

CERRADO

ecologia e caracterização



Editores Técnicos
Ludmilla Moura de Souza Aguiar
Amabílio José Aires de Camargo

Embrapa

CERRADO

ecologia e caracterização

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

CERRADO

ecologia e caracterização

Editores Técnicos

Ludmilla Moura de Souza Aguiar

Amabílio José Aires de Camargo

*Embrapa Informação Tecnológica
Brasília, DF
2004*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Cerrados

BR 020, Km 18, Rodovia Brasília/Fortaleza
Caixa Postal 08223
CEP 73301-970 – 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 70707-901 – Brasília-DF
Fone: (61) 3448-4236
Fax: (61) 3448-2494
www.sct.embrapa.br/liv
vendas@sct.embrapa.br

Supervisão editorial

Nilda Maria da Cunha Sette

Revisão de texto

Maria Helena Gonçalves Teixeira

Normalização bibliográfica

Shirley da Luz Soares

Projeto Gráfico e editoração eletrônica

Wellington Cavalcanti

Capa

Chaile Cherne Soares Evangelista

Fotos da capa

Chaile Cherne Soares Evangelista

Tratamento de imagens

Wellington Cavalcanti

1ª edição

1ª impressão (2004): 1.000 exemplares

2ª impressão (2007): 1.000 exemplares

3ª impressão (2012): 1.000 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: ecologia e caracterização / editores técnicos
Ludmilla Moura de Souza Aguiar, Amálio José Aires de
Camargo. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados ; Brasília :
Embrapa Informação Tecnológica, 2004.
249 p. : il. color.

ISBN 85-7383-261-4

1. Cerrado - ecologia. I. Aguiar, Ludmilla Moura de Souza. II.
Camargo, Amálio José Aires de.

577.48 - CDD 21

© Embrapa 2004

Autores

Ailton Teixeira do Vale

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia
Universidade de Brasília
Departamento de Engenharia Florestal
Cx. Postal 04508 CEP 70910-970 Brasília - DF
E-mail: atvale@unb.br

Amabílio J. A. de Camargo

Biólogo, M.Sc. em Ecologia
Embrapa Cerrados
BR 020, Km 18, Rod. Brasília-Fortaleza
Cx. Postal 08223 CEP 73301-970 Planaltina - DF
E-mail: amabilio@cpac.embrapa.br

Antônio José Maia Guimarães

Engenheiro agrônomo
Mestre em Ecologia e Conservação dos Recursos Naturais
Universidade Federal de Uberlândia - UFU
Instituto de Biologia
Rua Cel. José Ferreira Ives nº 250
CEP 38444-092 Araguari - MG
E-mail: natureza@quantica.com.br

Camilo Cavalcante de Souza

Eng. Florestal, M.Sc.

Consultor do Ministério do Meio Ambiente - MMA

Esplanada dos Ministérios Bloco B sala 911

CEP 70068-900 Brasília - DF

E-mail: camilo.souza@mma.gov.br

Carlos Eduardo Lazarini da Fonseca

Eng. Agrônomo, Ph.D. em Genética de Populações

Embrapa Sede

Parque Estação Biológica - PqEB S/N Edifício Sede

CEP 70770-901 Brasília - DF

E-mail: lazarini@sede.embrapa.br

Glein Monteiro de Araújo

Biólogo, Doutor em Ecologia

Universidade Federal de Uberlândia - UFU

Instituto de Biologia

Campus Umuarama

CEP 38400-902 Uberlândia - MG

E-mail: glein@ufu.br

Helena Castanheira de Moraes

Doutora em Ecologia

Coordenadora do Programa de Pós-graduação em Ecologia da UnB

Universidade de Brasília

Departamento de Ecologia, Instituto de Ciências Biológicas

Cx. Postal 04508 CEP 70910-970 Brasília - DF

E-mail: morais@unb.br

Heloisa Sinátora Miranda

Doutora em Biofísica

Professora-Adjunta da UnB

Universidade de Brasília

Departamento de Ecologia

Cx. Postal 04508 CEP 70910-970 Brasília - DF

E-mail: hmiranda@unb.br

Henrique Cruvinel Borges Filho
Engenheiro Florestal
Universidade de Brasília
Departamento de Engenharia Florestal
Cx. Postal 04508 CEP 70910-970 Brasília - DF
E-mail: cruvinel@unb.br e bsbcruvinel@bol.com.br

Ivone R. Diniz
Professora-Adjunta, Doutora em Ecologia
Universidade de Brasília
Departamento de Zoologia, Instituto de Ciências Biológicas
Cx. Postal 04508 CEP 70910-970 Brasília - DF
E-mail: irdiniz@unb.br

Jader Marinho-Filho
Professor Titular, Doutor em Ecologia
Universidade de Brasília
Departamento de Zoologia
Cx. Postal 04508 CEP 70910-970 Brasília - DF
E-mail: jmarinho@unb.br

Jeanine Maria Felfili
Professora-Adjunta, Ph.D. em Ecologia Florestal
Universidade de Brasília
Departamento de Engenharia Florestal
Cx. Postal 04508 CEP 70910-970 Brasília - DF
E-mail: felfili@unb.br

José Felipe Ribeiro
Biólogo, Ph.D. em Ecologia
Embrapa Cerrados
BR 020, Km 18, Rod. Brasília-Fortaleza
Cx. Postal 08223 CEP 73301-970 Planaltina - DF
E-mail: felipe@cpac.embrapa.br

Ludmilla Moura de Souza Aguiar

Bióloga, Doutora em Ecologia

Embrapa Cerrados

BR 020, Km 18, Rod. Brasília-Fortaleza

Cx. Postal 08223 CEP 73301-970 Planaltina - DF

E-mail: ludmilla@cpac.embrapa.br

Margarete Naomi Sato

Bióloga, Mestre em Ecologia

Universidade de Brasília

Departamento de Ecologia

Cx. Postal 04508 CEP 70910-970 Brasília - DF

E-mail: nsato@unb.br

Maria Lucia Meirelles

Bióloga, Doutora em Ecologia

Embrapa Cerrados

BR 020, Km 18, Rod. Brasília-Fortaleza

Cx. Postal 08223 CEP 73301-970 Planaltina - DF

E-mail: lucia@cpac.embrapa.br

Mundayatan Haridasan

Engenheiro Agrônomo, Ph.D. em Física do Solo

Universidade de Brasília

Departamento de Ecologia

Cx. Postal 04508 CEP 70910-970 Brasília - DF

E-mail: hari@unb.br

Regina Célia de Oliveira

Bióloga, Doutoranda em Biologia Vegetal

Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP

Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Parque Estação Biológica

W5 Norte Final Brasília - DF

E-mail: regina@cenargen.embrapa.br

Ricardo Bomfim Machado

Biólogo, Doutor em Ecologia

Diretor de Planejamento para Conservação

Conservation International do Brasil

SAUS Qd 3 lote 2 Bloco C Ed. Business Point - 715/722

CEP 70070-434 Brasília - DF

E-mail: r.machado@conservation.org.br

Rosana Pinheiro Rezende

Bióloga, Mestranda em Ciências Florestais - UnB

Embrapa Cerrados

BR 020, Km 18, Rod. Brasília-Fortaleza

Cx. Postal 08223 CEP 73301-970 Planaltina - DF

E-mail: rpinrezende@uol.com.br

Saulo Marques de Abreu Andrade

Biólogo, Mestre em Ecologia

Universidade de Brasília

Departamento de Ecologia

Cx. Postal 04508 CEP 70910-970 Brasília - DF

E-mail: saulo@unb.br

Suzana Machado Padua

Educadora Ambiental, Doutoranda do Centro de Desenvolvimento Sustentável - UnB,

Presidente do Instituto de Pesquisas Ecológicas - IPÊ

Cx. Postal 47 - Moinho CEP 12960-000 Nazaré Paulista - SP

E-mail: ipe@alternex.com.br

Apresentação

Cerrado é um bioma brasileiro bastante peculiar por sua constituição em mosaicos de formações vegetais que variam desde campos abertos até formações densas de florestas e que podem atingir os 30 metros de altura. Com uma extensão de 1,8 milhão de km², é o segundo maior bioma brasileiro. A riqueza de espécies tanto da flora quanto da fauna é muito expressiva, representando cerca de 30% da biodiversidade brasileira.

A Embrapa Cerrados desenvolve, em conjunto com as pesquisas de produção vegetal e animal, pesquisas voltadas para a caracterização, conservação, recuperação e desenvolvimento sustentável do Cerrado. Para que esses objetivos sejam alcançados, é importante o domínio do conhecimento sobre os processos ecológicos que regem a estruturação e o funcionamento das relações bióticas e abióticas no bioma, não apenas para mitigar impactos sobre sua diversidade, mas para executar de forma sustentada a utilização dos recursos naturais.

A Embrapa tem por tradição trabalhar em parceria com outras instituições de pesquisa. É sempre um privilégio reunir um grupo multidisciplinar de pesquisadores do Cerrado e consolidar resultados como os deste livro que, com certeza, será de enorme valor em ações que contribuirão efetivamente na conservação, na recuperação, na manutenção e no uso dos recursos naturais do Cerrado.

Roberto Teixeira Alves

Chefe-Geral da Embrapa Cerrados

Sumário

Capítulo 1

A Diversidade Biológica do Cerrado	17
Introdução	17
Diversidade por grupos taxonômicos	23
A conservação do Cerrado	29
Conclusões	37
Referências Bibliográficas	38

Capítulo 2

Impactos sobre o Estrato Herbáceo de Áreas Úmidas do Cerrado	41
Introdução	41
Impacto do pastoreio sobre o estrato herbáceo de uma Vereda em Uberlândia-MG	44
Impacto no estrato herbáceo de um Campo Úmido depois da introdução de áreas agrícolas adjacentes em Balsas-MA	53
Impactos das variações na altura do lençol freático sobre o estrato herbáceo de Campo Úmido e Vereda em Planaltina-DF	57
Considerações finais	64
Referências Bibliográficas	65

Capítulo 3

Queimadas de Cerrado: caracterização e impactos	69
Introdução	69
Queimadas de Cerrado	70
Impacto na vegetação herbácea	75
Impacto na vegetação lenhosa	79
Recuperação da biomassa posterior à queima	87
A influência do fogo no Cerrado sobre a ciclagem de nutrientes	91
Carga de combustível e conteúdo de nutrientes	93
Conteúdo de nutrientes na cinza incorporada ao solo	96
Perda de nutrientes durante a queimada	98
Perda de folhas da camada lenhosa e conteúdo de nutrientes	98
Efeitos sobre o solo	99
Incorporação de nutrientes ao solo	101
Acúmulo de nutrientes na biomassa da camada rasteira depois da queima	102
Acúmulo de nutrientes na biomassa da camada lenhosa depois da queima	104
Impacto na fauna	106
Considerações finais	112
Referências Bibliográficas	114

Capítulo 4

Monitoramento da diversidade de mariposas (Lepidoptera) em áreas agrícolas	125
Introdução	125
Biogeografia	127
Diversidade biológica do Cerrado	131
Monitoramento da Biodiversidade em projeto agrícola:	
Balsas-MA	133
Resultados	134
Abundância e riqueza	134
Diversidade biológica	138
Eqüitabilidade	139
Similaridade entre as áreas	140
Constância e dominância	146

Considerações finais e razões para a conservação	148
Espécies dominantes nas áreas cultivadas	151
Espécies dominantes na borda (Cerrado/lavoura)	151
Espécies dominantes nas áreas de reserva (Cerrado)	152
Espécies dominantes nas áreas de matas	153
Principais espécies-praga presentes nas áreas estudadas	154
Referências Bibliográficas	155

Capítulo 5

Herbívoros e herbivoria no Cerrado: lagartas como exemplo	159
Introdução	159
A fauna de lagartas	162
Variação na abundância de insetos herbívoros durante o ano	166
Variação nos danos foliares	171
Comentários finais.....	171
Agradecimentos	173
Referências Bibliográficas	173

Capítulo 6

Potencial econômico da biodiversidade do Cerrado: estádio atual e possibilidades de manejo sustentável dos recursos da flora	177
A riqueza do Cerrado: diversidade e utilidade	177
Recursos naturais sobre pressão	183
O Cerrado como fonte de energia	192
Comercialização das plantas nativas de Cerrado.....	196
Princípios para o aproveitamento econômico da biodiversidade do Cerrado em bases sustentáveis.....	204
Potencial do bioma Cerrado para o desenvolvimento de atividades extrativistas sustentáveis por meio de políticas públicas	206
Alternativas de manejo	207
Agradecimentos	213
Referências Bibliográficas	214
Anexo 1	218

Capítulo 7

Educação ambiental e participação: estratégias para a preservação e para a conservação ambiental	221
Introdução	221
Educação ambiental	223
Conceitos-chave	226
Envolvimento das comunidades locais	232
Identificação de problemas	232
Reflexão sobre os potenciais e identificação de valores locais	233
Idealização da solução dos problemas identificados ..	234
Desenvolvimento de estratégias	234
Parcerias	235
Avaliação das estratégias desenvolvidas	235
Estudos de Caso	237
Modelo participativo desenvolvida pelo IPÊ - Instituto de Pesquisas Ecológicas	237
A pesquisa-ação para o envolvimento em programas de recuperação e conservação	241
Conclusões	244
Referências Bibliográficas	246

A Diversidade Biológica do Cerrado

Ludmilla Moura de Souza Aguiar

Ricardo Bomfim Machado

Jader Marinho-Filho

Introdução

O Brasil é considerado como um dos países de maior diversidade biológica por abrigar cerca de 10% das formas viventes no planeta (Myers et al., 2000). Para uma estimativa total de aproximadamente 15 milhões de espécies existentes, a diversidade biológica brasileira pode representar algo como 1,5 milhão de espécies, entre vertebrados, invertebrados, plantas e microrganismos.

Toda essa riqueza está distribuída em diversos ecossistemas florestais, não florestais, aquáticos, montícolas, costeiros e marinhos que existem no País. O segundo maior bioma brasileiro é o Cerrado, um mosaico de formações vegetais que variam desde campos abertos até formações densas de florestas que podem atingir os 30 metros de altura (Eiten 1972, 1994; Ribeiro & Walter, 1998). A cobertura arbórea e a densidade de árvores podem variar bastante entre as fisionomias, mas se observa um gradiente de valores entre as áreas campestres e as áreas florestais (Tabela 1).

Tabela 1. Estrutura básica da vegetação nas principais fitofisionomias do Cerrado.

	Campo	Cerrado	Cerradão
Número de árvores/ha	203	911	2231
Cobertura arbórea (%)	6	34	93
Número de espécies arbóreas	26	66	81

Fonte: Mendonça et al. (1998).

O Cerrado ocupa uma área de aproximadamente 1,8 milhão de km² (cerca de 21% do território brasileiro) e corta diagonalmente o País no sentido nordeste-sudoeste (Fig. 1). A área central do Cerrado limita-se com quase todos os biomas, à exceção dos Campos Sulinos e os ecossistemas costeiro e marinho, mas existem também encraves de Cerrado na Amazônia, na Caatinga e na Mata Atlântica (por exemplo, na região de Barbacena, MG). Tais áreas são remanescentes de um processo histórico e dinâmico de contração e expansão das áreas de Cerrado e de florestas, provocado por alterações climáticas ocorridas no passado.

Em tempos mais frios e secos do que se observa atualmente, o Cerrado provavelmente avançou sobre áreas hoje tipicamente florestais, como a Amazônia e a Mata Atlântica (Fig. 2). Por sua vez, durante períodos mais quentes e úmidos do que o atual, formações florestais também invadiram o Cerrado (Silva, 1995). Hoje a configuração dos ecossistemas é produto do que poderíamos chamar de “clima intermediário”.



Fig. 1. Distribuição do bioma Cerrado no Brasil, representado em cor laranja.
Fonte: Mapa de Vegetação do Brasil – IBGE (1993).



