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2008.

CORREIA, J. R. **Pedologia e conhecimento local**: proposta metodológica de interlocução entre saberes construídos por pedólogos e agricultores em área de Cerrado em Rio Pardo de Minas, MG. 2005. 234 p. Tese (Doutorado) - Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica. Disponível em: <http://bbeletronica.cpac.embrapa.br/versaomodelo/html/2005/teses/correia_01.shtml>. Acesso em: 15 out. 2007.

CORREIA, J. R.; LIMA, A. C. S.; ANJOS, L. H. C. O trabalho do pedólogo e sua relação com comunidades rurais: observações com agricultores familiares no norte de Minas Gerais. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, v. 21, n. 3, p. 447-467, set./dez. 2004.

CORREIA, J. R.; ANJOS, L. H. C.; LIMA, A. C. S.; NEVES, D. P.; TOLEDO, L. O.; CALDERANO FILHO, B. C.; SHINZATO, E. Relações entre o conhecimento de agricultores e de pedólogos: estudo de caso em Rio Pardo de Minas, MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 5, p. 1045-1057, 2007.

D'ANGELIS FILHO, J. S.; DAYRELL, C. A. Ataque aos cerrados: a saga dos geraizeiros que insistem em defender o seu lugar. **Cadernos do CEAS**, n. 222, p. 17-46, 2006.

DENEVAN, W. Prehispanic Agricultural Methods as Models for Sustainability. **Advances in Plant Pathology**, v. 11, p. 21-43, 1995.

ELLEN, R. F. **Ethnographic research**: a guide to general conduct. London: Academic Press, 1984. 403 p.

FREITAS, F. O. **Descrição e análise de material vegetal de sítios arqueológicos da região de Januária, Minas Gerais**. 1996. 83 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Chuva acumulada mensal x chuva normal climatológica 61-70**: estação climatológica de Salinas, MG. Disponível em <<http://www.inmet.gov.br>>. Acesso em: 20 jul. 2007.

NICHOLLS, C. I.; ALTIERI, M. A.; DEZANET, A.; FEISTAUER, D.; LANA, M. A.; BAPTISTA, M. O.; OURIKES, M. **Método agroecológico rápido e de fácil acesso na estimativa da qualidade do solo e saúde do cultivo em vinhedos**. Material didático do Workshop Fundamentos em Agroecologia na Rede de Projetos de Agricultura Orgânica da Embrapa Agrobiologia, 2004. 19 p.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1995. 65 p.



Cerrados

Apoio



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



CGPE 7188