Fig. 2. Distribuição hipotética do Cerrado há 10 mil anos.

Fonte: Adaptado de Ab'Sáber (1977).

Essa dinâmica histórica provocou grandes transformações na biodiversidade do Cerrado. Silva (1995) sugere que espécies de aves da Mata Atlântica e da Amazônia tenham invadido o Cerrado pelas porções

sudeste e noroeste, respectivamente. Segundo esse autor, aproximadamente 82,6% das 837 espécies de aves citadas para esse bioma são dependentes, em maior ou menor grau, das áreas florestais. Embora tenha sido suposto que a maior parte das aves do Cerrado sentido restrito (Ribeiro & Walter, 1998) evoluíram de formas florestais (Sick, 1966), houve grande “enriquecimento” de espécies no Cerrado a partir das contribuições dos biomas vizinhos nesses processos de expansão e contração.

Fonseca & Redford (1984) estimaram que mais de 50% das espécies de mamíferos terrestres não voadores do Cerrado estão associados às Matas de Galeria. Marinho-Filho & Gastal (2000), em estudo mais recente, incluindo morcegos e formas semi-aquáticas e aquáticas, revelaram que esse número pode ser muito maior, chegando a 82% das espécies de mamíferos que mantêm alguma associação com as Matas de Galeria e que correspondem à parte dos ambientes florestais existentes no Cerrado.

Entretanto, a dinâmica savanas-florestas também ocasionou a perda de espécies. Cartelle (1994) indica que no Cerrado havia uma fauna de mamíferos mais diversificada do que a atual. Várias e magníficas espécies pastavam no Cerrado até bem recentemente. Foi durante o último período glacial, entre 12 e 20 mil anos atrás (o que pode ser considerado recente em termos geológicos ou evolutivos) que mamíferos como *Eremotherium laurillardi* (um tipo de preguiça-gigante) ou *Haplophorus euphractus* (um grande tatu) ou ainda *Toxodon platensis* (um animal assemelhado ao rinoceronte) (Fig. 3), desapareceram no Brasil. Hoje, o maior mamífero encontrado é a anta (*Tapirus terrestris*) que não é restrita a esse bioma.

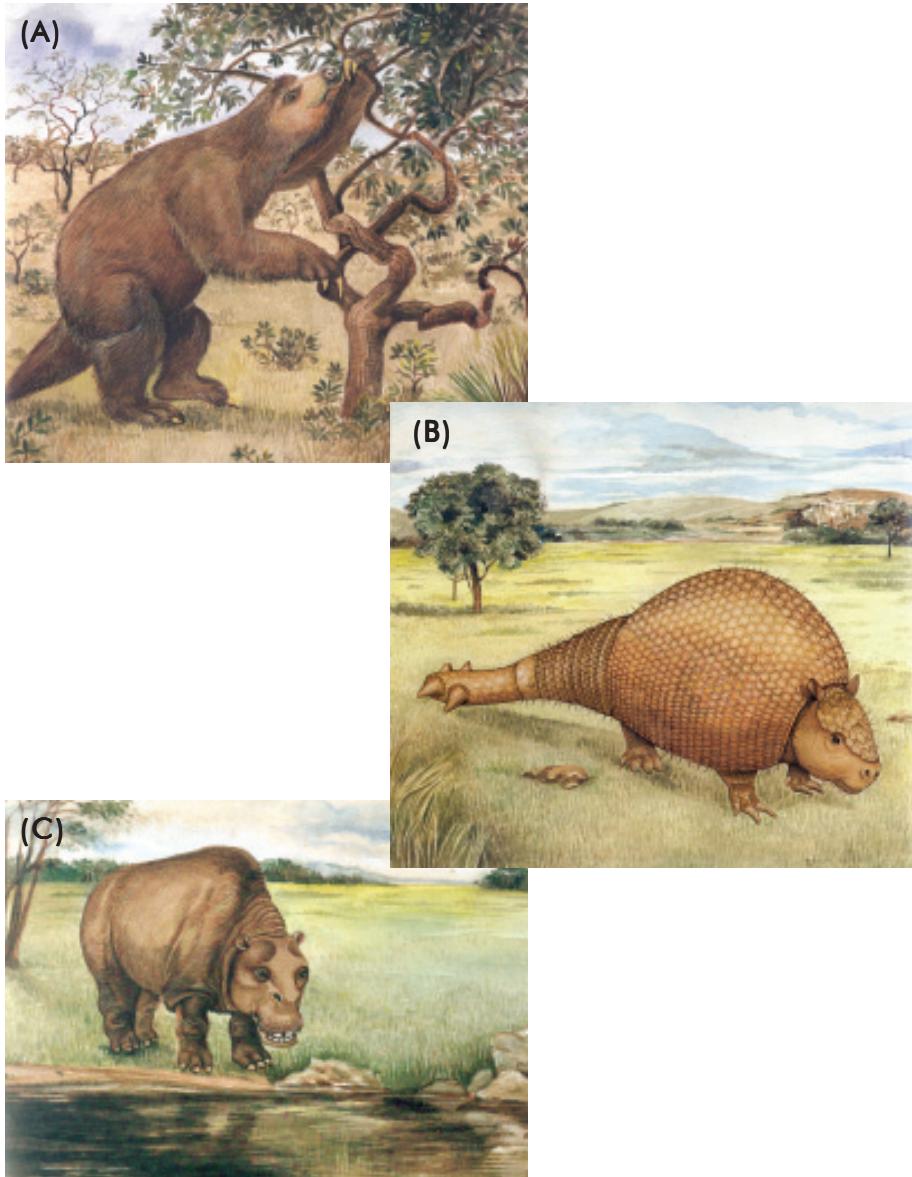


Fig. 3. Representantes da megafauna, extintos no último período glacial. As espécies representadas são: (A) *Eremotherium laurillardi*, (B) *Haplophorus euphractus*, (C) *Toxodon platensis*.

Fonte: Cartele (1994).

Mesmo considerando essa diminuição na diversidade biológica, que provavelmente também afetou outros grupos, a riqueza de espécies no Cerrado ainda é muito expressiva, podendo representar 33% da diversidade biológica do Brasil (Tabela 2).

Tabela 2. Estimativa de riqueza dos principais grupos taxonômicos no Cerrado.

Grupo	Cerrado	Brasil (%)	Brasil	Mundo
Plantas	6.600	12,0	55.000	280.000
Mamíferos	212	40,5	524	4.600
Aves	837	49,9	1.600	9.700
Répteis	180	38,5	468	6.500
Anfíbios	150	29,0	517	4.200
Peixes	1.200	45,0	2.700	24.800
Invertebrados	67.000	20,0	335.000	?

Fonte: Shepherd (2000), Silva (1995), Brandão et al. (1999), Colli et al. (1998) e Mittermeier et al. (1997).

Diversidade por grupos taxonômicos

Apesar da imprecisão dos dados e da divergência entre os autores, acredita-se que existam aproximadamente 7000 espécies de angiospermas no Cerrado (Shepherd (2000), mas esse número pode chegar a 10 mil (Myers et al., 2000). O grupo é de longe o mais diversificado entre as plantas (Tabela 3). Segundo Lenthall et al., 1999 (citado

por Batalha & Martins, 2002), 80% das árvores estudadas em 254 localidades são exclusivas do Cerrado. Em termos gerais, Myers et al. (2000) indicam um nível de endemismo de 44% para as plantas vasculares.

Tabela 3. Diversidade das ordens de mamíferos com ocorrência no Cerrado, número de espécies endêmicas e ameaçadas de extinção.

Grupo	Espécies	Endêmicas	Ameaçadas
Didelphiomorpha	17	2	
Edentata	11		3
Chiroptera	80	1	3
Primates	7		
Carnívora	22		10
Cetácea	2		
Perissodactyla	1		
Artiodactyla	6		1
Rodentia	52	16	4
Lagomorpha	1		
Total	199	19	21

Fontes: Marinho-Filho et al. (2002), Myers et al. (2000), Sabino & Prado (2000) e Brasil (2003).

Boa parte dessa riqueza pode ser explicada pela existência de um mosaico natural de ecossistemas que compartilham a paisagem do Cerrado. De acordo com Mendonça et al. (1998), cerca de 35% das plantas do

Cerrado são típicas da formação Cerrado sentido restrito, 30% das espécies de plantas do Cerrado são de Matas de Galeria, 25% de áreas campestres e 10% ainda não estão classificadas (Fig. 4). Entretanto, é importante ressaltar que os registros existentes para as plantas, no bioma Cerrado, são muito deficientes e concentrados em poucas regiões, como São Paulo (Shepherd, 2000) ou Brasília (Mendonça et al., 1998).

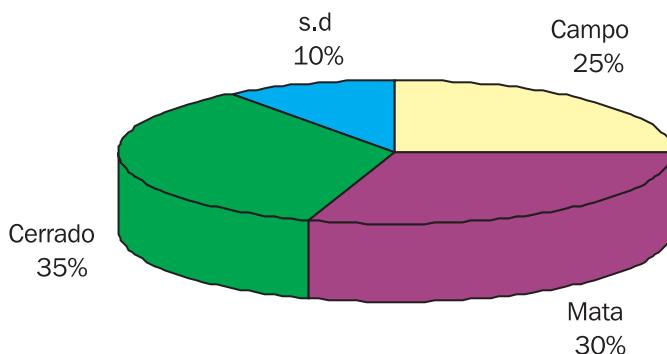


Fig. 4. Distribuição das espécies de plantas em função dos principais ambientes do Cerrado.

Fonte: Mendonça et al. (1998). S.d. = sem dados.

Entre os mamíferos, a riqueza desse bioma pode chegar a 199 espécies (Myers et al., 2000; Marinho-Filho et al., 2002), e o grupo mais diversificado é o dos morcegos, com 81 espécies registradas até o momento (Tabela 4). O nível de endemismo dos mamíferos do Cerrado pode ser considerado baixo se comparado aos outros grupos, pois somente 8% das espécies são exclusivas (Tabela 4).

Entretanto, é importante ressaltar que a sistemática do grupo, especialmente, para a ordem Rodentia e Chiroptera ainda é muito deficiente. Sob o ponto de vista da conservação, na nova lista das espécies ameaçadas de extinção (Brasil, 2003) constam 21 espécies oficialmente reconhecidas como ameaçadas de extinção.

Tabela 4. Diversidade das ordens de aves com ocorrência no Cerrado, número de espécies endêmicas e ameaçadas de extinção.

Grupo	Espécies	Endêmicas	Ameaçadas
Não passeriformes	382	8	10
Passeriformes	455	21	13
Total	837	29	23

Fontes: Silva (1995), Myers et al. (2000), Sabino & Prado (2000) e Brasil (2003).

No caso das aves, a riqueza estimada para o bioma é de 837 espécies (Silva, 1995), embora descrições de novas formas ainda estejam acontecendo. Recentemente foi descoberta uma nova espécie de tiranídeo, *Suiriri islerorum* (Zimmer et al., 2001), na porção oeste do bioma, divisa com a Bolívia. Silva (1995) também indica que o nível de endemismo das aves do Cerrado é baixo, chegando a aproximadamente 4% do total de espécies registradas.

Apesar do baixo endemismo, o número de espécies de aves que pode ser encontrada em diferentes localidades varia grandemente. Cavalcanti (1999) analisou a composição das comunidades de aves em seis localidades do

bioma e verificou que 50% das espécies ocorrem em somente um ou dois dos locais abordados. Para o grupo, 23 espécies são consideradas como ameaçadas de extinção (Tabela 4). O número representa um aumento de 11 espécies em relação à lista anterior (Bernardes et al., 1990).

A diversidade dos répteis é igualmente expressiva para o Cerrado e o número de espécies endêmicas é bastante elevado, mas varia de um grupo ao outro. Para as anfíbios, o número de espécies endêmicas é de 53% e para os lagartos é de 25% (Tabela 5). De acordo com Myers et al. (2000), Sabino & Prado (2000) Araújo & Colli (1998), a diversidade de répteis pode chegar a 177 espécies, sendo o grupo das serpentes o mais diversificado (Tabela 5). Em relação às espécies ameaçadas de extinção, apenas um táxon consta na lista oficial do IBAMA, o *Placosoma cipoense* (lagartinho-do-cipó).

Tabela 5. Diversidade das ordens de répteis com ocorrência no Cerrado, número de espécies endêmicas e ameaçadas de extinção.

Grupos	Espécies	Endêmicas	Ameaçadas
Anfíbios	15	8	
Sauria	48	12	1
Quelônios	10		
Crocodylia	5		
Serpentes	99	?	
Total	177	20	1

Fontes: Myers et al. (2000), Sabino & Prado (2000), Araújo & Colli (1998) e Brasil (2003).

Apesar de as pesquisas e o conhecimento básico sobre a diversidade biológica do Cerrado serem ainda incipientes, é possível ter-se uma idéia da riqueza potencial existente no bioma. Em relação ao Brasil, no Cerrado, ocorrem a metade das espécies de aves, 45% dos peixes, 40% dos mamíferos e 38% dos répteis (Tabela 3). Mesmo considerando as espécies como unidade representativa da biodiversidade (outra forma de representá-la seria por intermédio das formas geográficas), a riqueza do Cerrado é muito expressiva. Dias (1996) estima que nada menos do que 320 mil espécies ocorram no Cerrado. Esse valor representa cerca de 30% de tudo o que existe no Brasil, pelo menos, segundo as estimativas realizadas. Os principais grupos taxonômicos encontram-se bem representados no Cerrado (Tabelas 2 a 8).

Tabela 6. Diversidade das ordens de peixes com ocorrência no Cerrado, número de espécies endêmicas e ameaçadas de extinção.

Composição Ictiofauna	Espécies	Total (%)
Chariciformes	158	831,6
Gymnotiformes	15	78,9
Siluriformes	114	600,0
Cyprinodontiformes	19	100,0
Cichlidae	26	136,8
Outros	18	94,7
Total	350	

Fontes: Myers et al. (2000), Sabino & Prado (2000) e Araújo & Colli (1998).

Tabela 7. Diversidade das ordens de anfíbios com ocorrência no Cerrado.

Ordens	Espécies
Apoda	2
Anura	148
Total	150

Fontes: Myers et al. (2000), Sabino & Prado (2000) e Araújo & Colli (1998).

Tabela 8. Diversidade de espécies de algumas ordens de insetos com ocorrência no Cerrado.

Grupo	Cerrado	Brasil	(%)
Lepidóptera	10.000	26.016	38,4
Cupins	103	290	35,5
Abelhas	820	2400	34,2
Vespas sociais	129	547	23,6
Formigas	100	2500	4,0

A conservação do Cerrado

O estado de conservação do Cerrado brasileiro sempre foi muito precário e somente depois da realização do Seminário “Ações e áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade do Pantanal e Cerrado” (Brasil, 1999) é que ações mais concretas foram tomadas, para a definição de uma política de conservação para o bioma. Em função de suas boas condições de topografia, tipo de terreno e facilidade de desmatamento, o Cerrado representa a principal região brasileira produtora de grãos

e gado de corte do Brasil. Com a ocupação das terras do Cerrado para a produção agrícola, as áreas nativas foram sendo removidas em uma escala muito acelerada, especialmente, nas últimas décadas. Dias (1994) estimou há nove anos que 37% do Cerrado já estava alterado. Pouco tempo depois, Mantovani & Pereira (1998) calcularam que 49% da área estava fortemente antropizada no bioma, demonstrando que os principais remanescentes do Cerrado estavam concentrados em sua porção nordeste (Fig. 5). Myers et al. (2000), dois anos depois, mencionam que nada menos do que 80% da área original do Cerrado já deveria ter sido convertida para áreas antrópicas, restando apenas 20% de áreas consideradas originais ou pouco perturbadas.

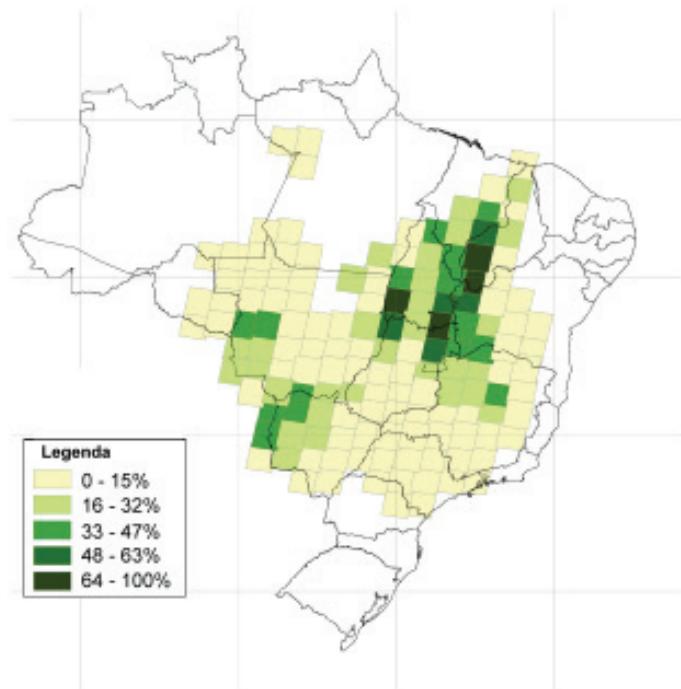


Fig. 5. Estimativa da integridade da cobertura vegetal nativa do bioma Cerrado.

Fonte: Mantovani & Pereira (1998).

Comparando-se esses números e considerando-se uma área original de 1,8 milhão de km², em apenas seis anos, a área desmatada do Cerrado aumentou 218%, passando de 660.000 km² (Dias, 1994) para 1.440.000 km² (Myers et al., 2000). Analisando-se essas estimativas, verifica-se perda de 9,75 milhões de hectares ao ano, em média. A situação é bastante preocupante, pois o estado de conservação do Cerrado sempre foi muito precário.

Se forem consideradas apenas as unidades de conservação de proteção integral (as unidades de conservação que formam a base do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza), percebe-se que a área protegida no bioma correspondia a apenas 1,5% até o ano de 1998 (Tabela 9). Somando-se as unidades de uso sustentável (que englobam as Reservas Extrativistas, Florestas, Áreas de Proteção Ambiental, Áreas de Relevante Interesse Ecológico e as Reservas Particulares do Patrimônio Natural), o percentual do Cerrado que se encontra protegido representava pouco mais de 3% de sua área original (Tabela 9).

A partir de 1998, quando se organizou um seminário sob a coordenação do Ministério do Meio Ambiente para a definição das áreas prioritárias para a conservação do Cerrado e do Pantanal (Brasil, 1999), pesquisadores e cientistas propuseram uma série de áreas prioritárias para a conservação nesses biomas. Ao todo, 87 áreas foram definidas como prioritárias e classificadas em quatro níveis de importância (Fig. 6). As recomendações resultantes do encontro tornaram-se a Política Pública de conservação do Cerrado, tendo sido oficializadas por meio de uma Portaria Ministerial (Portaria MMA 298/99) e firmado um Termo de

Compromisso, entre o MMA, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – Ibama –, Fundo Nacional do Meio Ambiente – FNMA – e Instituto de Pesquisas do Jardim Botânico do Rio de Janeiro – IPJB-RJ.

Tabela 9. Comparação entre o status de proteção do Cerrado por meio de Unidades de Conservação (federais, estaduais e particulares) entre os períodos anteriores a 1998 e após essa data.

Até 1998

	Número	Área	Cerrado (%)
Proteção integral	40	2.727.500,0	1,52
Uso sustentável	24	2.457.031,0	1,37
RPPN	47	40.228,2	0,02
Subtotal	111	5.224.759,2	2,90

Após 1998

	Número	Área	Cerrado (%)
Proteção integral	8	1.964.566,0	1,09
Uso sustentável	5	684.178,7	0,38
RPPN	53	38.850,6	0,02
Subtotal	66	2.687.595,3	1,49

Geral	Número	Área	Cerrado (%)
Proteção integral	48	4.692.066,0	2,61
Uso sustentável	29	3.141.209,7	1,75
RPPN	100	79.078,7	0,04
TOTAL	177	7.912.354,5	4,40

Cerrado: ecologia e caracterização

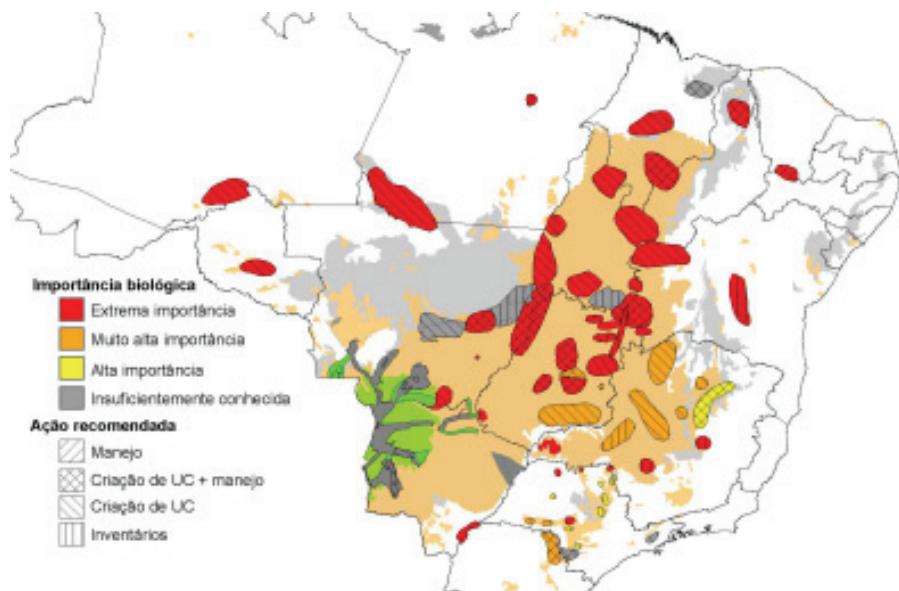


Fig. 6. Áreas prioritárias para a conservação do Bioma Cerrado e do Pantanal Mato-Grossense.

Fonte: Brasil (1998).

Nesse Termo de Compromisso, recomendou-se que os órgãos envolvidos se dispusessem a definir e a implementar o Zoneamento Ecológico-Econômico – ZEE – no Cerrado; propor um plano de ação integrado para os biomas, estudar e definir uma rede de áreas a ser protegida para cobrir, no mínimo, 10% de cada bioma.

Apesar dos documentos elaborados e da disposição momentânea, somente em 2001 é que o governo federal começou a criar unidades de conservação sugeridas no seminário de 1998. No Estado do Tocantins e parte da Bahia, foi criada a Estação Ecológica da Serra Geral do Tocantins, uma unidade com 716 mil hectares. O Parque

Nacional da Chapada dos Veadeiros foi ampliado de 60 mil para 235 mil hectares. Uma área expressiva, mas ainda longe dos 600 mil hectares originais da unidade. Posteriormente, o governo federal resolveu considerar a área decretada do Parque Nacional da Serra da Canastra como sendo a área a ser administrada. Com isto, a área do parque passou para 200 mil hectares (ao invés dos 75 mil comumente considerados). Por fim, no início de 2002, foi criada a maior unidade de proteção integral do Cerrado e também a maior área extra-amazônica: o Parque Nacional das Nascentes do Parnaíba, com aproximadamente 744 mil hectares. Outras propostas encontram-se em tramitação no governo e objetivam à criação de mais um parque nacional o da região de Diamantina, com área sugerida de 60 mil hectares, e uma Reserva Biológica na região do Pantanal do Nabileque, com área aproximada de 580 mil hectares.

A criação de unidades de conservação é um passo importante para a proteção da biodiversidade, mas é necessário que outras medidas sejam adotadas para consolidar essas áreas protegidas e permitir o desenvolvimento de políticas setoriais mais orientadas e menos conflitivas.

Uma importante estratégia conservacionista a ser adotada é o estabelecimento de pequenas áreas protegidas no entorno das unidades de conservação já criadas. De acordo com os princípios da "Teoria de Metapopulação" (Hanski & Gyllenberg, 1993; Hanski & Simberloff, 1997; Wiens, 1997), os pequenos fragmentos podem auxiliar a dinâmica regional das espécies, aumentando as chances de deslocamento de indivíduos entre blocos de vegetação

nativa, permitindo que determinada espécie possa ocupar maior número de fragmentos em uma dada paisagem. Essa hipótese foi testada na região de Brasília, e os resultados das simulações realizadas evidenciaram o importante papel das pequenas áreas na dinâmica regional das espécies (Machado, 2000).

Sob o ponto de vista do desenvolvimento socioeconômico, a pesquisa tecnológica e a melhoria dos padrões de produtividade agrária são fundamentais para a redução da pressão antrópica sobre as áreas remanescentes. De acordo com os dados do censo agrário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE e foram compilados pelo Instituto Sociedade, População e Natureza-ISPN (ISPN, 1998), até o início da década de 1990, o aumento da produtividade era obtido pelo aumento da área plantada (Fig. 7). A partir de 1990, houve maior produtividade de grãos por área plantada, aspecto resultante de um maior investimento em tecnologia de produção. Entretanto, a partir de 1995, tem-se observado que, a despeito do aumento na produtividade por hectare, que passou de aproximadamente 2,5 t/ha para 2,9 t/ha, a área ocupada por culturas como a soja está em franca expansão. Entre 1995 e 2002, a área utilizada nos plantios de soja dobrou de tamanho, passando de 4,3 milhões de hectares para mais de 9,5 milhões de hectares (Fig. 8).

Entretanto, é preciso, também, que algumas medidas sejam adotadas para mitigar outras formas de pressão antrópica, como a alta incidência de queimadas, pressões de caça, obtenção de lenha para as indústrias, entre outras. Uma das formas de se reverter essa situação, é a

elaboração de planejamentos específicos para as regiões mais críticas sob o ponto de vista da conservação. Nesses locais, as unidades de conservação devem ser consolidadas por meio do envolvimento das comunidades locais no processo de proteção dos remanescentes de vegetação nativa que são importantes para a manutenção dos processos ecológicos regionais. O estímulo ao desenvolvimento de atividades menos agressivas ao meio ambiente, à criação e à manutenção de reservas legais ou a reservas particulares, ao aumento do nível de consciência ambiental das pessoas e ao desenvolvimento de políticas públicas integradas são algumas das ações que podem ser implementadas tanto pelo Poder Público quanto pelo setor privado.

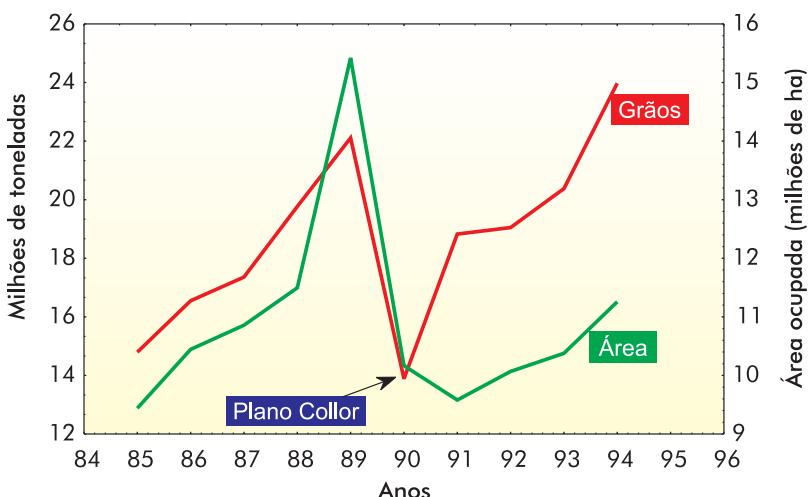


Fig. 7. Relação entre a produtividade de grãos e a área ocupada no bioma Cerrado.

Fonte: ISPNA - Instituto Sociedade, População e Natureza (1998).

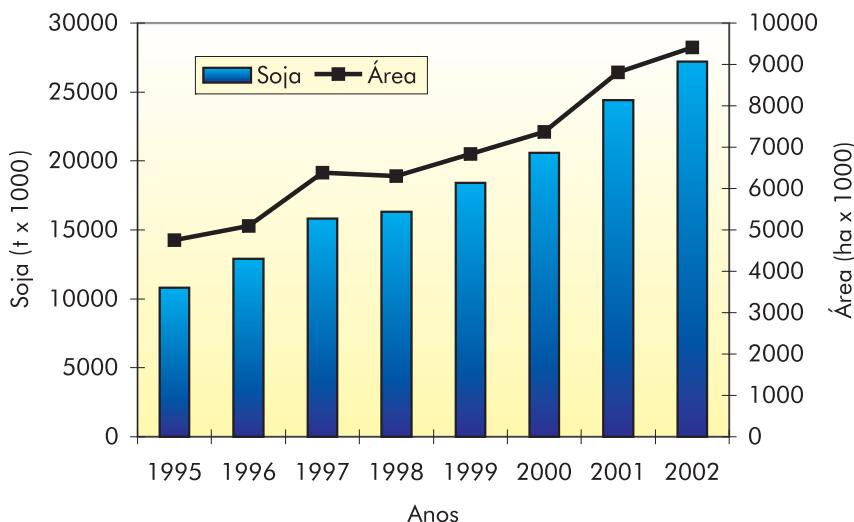


Fig. 8. Evolução da produção e área plantada por cultura de soja na Região do Cerrado.

Fonte: FNP (2003).

Conclusões

Apesar de o conhecimento científico sobre o Cerrado ser muito incipiente, mesmo para um grupo tão estudado como o das aves, é possível estimar a riqueza de espécies em pelo menos 30% do total que supostamente existe no Brasil. Talvez, nunca se saiba, com alguma precisão, qual seria a riqueza de espécies do Cerrado. Faltam: especialistas na sistemática da maioria dos grupos; recursos financeiros para as pesquisas de campo; coleções científicas para embasar o processo de catalogação das espécies; mão-de-obra para estar no campo levantando os dados, mas, sobretudo, tempo para a realização das pesquisas. Como visto acima, o Cerrado está sendo

destruído com uma velocidade muitas vezes superior à capacidade de a comunidade científica promover o conhecimento necessário para sua proteção e conservação.

A estratégia mais prudente e que tem sido empregada ainda timidamente, é a criação de unidades de conservação nos locais e regiões ainda expressivos e onde a pressão humana ainda não se fez sentir. Assim, e, talvez, com um pouco de sorte, possamos proteger uma parcela expressiva do que foi, originalmente, a biodiversidade do Cerrado.

Referências Bibliográficas

- AGUIAR, L. M. S. **Comunidades de morcegos do Cerrado no Brasil Central.** 2000. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2000.
- ARAÚJO, A. B.; COLLI, G. R. **Biodiversidade do Cerrado:** herpetofauna. Brasília, DF: [s.n.],1998. 41 p.
- BERNARDES, A. T.; MACHADO, A. B.; RYLANDS, A. B. **Fauna brasileira ameaçada de extinção.** Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 1990.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Ações prioritárias para a conservação da biodiversidade do Cerrado e Pantanal :** Mapa síntese Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF, 1998. 1 mapa, color.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Ações prioritárias para a conservação da biodiversidade do Cerrado e Pantanal.** Brasília, DF, 1999.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. 2003. Espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/sbf/fauna/index.efm>>. Acesso em: 21 set. 2003.
- CAVALCANTI, R. B. Bird species richness, turnover, and conservation in the Cerrado region of Central Brazil. In: GORIUP, P. D. (Ed.). **Ecology and conservation of grassland birds.** Cambridge: ICBP Technical Publication, 1999. p. 59-66.

Cerrado: ecologia e caracterização

DIAS, B. F. S. **A implementação da convenção sobre diversidade biológica no Brasil: desafios e oportunidades.** Campinas: [s.n.], 1996.

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

EITEN, G. The Cerrado vegetation of Brazil. **The Botanical Review**, New York, v. 38, p. 201-341, 1972.

FNP Consultoria & Agroinformativos (São Paulo, SP). **Agriannual 2003.** São Paulo: FNP, 544 p.

FONSECA, G. A. B.; REDFORD, K. H. The mammals of IBGE's Ecological Reserve, Brasília, and an analysis of the role of gallery forests in increasing diversity. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 44, p. 517-523, 1984.

HANSKI, I.; SIMBERLOFF, D. The metapopulation approach, its history, conceptual domain, and application to conservation. In: HANSKI, I. A.; SIMBERLOFF, M. E.; GILPIN, (Ed.). **Metapopulation biology: ecology, genetics, and evolution.** San Diego: Academic Press, 1997. p. 5-26.

HANSKI, I.; GYLLENBERG, M. Two general metapopulation models and the core-satellite species hypothesis. **The American Naturalist**, Chicago, v. 142, p. 17-41, 1993.

INSTITUTO SOCIEDADE, POPULAÇÃO E NATUREZA. **Diagnóstico sobre temas sociais e econômicos na região do Cerrado e Pantanal.** Brasília, DF, 1998. 33 p.

MACHADO, R. B. **A fragmentação do Cerrado e efeitos sobre a avifauna na região de Brasília-DF.** 2000. 201 f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2000.

MANTOVANI, J. E.; PEREIRA, A. **Estimativa da integridade da cobertura vegetal do Cerrado/Pantanal através de dados TM/Landsat.** Brasília, DF: [s.n.], 1998.

MARINHO-FILHO, J. S.; RODRIGUES, F. H. G.; JUAREZ, K. M. The Cerrado mammals: diversity, ecology and natural history. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. (Ed.). **The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical Savanna.** Washington: Smithsonian Institution Press, 2000. p. 266-284.

MARINHO-FILHO, J. S.; GASTAL, M. L. Mamíferos das mata ciliares dos Cerrados do Brasil Central. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação.** São Paulo: EDUSP, 2000. p. 309-222.

MARINHO-FILHO, J.; REIS, M. L.; OLIVEIRA, P. S.; VIEIRA, E. M. Diversity standards and small mammal numbers: conservation of the Cerrado biodiversity. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 66, p. 146-156, 1994.

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

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

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

SABINO, J.; PRADO, P. I. **Perfil do conhecimento da diversidade de vertebrados no Brasil**. Brasília-DF: Ministério do Meio Ambiente, 2000. 92 p.

SHEPHERD, G. J. **Conhecimento e diversidade de plantas terrestres do Brasil**. Brasília, DF: [s.n.], 2000. 53 p.

SICK, H. As aves do cerrado como fauna arborícola. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 38, p. 355-363, 1966.

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

SILVA, J. M. C. Biogeographic analysis of the South American Cerrado avifauna. **Steentrupia**, Copenhagen, v. 21, p. 49-67, 1995.

SILVA, J. M. C. Birds of the Cerrado Region, South America. **Steentrupia**, Copenhagen, v. 21, p. 69-92, 1995.

WIENS, J. A. Metapopulation dynamics and landscape ecology. In: HANSKI, I. A.; GILPIN, M. E. (Ed.). **Metapopulation biology: ecology, genetics, and evolution**. San Diego: Academic Press, 1997. p. 43-62.

Impactos sobre o estrato herbáceo de Áreas Úmidas do Cerrado

Maria Lucia Meirelles

Antônio José Maia Guimarães

Regina Célia de Oliveira

Glein Monteiro de Araújo

José Felipe Ribeiro

Introdução

As Áreas Úmidas (Wetlands) são ecossistemas naturais cujo substrato sofre inundação periódica ou permanente, fator determinante na origem e no desenvolvimento do solo e das suas comunidades vegetais (Keddy, 2000). Nas Áreas Úmidas, a matéria morta é decomposta lentamente por anaerobiose devido à inundação, o que resulta numa substancial acumulação de matéria orgânica no solo (Josephon, 1992). Apesar de as Áreas Úmidas ocuparem apenas 2% do planeta, estima-se que contenham de 10% a 14% do carbono orgânico existente apresentando, muitas funções ecológicas importantes (Armentano, 1980). Esses ecossistemas estão fortemente ameaçados em todo planeta e grande parte já foi destruída, inclusive, por causa da drenagem para uso agrícola (Suso & Llamas, 1993).

A manutenção da biodiversidade do Cerrado é um compromisso que a atual geração tem para com as futuras. O desenvolvimento agrícola ordenado e o conhecimento ecológico dos ecossistemas do Cerrado permitirão que esse

compromisso possa ser cumprido com mais responsabilidade. Mecanismos de conservação e de monitoramento ambiental não devem ser considerados como ameaças ao desenvolvimento da agricultura na Região e sim como pré-requisito para sua continuidade (Yoshii et al., 2000).

Na Região do Cerrado, predominam as fitofisionomias de solos bem drenados, mas ocorrem também Áreas Úmidas tais como Mata de Galeria Inundável, Veredas e Campo Úmido (Ribeiro & Walter, 1998). Em relação à importância desses ambientes, destacam-se a capacidade na manutenção do regime hídrico dos rios e a perenização dos cursos d'água; a conservação de flora e da fauna específicas; e, também, como refúgio, fonte de água e de alimentação, bem como local para reprodução de animais. Além da importância ecológica e hidrológica, apresentam alto valor paisagístico com relevante papel social para algumas comunidades de pequenos agricultores que exploram esses ambientes de forma sustentável utilizando a palmeira buriti, flores sempre-vivas, entre outros.

Os levantamentos florísticos predominam nos estudos de vegetação já realizados em Áreas Úmidas do Cerrado (Ferreira, 1976; Filgueiras, 1991; Maury et al., 1994; Munhoz, 1994; Silva Júnior & Felfili, 1996). Entretanto, é importante conhecer melhor a estrutura e o funcionamento dessas comunidades vegetais e possíveis modificações, resultantes de perturbações causadas principalmente pela ocupação agrícola. Posteriormente serão apresentados estudos de caso realizados com esse objetivo em áreas de Vereda e Campo Limpo Úmido dessa Região.

A Vereda é um tipo fisionômico do Cerrado que ocorre, geralmente, próximo às nascentes e em solos saturados a maior parte do ano (Magalhães, 1966). É um ecossistema de grande relevância, sendo considerado como bacia coletora das águas absorvidas pelos platôs adjacentes, funcionando como vias de drenagem (Ferreira, 1980) e contribuindo para a perenidade e a regularidade dos cursos d'água da Região (Carvalho, 1991). A Vereda é uma comunidade hidrófila, formada por dois estratos: um herbáceo-graminoso contínuo, que ocupa maior parte de sua área; e outro arbustivo-arbóreo com predominância de indivíduos da palmeira arbórea *Mauritia flexuosa*, com cobertura entre 5% e 10% (Ribeiro & Walter, 1998).

O Campo Úmido é uma fitofisionomia na qual o lençol freático fica próximo à superfície na estação chuvosa, mas durante a estação seca a porção superficial do solo mantém-se seca. Pode ocorrer em faixas laterais dos vales, margeando as Matas de Galeria, na borda de algumas chapadas ficando em altitude mais baixa em relação ao restante ou, em depressões rasas na superfície plana da chapada (Eiten, 2001). O Campo Limpo Úmido é predominantemente herbáceo, com raros arbustos e ausência de árvores (Ribeiro & Walter, 1998).

Por serem ambientes altamente sensíveis a alterações, as Áreas Úmidas do Cerrado são reconhecidas por legislações federal e estaduais, como Áreas de Preservação Permanente. Com a crescente ocupação da Região do Cerrado pela agricultura, essas comunidades naturais vêm sofrendo diversas interferências antrópicas que podem-se tornar irreversíveis devido à baixa resiliência desses ecossistemas (Carvalho, 1991).

Tendo em vista as consequências do impacto agrícola e a importância desses ambientes, três estudos de caso de monitoramento do estrato herbáceo, em Áreas Úmidas do Cerrado (Vereda e Campo Úmido), serão apresentados a seguir. Foram enfatizadas as transformações que ocorreram nas comunidades herbáceas por causa das diferentes influências antrópicas, tais como, pastoreio, desmatamentos para uso agrícola em áreas adjacentes e redução na profundidade do lençol freático.

Impacto do pastoreio sobre o estrato herbáceo de uma Vereda em Uberlândia-MG

A Vereda está sendo progressivamente descaracterizada em vários locais da Região do Cerrado. Diversas ações antrópicas vêm ocorrendo nesses ambientes que, normalmente, são afetados por atividades agrícola e pastoril em virtude de suas grandes áreas inundadas e topografia favorável a essas atividades. Também são alvos freqüentes de desmatamentos, queimadas, construção de açudes e/ou redes de drenagem para construção de estradas. Nesse quadro ambiental, nas áreas de Vereda observam-se evidências de diversos tipos de degradação que alteram seriamente suas condições bióticas e abióticas. Mesmo a utilização de áreas agrícolas até a margem da Vereda também tem comprometido as condições de umidade do solo e da estrutura dessa vegetação (Melo, 1992).

No Estado de Minas Gerais, a Vereda tem sido eliminada não só no Triângulo Mineiro, mas também em outras regiões como o alto Rio São Francisco e o noroeste

desse Estado. Nesses locais, áreas de Vereda estão sendo destruídas por empreendimentos industriais, agrossilvipastoris, mineração e estradas (Boaventura, 1988).

O pisoteio do gado na Vereda causa processos erosivos e de compactação do terreno (Guimarães, 2001) o que provoca diminuição da taxa de infiltração de água no solo que pode levar ao deficit na recarga dos aquíferos alimentadores de fontes perenes, ao rebaixamento no nível freático e à redução da vazão das nascentes. Os processos erosivos, a partir do escoamento superficial, proporcionado pela compactação do solo, podem acarretar o transporte de sedimentos e assoreamentos dos cursos de água e do fundo da Vereda, como foi verificado no noroeste Mineiro por Melo (1992). Com maior escoamento superficial atuando sobre a vertente, há grande probabilidade de que numerosas cabeceiras de drenagem perenes venham a se transformar, depois de intensa degradação por processos de erosão acelerada, em meros leitos de deságüe sazonal, já que elas são áreas altamente propensas à voçoroca (CETEC, 1978).

Este estudo de caso foi realizado em uma Vereda, localizada na porção sul do Município de Uberlândia (MG), inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Tijuco. O solo predominante na região é o Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico textura média (Embrapa, 1982). Solos Hidromórficos e mal drenados típicos de Áreas Úmidas são encontrados nos fundos dos vales (Lima et al., 1989), em áreas de surgência do lençol freático e nas vertentes sobre as crostas lateríticas (Baccaro, 1994). O clima regional, segundo a classificação de Köppen é do tipo AW,

megatérmico (Embrapa, 1982), com duas estações bem definidas: uma seca, com período de estiagem que vai de maio a agosto e outra úmida que se estende de novembro a março. A média de precipitação pluviométrica é de 1600 mm anuais com os maiores índices nos meses de dezembro e janeiro (Rosa et al., 1991).

A Vereda estudada encontra-se em uma das nascentes do Córrego Santa Maria e possui uma vertente na Estação Ecológica do Panga – EEP (Fig. 1) e outra em uma propriedade particular (Fazenda Tarapoto) vizinha à EEP (Fig. 2). A EEP é uma Unidade de Conservação registrada no Ibama como Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) cuja área total é de 409,5 ha, sendo 9% formada por Vereda e Campo Úmido (Schiavini & Araújo, 1989). Já na Fazenda Tarapoto, a principal atividade é a pecuária extensiva que se estende até o interior da Vereda.



Foto: Antônio J. Maia Guimarães

Fig. 1. Vertente preservada da Vereda na Estação Ecológica do Panga (Uberlândia-MG).



Foto: Glein Monteiro de Araújo

Fig. 2. Vertente antropizada da Vereda na Fazenda Tarapoto (Uberlândia- MG).

Foram estabelecidos três transectos tendo cada um, respectivamente, 85 m, 100 m e 115 m de comprimento em função da largura da Vereda. A posição deles foi perpendicular à linha de drenagem, subdivididos entre as vertentes da EEP e da Fazenda Tarapoto (Guimarães, 2001). Analisando as variações da flora herbácea das duas áreas observam-se alterações passíveis de ocorrência por causa do pastoreio.

As famílias com maior número de espécies, encontradas nas duas áreas da Vereda (Fig. 3), foram: Poaceae (33), Cyperaceae (13), Asteraceae (10), Melastomataceae (7) e Fabaceae (4). Essas famílias agruparam 67 espécies, constituindo 66,3% do número total amostrado. Apenas duas famílias, Poaceae e Cyperaceae, incluíram 45% das espécies amostradas, demonstrando sua dominância nessa Vereda. Geralmente, essas famílias são as que possuem maior número de espécies em

comunidades vegetais campestres (Aristeguieta, 1968; Pereira et al., 1990; Brandão & Gavilanes, 1994; Brandão et al., 1994; Boldrini et al., 1998). Na família Poaceae, foram registradas 33 espécies sendo 21 delas encontradas por Filgueiras (1991), também, no Distrito Federal onde 17 ocorriam em áreas de Vereda; quanto à Cyperaceae o número de espécies foi maior na área sobre pastoreio (Fazenda Tarapoto) enquanto Asteraceae apresentou maior riqueza na EEP.

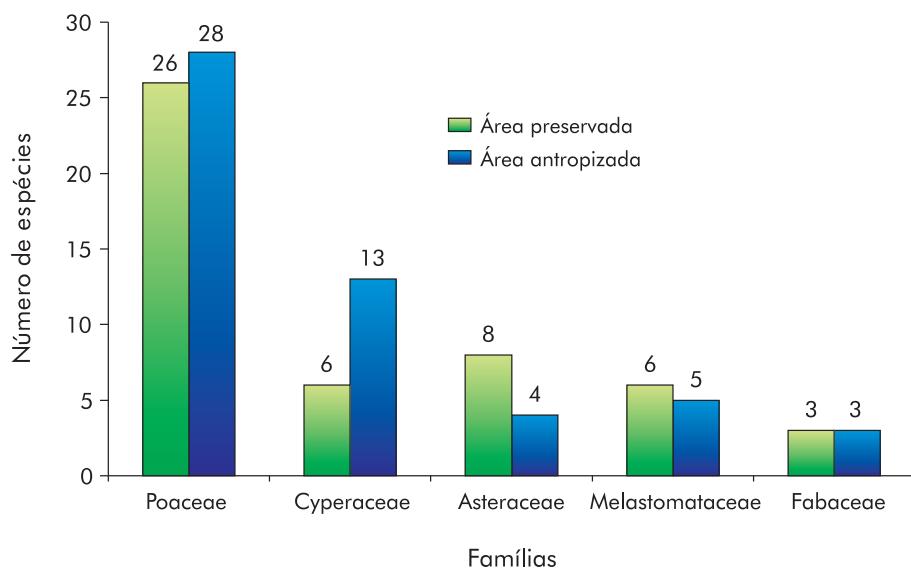


Fig. 3. Famílias com maior número de espécies encontradas na Vereda das áreas preservada (Estação Ecológica do Panga) e antropizada (com pastoreio na Fazenda Tarapoto) situada em Uberlândia-MG.

Comparando-se as espécies presentes na área de Vereda da EEP e da Fazenda Tarapoto (Tabela 1), foi possível identificar diferenças e similaridades na florística

das áreas. Do total de 101 espécies amostradas, 49 foram comuns aos dois ambientes, 22 exclusivas da EEP e 30 da Fazenda Tarapoto. Dentre as espécies exclusivas do ambiente com pastoreio destacam-se: *Paspalum notatum*, *Brachiaria decumbens*, *Sida rhombifolia* e *Emilia sonchifolia*. Essas espécies já foram consideradas por Gavilanes & D'Angiere Filho (1991) e Pedrotti & Guarim Neto (1998) como invasoras de áreas naturais perturbadas, demonstrando que o impacto do pastoreio na área favoreceu o estabelecimento delas. Por sua vez, *Cuphea linarioides*, *Miconia theaezans* e *Eriosema benthamianum* estavam presentes apenas na área preservada da EEP. Convém destacar a presença de capim-gordura, *Melinis minutiflora*, na Vereda da EEP, demonstrando que essa área também sofreu alterações antrópicas antes de ser transformada em uma Unidade de Conservação.

Foram registradas 71 espécies na EEP e 79 na Fazenda Tarapoto (Tabela 1). O maior número de espécies, observado na área com pastoreio, pode ser explicado pela heterogeneidade ambiental produzida por perturbações na estrutura biótica e abiótica do ambiente natural. Fatores de perturbação são responsáveis por variações na diversidade de espécies vegetais (Ricklefs, 1996) e perturbações como o pastejo e pisoteio bovinos, seguido de erosão superficial do solo, podem ser os responsáveis pelas diferenças observadas na riqueza florística das duas áreas da Vereda. Segundo Pandey & Singh (1991) e Belsky (1992), áreas protegidas tendem a apresentar menor riqueza que áreas pastejadas correspondentes, mas a alteração da riqueza de espécies está diretamente relacionada à intensidade do pastejo (Milchunas et al., 1988). Para os últimos autores, a riqueza específica aumenta em áreas com pastejo

moderado e declina naquelas com pastejo pesado, e a maior cobertura vegetal em áreas preservadas ocorre devido à presença de espécies dominantes.

Tabela 1. Espécies presentes (x) nas vertentes de uma Vereda na Estação Ecológica do Panga (EEP) e na Fazenda Tarapoto com pecuária extensiva (Uberlândia-MG).

Espécies	EEP	Faz. Tarapoto
<i>Acisanthera alsinaefolia</i> Mart. & Schr. Ex. DC.		x
<i>Ageratum fastigiatum</i> (Gard.) King & H. Rob.	x	x
<i>Andropogon bicornis</i> Benth.	x	x
<i>Andropogon leptostachyus</i> Benth.	x	
<i>Andropogon macrothrix</i> Fourn.	x	x
<i>Andropogon sellianus</i> Hack.	x	x
<i>Andropogon ternatus</i> Nees	x	x
<i>Andropogon virgatus</i> Desv.	x	x
<i>Anthaeantiopsis trachystachya</i> Mez	x	x
<i>Arundinella hispida</i> (Willd.) Kuntze	x	x
<i>Ascolepis brasiliensis</i> (Kunth.) Benth.ex C.B.Clark.		x
<i>Axonopus aureus</i> Beauv.	x	x
<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf		x
<i>Bulbostylis hirtella</i> Nees	x	x
<i>Bulbostylis</i> sp.	x	x
<i>Byttneria oblongata</i> Pohl	x	
<i>Cecropia pachystachia</i> Trec.		x
<i>Chamaecrista ramosa</i> Vog.	x	x
<i>Croton sclerocalyx</i> (Didr.) M. Arg.	x	
<i>Cuphea linarioides</i> Cham. & Schlecht.	x	
<i>Cyperus haspan</i> Benth.		x
<i>Cyperus odoratus</i> L.	x	x
<i>Desmodium</i> sp.	x	x
<i>Dicranopteris flexuosa</i> (Schad.) Underw		x
<i>Echinolaena inflexa</i> Chase	x	x
<i>Eleocharis filiculmis</i> Kunth		x
<i>Emilia sonchifolia</i> DC.		x
<i>Erechitites hieracifolia</i> (L.) Rafin.	x	x

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Espécies	EEP	Faz. Tarapoto
<i>Erechitites valeriaeneifolia</i> DC.	x	
<i>Erianthus asper</i> Nees	x	
<i>Eringium ebracteatum</i> Lam.		x
<i>Eriochrysis cayanensis</i> Beauv.		x
<i>Eriochrysis laxa</i> Swallen.		x
<i>Eriosema benthamianum</i> Mart. ex. Benth.	x	
<i>Eupatorium amygdalinum</i> Lam.	x	
<i>Eupatorium burchellii</i> Baker	x	
<i>Eupatorium laevigatum</i> Lam.	x	x
<i>Fuirena incompleta</i> Nees		x
<i>Hyparrhenia bracteata</i> Stapf	x	x
<i>Hypogynium virgatum</i> (Desvaux) Dandy	x	x
<i>Hyptis crenata</i> Pohl ex Benth.	x	x
<i>Ichnanthus procurrens</i> (Nees ex Trin.) Swallen	x	
<i>Justicia polygaloides</i> (S. Mor.) Lindaw	x	x
<i>Kyllinga odorata</i> H. B. K.	x	x
<i>Langsdorffia hypogaea</i> Mart.	x	
<i>Loudetia flammida</i> (Trin) C.E. Hubbard.	x	x
<i>Loudetiopsis chrysotrix</i> (Nees) Conert.	x	
<i>Ludwigia nervosa</i> (Poir.) Hara	x	x
<i>Lycopodiella alopecuroides</i> (L.) Cranfill	x	x
<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.	x	x
<i>Melinis minutiflora</i> Beauv.	x	
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana	x	x
<i>Miconia chamissois</i> Naud.	x	x
<i>Miconia theaezans</i> Cogn.	x	
<i>Microlicia doryphylla</i> Naud.	x	
<i>Paepalanthus geniculatus</i> Kunth.		x
<i>Panicum cayennense</i> Lam.	x	x
<i>Panicum</i> sp.	x	x
<i>Paspalum cordatum</i> Hackel	x	x
<i>Paspalum gardnerianum</i> Nees	x	x
<i>Paspalum hyalinum</i> Nees ex Trin.	x	x
<i>Paspalum lineare</i> Trin.		x
<i>Paspalum notatum</i> Fl.		x
<i>Passiflora</i> sp.	x	
<i>Peltodon tomentosus</i> Pohl	x	x

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Espécies	EEP	Faz. Tarapoto
<i>Phyllanthus orbiculatus</i> L. C. Rich.		x
<i>Piper corintoanum</i> Yunck. & Derck	x	x
Poaceae indet. 1		x
<i>Polygala longicaulis</i> H. B. K.		x
<i>Polygala paniculata</i> L.		x
<i>Polygala</i> sp.		x
<i>Rhynchelytrum repens</i> (Willd.) Hubbard.		x
<i>Rhynchospora globosa</i> (Kunth.) Roem. & Schult.	x	x
<i>Rhynchospora robusta</i> (Kunth.) Schnee		x
<i>Rhynchospora rugosa</i> (Vahl.) Gale	x	x
<i>Rhynchospora velutina</i> (Kunth.) Boeckeler		x
<i>Sauvagesia linearifolia</i> A. St. Hil.	x	
<i>Sauvagesia racemosa</i> A. St. Hil.	x	x
<i>Schizachyrium condensatum</i> Nees	x	x
<i>Schizachyrium salzmannii</i> (Trin ex Steud.) Nash.	x	x
<i>Schizachyrium tenerum</i> Nees	x	x
<i>Scleria mitis</i> Berg.		x
<i>Sebastiania myrtilloides</i> (Mart.) Pax	x	
<i>Senecio pseudopohlii</i> Cabr.		x
<i>Setaria paucifolia</i> (Moreng.) Lind.	x	x
<i>Sida rhombifolia</i> L.		x
<i>Sisyrinchium incurvatum</i> Gard.	x	x
<i>Spermacoce capitata</i> Moc. & Sesse	x	x
<i>Stylozанthes guianensis</i> (Aubl.) Sw.		x
<i>Syngonanthus caulescens</i> (Poir.) Ruhl.		x
<i>Syngonanthus nitens</i> (Bong.) Ruhl.		x
<i>Thelypteris</i> sp.	x	
<i>Tibouchina gracilis</i> (Bonpl.) Cogn.	x	x
<i>Trembleya phlogiformis</i> Mart. & Schr. ex DC.	x	x
<i>Vernonia echifolia</i> Mart. ex DC.	x	
<i>Vernonia polyanthes</i> Less.	x	
<i>Xanthosoma striatipes</i> (Kunth.) Madison	x	x
<i>Xyris asperula</i> Mart.	x	
<i>Xyris jupicai</i> Rich.		x
<i>Xyris tenella</i> Kunth	x	x
<i>Zornia latifolia</i> Sm.	x	x

Impacto no estrato herbáceo de um Campo Úmido depois da introdução de áreas agrícolas adjacentes em Balsas-MA

O rebaixamento do lençol freático, na região das Savanas Neotropicais, tem modificado a dinâmica hidrológica e biogeoquímica de suas Áreas Úmidas que são importantes ecótonos e que estão sendo gradativamente substituídas por ecossistemas modificados (San José et al., 2001). Avalia-se que em 1995 cerca de 59% da Região do Cerrado já apresentava alguma forma de uso (Sano et al., 2002), valor que atualmente deva ser significativamente maior. O desmatamento e os usos urbano e agrícola da água das bacias hidrográficas dessa Região estão reduzindo o nível do lençol freático, o que vem afetando ecossistemas naturais mesmo quando eles se encontram em Unidades de Conservação. A diminuição na profundidade do lençol freático influencia diretamente na estrutura das comunidades vegetais de Áreas Úmidas do Cerrado cujas plantas adaptaram-se naturalmente a determinados graus de inundação do solo (Meirelles et al., 2002b).

A implantação do “Projeto de Colonização Gerais de Balsas” (P. C. Gebal), no sul do Estado do Maranhão, pertencente ao Prodecer III (Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para o Desenvolvimento dos Cerrados – Terceira Fase) ocorreu a partir de 1995. Foi estipulada, no empreendimento, uma reserva legal que corresponde a 50% da área total, como também Áreas de Preservação Permanente (APP) nas bordas dos cursos d’água e nascentes, segundo a determinação do Código Florestal (Lei nº 4771 de 15/09/1965 alterada pela Lei nº 7803 de

18/07/1989). Encontram-se nas APPs vastas faixas de Mata de Galeria, Vereda e Campo Úmido. A área do P. C. Gebal foi rapidamente desmatada a partir de 1995 e posteriormente foram introduzidos pivôs-centrais para irrigação em parte da área, com a retirada de água diretamente dos cursos de água.

Com referência ao monitoramento ambiental da vegetação de Áreas Úmidas existentes no P. C. Gebal, verificaram-se algumas alterações ecológicas (Nemoto, 2000). Para estudar parte desse impacto, foram monitoradas transformações na comunidade vegetal de um Campo Limpo Úmido, inserido na APP desse empreendimento.

A área de Campo Limpo Úmido, selecionada neste estudo de caso, encontrava-se próxima à margem do Rio Tem Medo, depois da captação de água para irrigação. Foram marcadas duas linhas paralelas com início na borda do Cerrado e término na borda da Mata de Galeria, atravessando toda a extensão do Campo Limpo Úmido; uma delas media 33 metros (linha 1) e a outra 29 metros (linha 2). As linhas foram subdivididas metro a metro, sendo obtida a cobertura linear das espécies presentes no mês de março, dos anos de 1998, 1999 e 2000.

Foram observadas mudanças na estrutura da vegetação do estrato herbáceo, principalmente, a rápida colonização da área por indivíduos lenhosos arbóreo-arbustivos. Como se tratava de um Campo Limpo Úmido, no início do estudo, a ocorrência de indivíduos lenhosos era muito baixa e não se visualizava o estrato arbustivo. A comparação da comunidade vegetal de 1998 (Fig. 4) com

a de 2000 (Fig. 5) permite visualizar o surgimento de vários indivíduos jovens de *Vochysia pyramidalis* que tiveram aumento gradativo considerável na cobertura linear da linha 1 a partir de 1999 e um processo inicial de colonização na linha 2 a partir de 2000 (Fig. 6). Essa espécie, de hábito arbóreo, ocorre naturalmente nas fitofisionomias de Cerradão e Mata de Galeria (Mendonça et al., 1998). Logo, *Vochysia pyramidalis* comportou-se como uma espécie colonizadora do Campo Limpo Úmido estudado cuja microbacia hidrográfica apresentava recente ocupação agrícola. Se o processo de adensamento desse estrato arbóreo-arbustivo for intensificado nos anos subsequentes, essa mudança estrutural deve acarretar redução significativa na riqueza e cobertura das espécies herbáceas típicas dessa Área Úmida.



Foto: Maria Lucia Meirelles

Fig. 4. Campo Limpo Úmido pertencente a Área de Preservação Permanente do Projeto de Colonização Agrícola Gerais de Balsas-MA no ano de 1998.



Foto: Maria Lúcia Meirelles

Fig. 5. Campo Limpo Úmido pertencente à Área de Preservação Permanente do Projeto de Colonização Agrícola Gerais de Balsas-MA no ano de 2000.

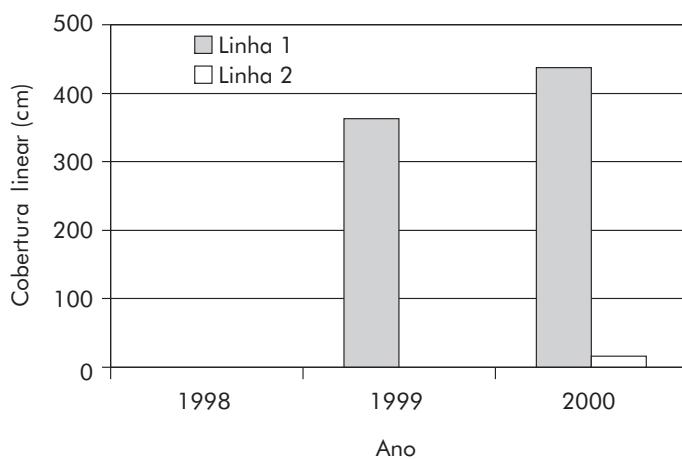


Fig. 6. Cobertura Linear de *Vochysia pyramidalis* Mart. em duas linhas amostradas em três anos subsequentes à implantação do Projeto de Colonização Agrícola Gerais de Balsas-MA.

Impactos das variações na altura do lençol freático sobre o estrato herbáceo de Campo Úmido e Vereda em Planaltina-DF

Acredita-se, como anteriormente mencionado, que as Áreas Úmidas possam sofrer sérias mudanças estruturais por causa do impacto humano, mesmo quando ocorrem em Unidades de Conservação. O impacto sofrido pelas Áreas Úmidas nas últimas décadas tem ameaçado de exclusão espécies estabelecidas, já que alterações na variação do lençol freático influenciam diretamente na distribuição das espécies vegetais dessas comunidades. Uma maneira de auxiliar na detecção de espécies do estrato herbáceo potencialmente ameaçadas, devido ao rebaixamento do lençol, é caracterizar sua presença em determinadas classes de profundidade do lençol em Áreas Úmidas de Unidades de Conservação.

A Estação Ecológica de Águas Emendadas (EEAE) está localizada em Planaltina-DF com altitudes entre 1000 a 1150 metros. Na EEAE estão os divisores de águas das Bacias Amazônica e Platina (Maury et al., 1994). Para o norte corre o Córrego Vereda Grande que vai juntar-se às águas do Rio Maranhão, da Bacia do Rio Tocantins. Ao sul, desce o Córrego Brejinho, em direção à Bacia do Rio São Bartolomeu (Rocha, 1993). O clima é do tipo AW segundo a classificação de Köppen (Vianello & Alves, 1991) com valores médios de temperatura do ar de 21 °C e 1552 mm de precipitação, com valores mínimos de 9 mm em junho e máxima de 249 mm em dezembro (Brasil, 1992). A área da EEAE é de aproximadamente 10.548 hectares com áreas de Vereda, Mata de Galeria, Cerrado sentido restrito e Campos Sujo e Limpo, dos tipos Seco e Úmido (Silva Júnior & Felfili, 1996).

Foram estudadas na EEAE três Áreas Úmidas: duas de Campo Limpo Úmido e uma de Vereda. O objetivo foi detectar grupos de espécies obtidos em diferentes profundidades do lençol freático na época da chuva. Os meses de outubro a abril correspondem ao período chuvoso no Distrito Federal. O estudo foi realizado em janeiro de 1998, mês que apresentou na região 163 mm de precipitação, temperatura média de 22,6 °C (mínima de 18,5 °C e máxima de 28,7 °C) e umidade relativa média máxima de 99% e mínima de 52%.

Cada uma das áreas foi amostrada em linhas contínuas (Fig. 7) que atravessavam o gradiente borda do Cerrado sentido restrito – Área Úmida – curso d’água ou Mata de Galeria. O comprimento de cada linha dependia da extensão da Área Úmida. A cobertura linear de cada uma das espécies presentes foi obtida como descrito em Meirelles et al. (2002a). As exsicatas das espécies encontradas foram depositadas nos Herbários Ezequias Paulo Heringer do Jardim Botânico de Brasília (HEPH) e da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (CEN). Cada área apresentou as seguintes características: **Campo Limpo Úmido 1** (CLU1) – 280 metros atravessando o Campo Limpo Úmido e finalizando no curso d’água (Fig. 7); **Campo Limpo Úmido 2** (CLU2) – 70 metros atravessando o Campo Limpo Úmido e finalizando na borda da Mata de Galeria; Vereda – 130 metros atravessando a Vereda e finalizando em área de nascentes.

Os tipos de solos observados no decorrer dos gradientes de acordo com Correia et al. (1999) foram: **CLU1** – Gleissolo Háplico, Gleissolo Melânico,

Organossolo Mésico; **CLU2** – Latossolo Vermelho Amarelo, Gleissolo Háplico, Gleissolo Melânico; Vereda – Latossolo Vermelho Amarelo, Plintossolo Háplico, Gleissolo Háplico, Gleissolo, Melânico e Organossolo Mésico.



Foto: Maria Lucia Meirelles

Fig. 7. Campo Limpo Úmido 1 (Estação Ecológica de Águas Emendadas, Planaltina-DF).

O gradiente vegetacional foi visível, com espécies intercalando-se no decorrer da amostragem das linhas. A presença dessas espécies variou quanto a sua abrangência e tolerância a diferentes graus de encharcamento. Meirelles et al. (2002b) classificaram grupos de espécies em relação a determinadas classes de profundidade do lençol freático.

Na Tabela 2, verificam-se as relações obtidas entre classes de profundidade do lençol freático e a ocorrência das espécies identificáveis no período de estudo. Observam-se espécies de distribuição restrita e outras com distribuição mais ampla. Convém ressaltar que, como as relações foram obtidas na época das chuvas, acredita-se que as espécies de cada classe apresentem tolerância a níveis mais baixos de profundidade do lençol freático que ocorrem na época da seca. Das 32 espécies identificadas, 17 delas também ocorreram em um levantamento florístico realizado em Alto Paraíso de Goiás (Munhoz, 1994). Espécies que apresentaram distribuição mais ampla, ocorrendo em profundidades de lençol freático de até 120 cm, também ocorreram em outras fitofisionomias de Cerrado no estudo de Munhoz (1994).

A relação observada entre a profundidade do lençol freático e a ocorrência de certas espécies ao longo das vertentes (Tabela 2) indica que essas espécies suportam determinado grau de encharcamento. Por exemplo, *Andropogon sellianus*, *Miconia chamaissoides*, *Paepalanthus scandens*, *Peltodon tomentosus*, *Syngonanthus densifolus*, *Xyris laxifolia* e *Xyris tenella* ocorreram apenas na Vereda e nos locais onde existia uma lâmina de água acima da superfície do solo. *Paepalanthus trichophyllus* ocorreu nas profundidades do lençol freático entre 2 a 10 cm e *Saccharum asperum* e *Rhynchospora albiceps* nas profundidades de 10 a 50 cm na área CLU1. *Desmocelis villosa*, *Lycopodium alopecuroides*, *Panicum cervicatum*, *Sisyrinchium vaginatum* e *Tococa formicaria* ocorreram nas áreas de Campo Limpo Úmido onde a profundidade do lençol freático estava entre 50 e 90 cm.

Tabela 2. Ocorrência de espécies presentes em Áreas Úmidas de Campo Limpo Úmido (CLU) e Vereda da Estação Ecológica de Águas Emendadas (Planaltina-DF) em diferentes classes de profundidade do lençol freático.

Espécies	Classes de profundidade do lençol freático (cm)					Áreas úmidas		
	< 0	2 a 10	50	> 50 a 90	> 50 a 120	CLU1	CLU2	Vereda
<i>Andropogon leucostachys</i> (Hack.) Hack.	X					X		
<i>Miconia chamaissoides</i> Naud.	X					X		
<i>Paepalanthus scandens</i> Ruhl.	X					X		
<i>Peltodon tomentosus</i> Pohl	X					X		
<i>Syngonanthus densifolius</i> (Koern.) Ruhl.	X					X		
<i>Xyris laxifolia</i> Mart.	X					X		
<i>Xyris tenella</i> Kunth.	X					X		
<i>Paepalanthus</i> cf. <i>trichophyllus</i> Körn.		X				X		
<i>Saccharum asperum</i> (Nees) Steud.			X			X		
<i>Rhynchospora albiceps</i> Kunth.			X			X		
<i>Desmocelis villosa</i> (Aubl.) Naud.				X		X		
<i>Lycopodium alopecuroides</i> (L.) Cranfill					X			
<i>Panicum cervicatum</i> Chase					X			
<i>Sisyrinchium vaginatum</i> Spreng.					X		X	
<i>Tococa formicaria</i> Mart.					X		X	
<i>Lavoisiera bergii</i> Cogn.					X	X	X	X

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Espécies	Classes de profundidade do lençol freático (cm)					Áreas úmidas		
	< 0	2 a 10	> 10 a 50	> 50 a 90	> 50 a 120	CLU1	CLU2	Vereda
<i>Echinochloa inflata</i> (Poir.) Chase				X	X	X	X	
<i>Lycopodium cernuum</i> (L.) Cranfill				X	X	X	X	
<i>Paspalum erianthum</i> Nees				X	X	X	X	X
<i>Paspalum maculosum</i> Trin.				X	X	X	X	
<i>Rhynchospora globosa</i> (Kunth.) Roem & Schult.				X	X	X	X	
<i>Rhynchospora tenuis</i> Link.				X	X	X	X	
<i>Schizachyrium condensatum</i> Nees				X	X	X	X	
<i>Schizachyrium tenerum</i> Nees				X	X	X	X	
<i>Trachypogon spicatus</i> (L. f.) Kuntze				X	X	X	X	X
<i>Microlicia fasciculata</i> Mart. ex Naud.				X	X	X	X	X
<i>Trembleya parviflora</i> (D. Don.) Cogn.				X	X	X	X	X
<i>Andropogon sellianus</i> (Hack.) Hack.				X	X	X	X	X
<i>Hypogynium virgatum</i> (Desv.) Dandy				X	X	X	X	X
<i>Trembleya phlogiformis</i> Mart. & Schr. ex DC				X	X	X	X	X
<i>Setaria paucifolia</i> (Marong.) Lind.				X	X	X	X	X
<i>Andropogon hypogynus</i> Hack.				X	X	X	X	X

As Áreas Úmidas da Estação Ecológica de Águas Emendadas estão sofrendo um processo gradativo de colonização por *Trembleya parviflora* que demonstra ser uma espécie com habilidade para competir em solos úmidos, mas não saturados (Silva Júnior & Felfili, 1996). Sua dominância é evidente em vastas áreas da EEAA, formando um dossel arbóreo-arbustivo monoespecífico e compacto (Fig. 8). Essa colonização deve estar ocorrendo devido ao rebaixamento do lençol freático causado pela construção de estradas e diques de drenagem na área (Silva Júnior & Felfili, 1996) e pelo incremento na ocupação humana da bacia hidrográfica a que pertence a EEAA, aumentando o uso da água e reduzindo sua infiltração no solo. Poder-se-ia esperar que com o rebaixamento do lençol freático as espécies herbáceas fossem gradativamente substituídas por outras adaptadas a um menor grau de encharcamento.

Entretanto, o que se observa na EEAA, é que *Trembleya parviflora* está formando um dossel fechado em locais de Áreas Úmidas, reduzindo assim a cobertura total do estrato herbáceo nessas áreas.

Foto: Maria Lucia Meirelles



Fig. 8. Área Úmida da Estação Ecológica de Águas Emendadas (Planaltina-DF) colonizada por *Trembleya parviflora* (D. Don.).

Considerações finais

Perturbações na flora local de Áreas Úmidas do Cerrado, em consequência da antropização, podem ser evidenciadas pelas mudanças florísticas e fitossociológicas das áreas alteradas, quando comparadas com áreas similares preservadas. Além disso, o rebaixamento do lençol freático em Áreas Úmidas do Cerrado parece determinar que espécies arbóreo–arbustivas nativas tornem-se eficientes colonizadoras dessas áreas como foi observado em relação à *Trembleya parviflora* na Estação Ecológica de Águas Emendadas (Planaltina-DF) e *Vochysia pyramidales* em Área de Preservação Permanente do Projeto de Colonização Gerais de Balsas (MA). Essas colonizações reduzem o estrato herbáceo dessas comunidades.

As mudanças antrópicas estão ocasionando às Áreas Úmidas do Cerrado a perda da biodiversidade e a desestruturação desses ecossistemas, com consequências sérias também para os cursos de água na Região. As comunidades herbáceas de Áreas Úmidas do Cerrado estão fortemente ameaçadas tanto por perturbações locais (pastoreio, drenagem, desmatamento) quanto por mudanças no uso da terra da bacia hidrográfica em que se encontram e que levam à redução na profundidade do lençol freático. Logo, além da preservação dessas áreas, também é necessário manutenção do regime hídrico da bacia hidrográfica que insere Áreas Úmidas para que se possa assim garantir sua efetiva preservação.

Referências Bibliográficas

- ARISTEGUIETA, L. Consideraciones sobre la flora de los Morichales Llaneros al Norte del Orinoco. **Acta Botanica Venezolana**, v. 3, p. 3-22, 1968.
- ARMENTANO, T. V. Drainage of organic soils as a factor in the world carbon cycle. **BioScience**, v. 30, p. 825-830, 1980.
- BACARO, C. A. D. As unidades geomorfológicas e a erosão nos chapadões do município de Uberlândia. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 6, p. 19-33, 1994.
- BELSKY, A. J. Effects of grazing, competition, disturbance and fire on species composition and diversity in grassland communities. **Journal Vegetation Science**, Knivsta, v. 3, p. 187-200, 1992.
- BOAVENTURA, R. S. Preservação das veredas: síntese. In.: ENCONTRO LATINO AMERICANO: RELAÇÃO SER HUMANO / AMBIENTE, 1988, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 1998. p.109-119.
- BOLDRINI, I. I.; MIOTTO, S. T. S.; LONGHI-WAGNER, H. M.; PILLAR, V. P.; MARZALL, K. Aspectos florísticos e ecológicos da vegetação campestre do Morro da Polícia, Porto Alegre, RS, Brasil. **Acta Botanica Brasiliensis**, Brasília, DF, v. 12, p. 89-100, 1998.
- BRANDÃO, M.; GAVILANES, M. L. Cobertura Vegetal da Microrregião 178 (Uberaba), Minas Gerais, Brasil. **Daphne**, Belo Horizonte, v. 4, n. 2, p. 29-57, 1994.
- BRANDÃO, M.; GAVILANES, M. L.; ARAÚJO, M. G. Aspectos físicos e botânicos de campos rupestres do Estado de Minas Gerais-I. **Daphne**, Belo Horizonte, v. 4, p. 17-38, 1994.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas (1961 – 1990)**. Brasília, DF, 1992. 84 p.
- CARVALHO, P. G. S. As veredas e sua importância no domínio dos Cerrados. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 168, p. 47-54, 1991.
- FUNDACÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. **Estudo das Veredas da Serra do Cabral**. Belo Horizonte, 1978.
- CORREIA, J. R.; MEIRELLES, M. L.; OLIVEIRA, R. C.; REATTO, A.; SPERA, S. T.; MARTINS, E. S.; SIMM, K. C. B. **Relação entre espécies vegetais e classes de solos da**

Estação Ecológica de Águas Emendadas (Planaltina, DF). Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 1999. 4 p. (Embrapa – CPAC. Pesquisa em Andamento, 37).

EITEN, G., Vegetação natural do Distrito Federal. Brasília, DF: SEBRAE/DF, 2001. 162 p.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação dos Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Levantamento de reconhecimento de media intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do Triângulo Mineiro.** Rio de Janeiro: p.34-43, 1982.(Embrapa-SNLCS. Boletim de Pesquisa, 1).

FEREIRA, M. B. Reserva Biológica de Águas Emendadas, dados sobre sua composição florística – I. **Cerrado**, Brasília, DF, v. 8, n. 32, p. 24-29, 1976.

FERREIRA, M. B. O Cerrado em Minas Gerais: gradações e composição florística. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 6, n. 61, p. 4-8, 1980.

FILGUEIRAS, T. S. A floristic analysis of the Gramineae of Brazil's Distrito Federal and list of the species occurring in the area. **Edinburgh Journal Botany**, Edinburgh, v. 48, p. 73-80, 1991.

GAVILANES, M. L.; D'ANGIERI FILHO, C. N. Flórula ruderal da cidade de Lavras, MG. **Acta Botânica Brasílica**, Brasília, DF, v. 5, n. 2, p. 77-88, 1991.

GUIMARÃES, A. J. M. **Características do solo e da comunidade vegetal em área natural e antropizada de uma vereda na região de Uberlândia, MG.** 2001. 44 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação dos Recursos Naturais do Solo) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2001.

JOSEPHON, J. Status of wetland. **Environmental Science & technology**, Washington, v. 26, p. 422, 1992.

KEDDY, P. A. **Wetland Ecology:** principles and conservation. Cambridge: Cambridge University Press, 2000. 614 p.

LIMA, S. C.; ROSA, R.; FELTRAN FILHO, A. Mapeamento do uso do solo no município de Uberlândia-MG, através de imagens TM/LANDSAT. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 1, p. 127-145, 1989.

MAGALHÃES, G. M. Sobre os Cerrados de Minas Gerais. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 38, p. 59-69, 1966. Suplemento.

MAURY, C. M.; RAMOS, A. E.; OLIVEIRA, P. E. Levantamento florístico da Estação Ecológica de Águas Emendadas. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, v. 1, p. 46-67. 1994.

Cerrado: ecologia e caracterização

MEIRELLES, M. L.; OLIVEIRA, R. C. de; RIBEIRO, J. F.; VIVALDI, L. J.; RODRIGUES, L. A.; SILVA, G. P. Utilização do método de interseção na linha em levantamento quantitativo do estrato herbáceo do Cerrado. **Boletim do Herbário Ezequias Paulo Heringer**, v. 9, p.60-68, jul. 2002.

MEIRELLES, M. L.; OLIVEIRA, R. C. de; VIVALDI, L. J.; REATTO, A.; CORREA, J. R. **Especies do estrato herbáceo e a altura do lençol freático em Áreas Úmidas do Cerrado (Planaltina, DF)**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2002.

MELO, D. R. **As veredas nos planaltos do noroeste mineiro; caracterizações pedológicas e os aspectos morfológicos e evolutivos**. 1992. 220 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – UNESP, Rio Claro, 1992.

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

MILCHUNAS, D. G.; SALA, O. E.; LAUENROTH, W. K. A generalized model of the effects of grazing by large herbivores on grassland community structure. **American Naturalist**, Chicago, v. 132, p. 87-106, 1988.

MUNHOZ, C. B. R.,(Coord.). **Laudo biológico: região de Alto Paraíso de Goiás – um estudo para promover o estabelecimento de uma área de Reserva extrativista**. Brasília, DF: IBAMA, 1994. 68 p.

NEMOTO, M. Monitoramento da biodiversidade – vegetação. In: YOSHII, K.; CAMARGO, A. J. A. de; ORIOLI, A. V. (Org.). **Monitoramento ambiental nos projetos agrícolas do PRODECER**. Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 2000. p.123-138.

PANDEY, C. B.; SINGH, J. S. Influence of grazing and soil conditions on secondary savanna vegetation in India. **Journal Vegetation Science**, v. 2, p. 95-102, 1991.

PEDROTTI, D. E.; GUARIM NETO, G. Flora Ruderal da Cidade de Cuiabá, Mato Grosso, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Brasília, v. 12, n. 2, p. 135-143, 1998.

PEREIRA, B. A. S.; MENDONÇA, R. C.; FILGUEIRAS, T. S.; PAULA, J. E.; HERINGER, E. P. Levantamento florístico da Área de Proteção Ambiental da bacia do Rio São Bartolomeu, DF. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BOTÂNICA, 36., 1985, Curitiba. **Anais...Curitiba: IBAMA, 1990. v. 1. p. 419-492.**

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

RICKLEFS, R. E. **A Economia da Natureza**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. 470 p.

ROCHA, A. J. A. Caracterização imonológica do Distrito Federal. In: PINTO, M. N. (Org.). **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. 2. ed. Brasília: Editora Universidade de Brasília. 1993. 681 p.

ROSA, R.; LIMA, S. C.; ASSUNÇÃO, W. L. Abordagem preliminar das condições climáticas de Uberlândia, MG. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 3, p. 91-108, 1991.

SAN JOSÉ, J. J.; MEIRELLES, M. L.; BRACHO, R.; NIKONOVA, N. A comparative analysis of the flooding and fire effects on the energy exchange in a wetland community (Morichal) of the Orinoco Llanos. **Journal of Hydrology**, v. 242, p. 228-254, 2001.

SANO, E. E.; JESUS, E. T.; BEZERRA, H. C. Mapeamento e quantificação de áreas remanescentes do Cerrado através de um sistema de informações geográficas. **Sociedade e Natureza**, Uberlândia, 2002. Submetido.

SCHIAVINI, I.; ARAÚJO, G. M. Considerações sobre a vegetação da Reserva Ecológica do Panga (Uberlândia). **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 1, p. 61-66, 1989.

SILVA JÚNIOR, M.C.; FELFILI, J. M. **A vegetação da Estação Ecológica de Águas Emendadas**. Brasília, DF: Instituto de Ecologia e Meio Ambiente do Distrito Federal, 1996. 43 p.

SUSO, J.; LLAMAS, M. R. Influence of groundwater development on the Donana National Park ecosystems. **Journal of Hydrology**, v. 141, p. 239-269, 1993.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1991. 449 p.

YOSHII, K.; CAMARGO, A. J. A. de; MEIRELLES, M. L.; RIBEIRO, J. F.; OLIVEIRA, R. C. de; WALTER, B. M. T. Monitoramento ambiental: principais resultados. In: YOSHII, K.; CAMARGO, A. J. A. de; ORIOLI, A. V. (Org.). **Monitoramento ambiental nos projetos agrícolas do PRODECER**. Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 2000. p.139-162.

Queimadas de Cerrado: caracterização e impactos

Heloisa Sinátora Miranda

Margarete Naomi Sato

Saulo Marques de Abreu Andrade

Mundayatan Haridasan

Helena Castanheira de Moraes

Introdução

As queimadas são comuns na Região do Cerrado e alguns autores, como Vicentini (1993) indica que sua ocorrência, nessa Região, data de 32 mil anos, sendo nesse período, provavelmente, de origem natural. O fogo é um dos determinantes da vegetação do Cerrado, juntamente com a sazonalidade das chuvas e com o solo pobre em nutrientes (Coutinho, 1990).

A adaptação da vegetação ao fogo está relacionada a vários fatores como o tipo de queimada, o regime de queima (freqüência e época do ano) e também ao comportamento do fogo (velocidade de propagação, tempo de residência e a intensidade da frente de fogo, temperaturas do ar e do solo). Alterações nesses fatores podem resultar em danos severos na estrutura e na dinâmica da vegetação (Whelan, 1995).

O objetivo deste capítulo foi apresentar uma revisão sobre as características das queimadas de Cerrado e de seus impactos na ciclagem de nutrientes na vegetação e na fauna.

Queimadas de Cerrado

As queimadas de Cerrado são caracterizadas como de superfície, consumindo basicamente o combustível fino do estrato herbáceo que, de acordo com a definição de Luke & McArthur (1978), é composto de gramíneas e folhas vivas ou mortas, e ramos finos, com diâmetro menor ou igual a 6 mm. Dependendo da forma fisionômica considerada e do período de proteção contra o fogo, o total de combustível fino, até uma altura de 2 m, varia de 6,9 Mg ha⁻¹ a 10,0 Mg ha⁻¹. Esses valores são similares aos apresentados por Kauffman et al. (1994) para Campo Sujo (7,3 Mg ha⁻¹) e para Cerrado (6,4 Mg ha⁻¹); por Castro (1996) para Campo Sujo (7,5 Mg ha⁻¹), para Cerrado (8,6 Mg ha⁻¹) e para Cerrado Denso (5,4 Mg ha⁻¹) e por Miranda et al. (1996) e Andrade (1998) para Campo Sujo (6,4 a 9,6 Mg ha⁻¹).

A vegetação do estrato herbáceo representa mais de 90% do combustível consumido durante as queimadas (Miranda et al., 1996). Cerca de 40% do combustível fino do estrato arbóreo-arbustivo, até uma altura de 2 m, não é consumido, o que pode ser uma consequência do alto teor de água presente no combustível vivo, da alta velocidade de propagação da frente de fogo (Kauffman et al., 1994; Miranda et al., 1996; Castro & Kauffman, 1998) e da altura das chamas que, segundo Frost & Robertson (1987), para queimadas de savanas, têm altura média de 0,8 a 2,8 m.

A eficiência de combustão (proporção do combustível disponível consumido durante a queimada) varia entre 98% e 75%, apresentando os valores mais altos em áreas de

Campo Sujo (Miranda et al., 1996; Castro & Kauffman, 1998). Nessas áreas, a maior parte do combustível fino é composta de gramíneas (vivas ou mortas) que não estão em contato direto com a superfície úmida do solo. Em função da sua arquitetura, as gramíneas ficam bem expostas ao vento e à radiação solar, o que possibilita uma secagem rápida, favorecendo o maior consumo do combustível. Nas formas mais fechadas de Cerrado, a presença de arbustos e árvores influencia o microclima local, dificultando a secagem do combustível fino do estrato herbáceo, principalmente, do folhedo, que fica por um tempo mais longo em contato com o solo úmido. Assim, a secagem do material combustível é mais demorada e seu alto teor de umidade dificulta a propagação da frente de fogo, o que pode resultar em manchas de vegetação que permanecem sem queimar (Miranda et al., 1993; Kauffman et al., 1994; Henriques et al., 2000).

As temperaturas máximas durante as queimadas de Cerrado variam de 85 °C a 884 °C (César, 1980; Miranda et al., 1993, 1996). De forma geral, os valores máximos ocorrem a 60 cm de altura, logo acima do estrato herbáceo. A grande variabilidade nos valores máximos registrados pode ser consequência de diferenças na composição e na distribuição vertical do combustível fino, na quantidade de água do combustível, no período sem chuvas e nas condições climáticas na hora da queima (Miranda et al., 1993, 1996). Analisando a Fig. 1, observa-se uma curva típica de temperatura durante queimadas de Campo Sujo. Independente da forma fisionômica, Miranda et al. (1993) e Miranda et al. (1996) reportam que a duração do pulso de calor, com

temperaturas acima de 60 °C, considerada letal para o tecido vegetal, varia de 100 a 250 segundos a 1 cm, de 90 a 210 segundos a 60 cm e de cerca de 50 segundos a 160 cm. Em alturas superiores a 160 cm, a duração do pulso de calor é longa o suficiente para causar danos às folhas que não são consumidas pelas chamas, mas apenas expostas ao fluxo de ar quente. Como consequência da exposição a altas temperaturas, ocorre acentuada queda de folhas poucos dias depois da queimada (Nardoto, 2000).

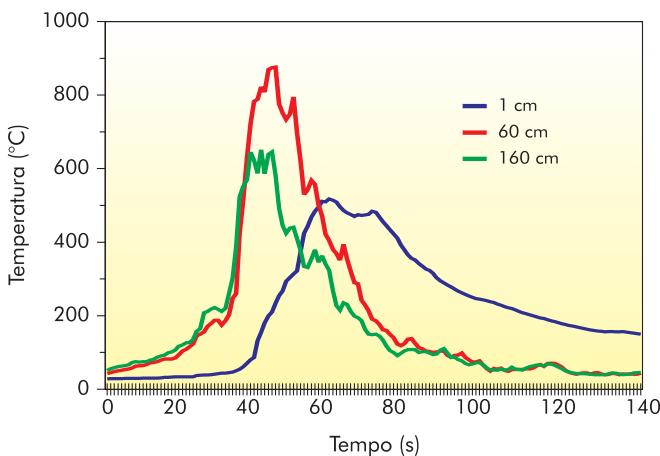


Fig. 1. Temperatura do ar registrada em diferentes alturas durante a passagem da frente de fogo em uma queimada prescrita de Campo Sujo de Cerrado, realizada em 1999, na Reserva Ecológica do IBGE, Brasília, DF.

De forma geral, as queimadas de Cerrado não resultam em grande elevação da temperatura do solo. A 1 cm de profundidade, as temperaturas máximas variam de 29 °C a 55 °C (Coutinho, 1978; Miranda et al., 1993; Dias, 1994; Castro Neves & Miranda, 1996) e pequenas alterações na temperatura do solo são observadas a

profundidades superiores a 5 cm como consequência da passagem da frente de fogo. O aumento da temperatura somente nos primeiros centímetros de profundidade do solo, como observado no Cerrado, foi também descrito por Wright & Bailey (1982) para queimadas de pradarias. Esse pequeno aumento de temperatura está relacionado à composição do combustível, que é formado principalmente pela vegetação do estrato herbáceo, predominantemente gramíneas, o que resulta em queimadas rápidas, com baixo tempo de residência.

A remoção da cobertura vegetal e a deposição de cinzas causam alterações no microclima do solo. Castro Neves & Miranda (1996) registraram que depois de uma queimada em Campo Sujo, com 94% de consumo da vegetação, o albedo (ρ) entre as 10h e 14h30 sofreu redução de 0,11 para 0,03. Resultados semelhantes foram determinados por Dias (1994) para queimadas em Campo Limpo. Castro Neves & Miranda (1996) calcularam aumento de 25 W/m² no valor do fluxo de calor no solo (G) que passou a representar 7% da radiação solar incidente. As alterações nos valores de ρ e de G resultam em aumento nas amplitudes das temperaturas do solo: cerca de 30 °C a 1 cm; 10 °C a 5 cm, e nenhuma alteração foi observada a 10 cm de profundidade (Dias, 1994; Castro Neves & Miranda, 1996). Essas alterações no microclima do solo são de curta duração, cerca de 2 meses, como consequência da rápida recuperação da vegetação do estrato herbáceo (Batmanian & Haridasan, 1985; Rosa, 1990; Andrade, 1998).

A intensidade da frente de fogo é um dos principais parâmetros relacionados ao comportamento do fogo, pois

representa a taxa na qual a energia está sendo liberada a cada metro que a frente de fogo se propaga, levando-se em consideração a quantidade de combustível consumido e a velocidade de propagação do fogo (Luke & McArthur, 1978). Vários autores relacionam a intensidade à altura de chamuscamento nas copas das árvores e, portanto, é um parâmetro sempre considerado em planos de manejo com fogo (Luke & McArthur, 1978). As queimadas podem ser classificadas como de intensidade baixa, moderada, alta e muito alta, sendo essa classificação, associada a diferentes tipos de vegetação. Por exemplo, Cheney (1993) apresenta valores menores que 500 kJ/(m.s) para queimadas de baixa intensidade apropriadas para manejo de florestas de eucalipto. Segundo o autor, intensidades entre 3000 e 7000 kJ/(m.s) são consideradas altas, resultando em fogos de copa, causando grande dano à vegetação. Ainda não se sabe ao certo qual é a classificação para a intensidade das queimadas de Cerrado, pois são poucos os valores apresentados na literatura. Para Campo Sujo, foram determinados valores entre 1390 e 16.394 kJ/(m.s) (Kauffman et al., 1994; Castro, 1996; Miranda et al., 1996), e valores da ordem de 500 a 1500 kJ/(m.s) podem ser calculados com os dados apresentados por César (1980). A grande variabilidade para esses valores pode ser consequência das características do combustível, isto é, quantidade, proporção de biomassa viva e morta, teor de umidade e também do número de dias sem chuva, da temperatura e da umidade do ar e da velocidade do vento, fatores que influenciam a qualidade do combustível e a velocidade de propagação da frente de fogo (Luke & McArthur, 1978).

Impacto na vegetação herbácea

A vegetação da camada rasteira é bastante resistente ao fogo (Coutinho, 1990). Coutinho (1976) apresentou uma lista de 150 espécies do estrato herbáceo subarbustivo que floresceram em até 90 dias depois da ocorrência de queimadas em diferentes estados da Região do Cerrado. Um número semelhante de espécies (135) florescendo entre 14 e 94 dias depois da passagem do fogo, foi observado por Freitas (1998) em estudo sobre apifauna em áreas recém-queimadas de Campo Sujo. César (1980) em estudo sobre o efeito da queima e do corte na vegetação de Campo Sujo reporta 46 espécies florescendo entre quatro e 100 dias depois de uma queimada. Oliveira et al. (1996) observaram 44 espécies de orquídeas terrestres florescendo depois das queimadas em áreas de Cerrado, Campo Sujo, Campo Limpo e Campo Úmido, com algumas espécies florescendo em até duas semanas depois da passagem do fogo. *Habenaria armata* floresceu intensamente logo depois da queimada. Todavia, nenhuma floração foi observada nos quatro anos anteriores enquanto a área esteve protegida de queima.

Em estudo para determinar o efeito da época de queima na floração de 47 espécies do estrato herbáceo de Campo Cerrado, Coutinho (1976) encontrou 33 espécies que floresceram intensamente depois de queimadas realizadas em qualquer época do ano e César (1980) identificou apenas 12 espécies que floresciam, independentes da época da queima, em áreas de Campo Sujo. Embora a floração intensa tenha sido observada depois das queimadas, Coutinho (1976), em experimentos com

Lantana montevidensis, *Stylosanthes capitata*, *Vernonia grandiflora* e *Wedelia glauca* concluiu que o efeito do fogo na indução do florescimento não é uma consequência direta do efeito térmico, da fertilização com cinza ou dos gases liberados durante a queima, uma vez que a poda das plantas rentes ao solo ou a exposição das plantas à seca prolongada, com morte da parte aérea, resultaram em alta produção de flores.

César (1980), analisando os resultados sobre o efeito de queima e do corte na vegetação de Campo Sujo, verificou que a maior parte das espécies estudadas apresentou respostas fenológicas semelhantes nas áreas submetidas aos diferentes tratamentos, corroborando os resultados de Coutinho (1976). Das 46 espécies estudadas por César (1980), apenas *Aster camporum*, *Memora pedunculata*, *Pfaffia jubata*, *Bulbostylis paradoxa*, *Leptocoryphium lanatum* e *Paspalum pectinatum* floresceram exclusivamente depois do fogo. O aumento na floração que segue à passagem do fogo tem sido amplamente discutido na literatura especializada (Whelan, 1995 para revisão). Gill & Ingerwersen (1976) submeteram indivíduos de *Xanthorrhoea australis* à queima e ao corte e observaram que os tratamentos resultaram no dobro da floração em relação à área-controle. Esse aumento na produção de flores pode estar relacionado a alterações no microclima local resultante da remoção da cobertura vegetal (Frost, 1985), aumento na produtividade depois da passagem do fogo e também ao dano causado à parte aérea da vegetação (Daubenmire, 1968).

Embora as gramíneas formem um dos componentes mais abundantes do estrato herbáceo nas formas mais abertas de Cerrado, seu florescimento depois das queimadas tem sido pouco estudado. Coutinho (1976) reporta à floração de *Elyonurus adustus*, *Eragrostis perennis* e *Paspalum erianthum*. César (1980) observou a floração de *Leptocoryphium lanatum* e *Paspalum pectinatum* em até 60 dias depois das queimadas de Campo Sujo. Daubenmire (1968) argumentou que há efeito positivo na floração de gramíneas nos dois primeiros anos subseqüentes à ocorrência de queimadas. A redução no número de inflorescências na ausência de queimadas tem sido atribuída ao microclima resultante do acúmulo de serapilheira (Curtis & Partsch, 1950).

Para a vegetação do Cerrado, Coutinho (1977) observou a dispersão das sementes anemocóricas de *Anaemopaegma arvensis*, *Jacaranda decurrens*, *Gomphrena macrocephala* e *Nautonia nummularia* alguns dias depois da passagem do fogo. O autor sugeriu que, para essas espécies, o fogo poderia beneficiar a dispersão das sementes exatamente quando a superfície do solo estivesse livre de ramos e gramíneas mortas que poderiam impedir a ação dispersiva do vento.

Parron & Hay (1997) observaram que o fogo teve efeito positivo na produção de sementes de *Trachypogon filifolius* em uma área de Campo Sujo submetida à queima anual, realizada por três anos consecutivos no início da estação seca, em relação a uma área adjacente protegida de queima por três anos. Esses autores verificaram também que o fogo teve impacto negativo na produção de sementes

de *Echinolaena inflexa* em comparação com a área controle. Todavia, Miranda (1997) constatou que o recrutamento via sementes de *Echinolaena inflexa* foi duas vezes maior em uma área de Campo Sujo submetida a um regime de queima quadrienal, em meados da estação seca, do que em uma área de Campo Sujo, protegida de queima por 21 anos. Nas duas áreas, o recrutamento por rebrotação a partir dos rizomas foi três vezes maior do que o recrutamento via sementes. Os resultados desses dois estudos podem estar refletindo as interações entre o regime de queima, as estratégias reprodutivas e a fenologia de *E. inflexa*.

A rápida recuperação da vegetação da camada rasteira, depois da ocorrência de queimadas, tem sido bastante estudada (Coutinho, 1990 para ampla revisão). Rosa (1990), em um estudo sobre o impacto do fogo no estrato rasteiro de um Campo Sujo de Cerrado, notou que o rápido rebrotamento da vegetação pode ser dividido em quatro padrões temporais de recuperação da biomassa aérea; aumento imediato depois do fogo, com máximo no começo da estação chuvosa e, depois, desaparecimento; máximo no meio da estação chuvosa; máximo entre a segunda metade da estação chuvosa e final da seca; e máximo no final da estação seca (Fig. 2). Rosa (1990) argumenta que os diferentes padrões observados podem estar associados às características fenológicas das 56 espécies estudadas, assim como às condições pós-queima: remoção da parte aérea e efeito de poda; aumento na disponibilidade de nutrientes; alterações nas condições microclimáticas e, também, com a sazonalidade da precipitação.

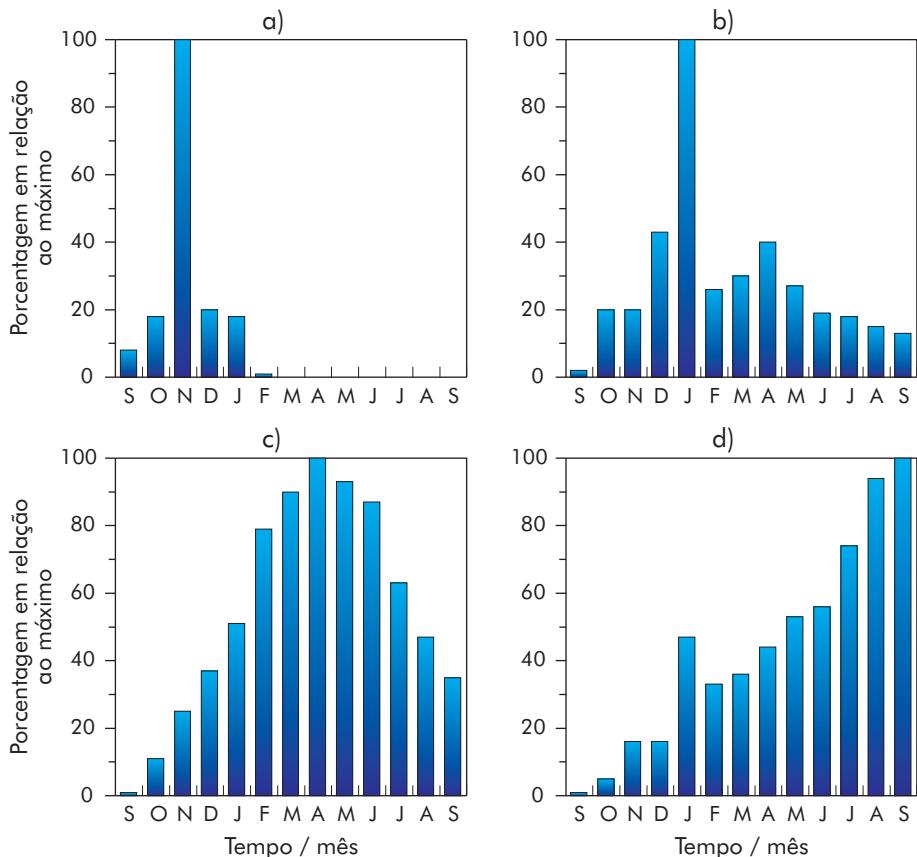


Fig. 2. Padrões de recuperação da vegetação do estrato herbáceo de uma área de Campo Sujo depois de uma queimada. a) aumento imediato depois do fogo com máximo no começo da estação chuvosa e depois desaparecimento; b) máximo no meio da estação chuvosa; c) máximo entre a segunda metade da estação chuvosa e final da seca e d) máximo no final da estação seca.

Fonte: Modificado de Rosa (1990).

Impacto na vegetação lenhosa

Grande parte da informação sobre a resposta ao fogo da vegetação lenhosa das savanas está relacionada às

taxas de mortalidade e regeneração, sexuada ou vegetativa (Frost & Robertson, 1987), sendo poucos os estudos sobre a produção de flores e sementes (Whelan, 1995). Para a vegetação do Cerrado, Landim & Hay (1996) observaram que, independentemente da altura do indivíduo (de 1 a 3 m), o fogo danificou 60% dos frutos de *Kielmeyera coriacea*. Entretanto, um ano depois da ocorrência do fogo, não foi observada diferença significativa na produção de botões florais e flores entre os indivíduos da área queimada e os de uma área controle. Para *Miconia albicans*, Miyanishi & Kellman (1986) determinaram impacto negativo na produção de flores no ano seguinte à queima, com o máximo de floração sendo atingido apenas no terceiro período reprodutivo. Impacto negativo na reprodução sexuada de *Miconia albicans*, *Myrsine guianensis*, *Roupala montana*, *Periandra mediterranea*, *Rourea induta* e *Piptocarpha rotundifolia*, como consequência dos danos sofridos pelos frutos durante uma queimada no final da estação seca, foi reportado por Hoffmann (1998). Felfili et al. (1999), em estudo de longa duração sobre fenologia de *Stryphnodendron adstringens*, observaram que o fogo teve impacto negativo sobre a produção de frutos. A frutificação ocorreu apenas no segundo ano depois da queima, e o número de frutos observados atingiu apenas a metade daquele registrado no período anterior ao fogo. Silva et al. (1996) verificaram impacto positivo no sucesso reprodutivo de *Byrsonima crassa* depois da ocorrência de uma queimada no meio da estação seca. Todavia, grande parte dos estudos é de curta duração, não sendo possível avaliar variações temporais na produção de flores e frutos.

Em estudos sobre os efeitos de um regime de queima bienal em plântulas e indivíduos jovens de *Blepharocalyx*

salicifolius, Matos (1994) determinou taxas de mortalidade de 90% para plântulas e de cerca de 50% para os indivíduos jovens. A autora estimou que o tamanho crítico para sobrevivência seria de 50 cm de altura com 0,6 cm de diâmetro basal. Hoffmann (1998), estudando a reprodução pós-fogo da vegetação lenhosa do Cerrado, determinou que queimadas bienais causavam alta mortalidade em plântulas de *Miconia albicans* (100%), *Myrsine guianensis* (86%), *Roupala montana* (64%), *Periandra mediterranea* (50%) e *Rourea induta* (33%). Todavia, rebrotações de *M. guianensis*, *R. montana* e de *R. induta* apresentaram altas taxas de sobrevivência, talvez por possuírem diâmetros de duas a quatro vezes maiores do que os das plântulas. Miyanishi & Kellman (1986) determinaram mortalidade de 40% para plântulas de *M. albicans* depois de uma queimada. Os autores estabelecem entre 4,3 e 7,5 cm como a altura crítica para tolerância ao fogo. Braz et al. (2000) em estudo sobre estabelecimento e desenvolvimento de plântulas de *Dalbergia miscolobium*, observaram que 14% dos indivíduos morreram depois de uma queimada, no início da estação chuvosa, em área de Cerrado stricto sensu. As plântulas sobreviventes apresentaram incremento de 5,5 cm na parte aérea ao final da estação chuvosa.

Armando (1994), estudando o efeito de duas queimadas anuais em indivíduos pequenos (de 20 a 100 cm de altura e com diâmetro basal maior de que 1,5 cm) de *Aspidosperma dasycarpum*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Caryocar brasiliense*, *Dalbergia miscolobium*, *Hymenaea stigonocarpa*, *Stryphnodendron adstringens*, *Sclerolobium paniculatum*, *Siphoneugenia densiflora* e *Virola sebifera*, mostrou que as queimadas reduziram o número de indivíduos em 4%, e quatro espécies

(*D. miscolobium*, *S. adstringens*, *S. densiflora* e *S. paniculatum*) apresentaram taxas de mortalidade da ordem de 13%. Sato (1996), em estudo sobre mortalidade de indivíduos lenhosos em Cerrado stricto sensu, determinou que uma queimada realizada depois de 18 anos de proteção contra queima resultou na morte de 40% dos indivíduos com altura entre 0,3 e 2,0 m. Uma segunda queimada na mesma área, dois anos depois, resultou na morte de 72% dos indivíduos com o mesmo porte. Esse aumento na mortalidade pode estar refletindo o dano sofrido pelos rebrotamentos ocorridos depois da primeira queimada.

A maioria das espécies lenhosas do Cerrado apresenta, depois da ocorrência de queimadas, rebrotações na parte epigéia e muitas rebrotam a partir de raízes gemíparas ou da parte basal de seus troncos (Coutinho, 1990). Rocha e Silva (1999) em estudo sobre impacto de três queimadas bienais na vegetação lenhosa de Campo Sujo determinou que de 35% a 65% dos indivíduos apresentaram exclusivamente rebrotações na parte epigéia, e que rebrotações basais ou subterrâneas corresponderam a 19%. Para a vegetação de Cerrado stricto sensu, Sato (1996) determinou que 66% da vegetação apresentou rebrotação na parte epigéia e apenas 20%, rebrotação basal ou subterrânea. Souza & Soares (1983) determinaram que seis meses depois de uma queimada em área de Cerradão, que havia sido protegido de queima por 50 anos, cerca de 82% dos indivíduos tiveram rebrotação, sendo 77% exclusivamente basal e apenas 3% na parte epigéia. Desta forma, a ocorrência de nova queimada em curto espaço de tempo, pode resultar em alta taxa de mortalidade, uma vez que as rebrotações podem não apresentar cascas espessas o suficiente ou, por não

terem atingido altura crítica para escape do efeito direto das chamas.

Guedes (1993) e Rocha e Silva & Miranda (1996) mostraram que a curta duração do pulso de calor e o bom efeito isolante de cascas espessas são fatores de proteção importantes que resultam em pequeno aumento da temperatura do câmbio durante a passagem da frente de fogo. Considerando a diversidade de tipos de casca, os autores determinaram uma espessura mínima de 6 a 8 mm para que a casca ofereça proteção efetiva ao câmbio durante queimadas de Cerrado. Onde a casca não é espessa o suficiente para garantir a proteção efetiva como nos ramos, rebrotações e nos indivíduos jovens, a temperatura pode atingir valores superiores a 60 °C, causando a morte do tecido. Dessa forma, o fogo modifica a estrutura da vegetação, alterando a taxa de mortalidade de indivíduos de menor porte e a taxa de regeneração da vegetação lenhosa.

Taxas de mortalidade para a vegetação lenhosa, relacionadas com a época da queima, foram determinadas por Sato & Miranda (1996) e Sato et al. (1998). Depois da proteção contra o fogo por 18 anos, queimadas realizadas em uma área de Cerrado *stricto sensu*, em meados da estação seca de 1992, 1994 e 1996, resultaram em taxas de mortalidade de 12%, 6% e 12%, com redução de 27% no número de indivíduos. Em uma área adjacente, queimadas bienais no final da estação seca, resultaram em taxas de mortalidade de 12%, 13% e 19%, com redução de 38% no número de indivíduos. De forma geral, cerca de 60% dos indivíduos mortos, como consequências da segunda e da terceira queimadas, haviam apresentado exclusivamente

rebrotações basais ou subterrâneas, ou ambas. Parte da mortalidade ocorrida depois da segunda e terceira queimadas pode ser consequência de efeitos indiretos do fogo. Cardinot (1998) sugere que a herbivoria e a redução na reserva de nutrientes possam causar a morte de rebrotações de *Kielmeyera coriacea* e *Roupala montana* depois de queimadas freqüentes. As altas taxas de mortalidade também podem estar relacionadas à fenologia de algumas espécies que renovam as folhas, florescem ou frutificam durante a estação seca (Bucci, 1997; Pinto, 1999).

Rocha & Silva (1999) apresentaram taxas de mortalidade para áreas de Campo Sujo submetidas a diferentes regimes de queima. Depois de uma proteção contra fogo por 18 anos, três queimadas bienais, em meados da estação seca, resultaram em taxas de mortalidade de 5%, 8% e 10%, reduzindo em 20% o número de indivíduos lenhosos na área de estudo. Em área adjacente, duas queimadas quadriennais também resultaram na redução de 20% no número de indivíduos. Cerca de 44% dos indivíduos mortos na área submetida ao regime bienal haviam apresentado exclusivamente rebrotações basais ou subterrâneas e 50% na área submetida ao regime quadrienal. A alta taxa de mortalidade determinada para os indivíduos que apresentaram exclusivamente rebrotação basal ou subterrânea pode indicar a baixa resistência dessas rebrotações ao fogo.

As altas taxas de mortalidade, a elevada porcentagem de morte do fuste principal com rebrotações exclusivamente basais ou subterrâneas e a alteração nas taxas de recrutamento de novos indivíduos sugerem que a queima freqüente possa modificar as formas de Cerrado para fisionomias mais abertas (Fig. 3). Essa alteração na estrutura

e na composição da vegetação pode favorecer a ocorrência de queimadas mais intensas e freqüentes (Miranda et al., 1996), além de produzir impactos no funcionamento do sistema com prováveis alterações nas taxas de absorção de carbono e de uso de água (Miranda et al., 1997; Santos, 1999; Silva, 1999).

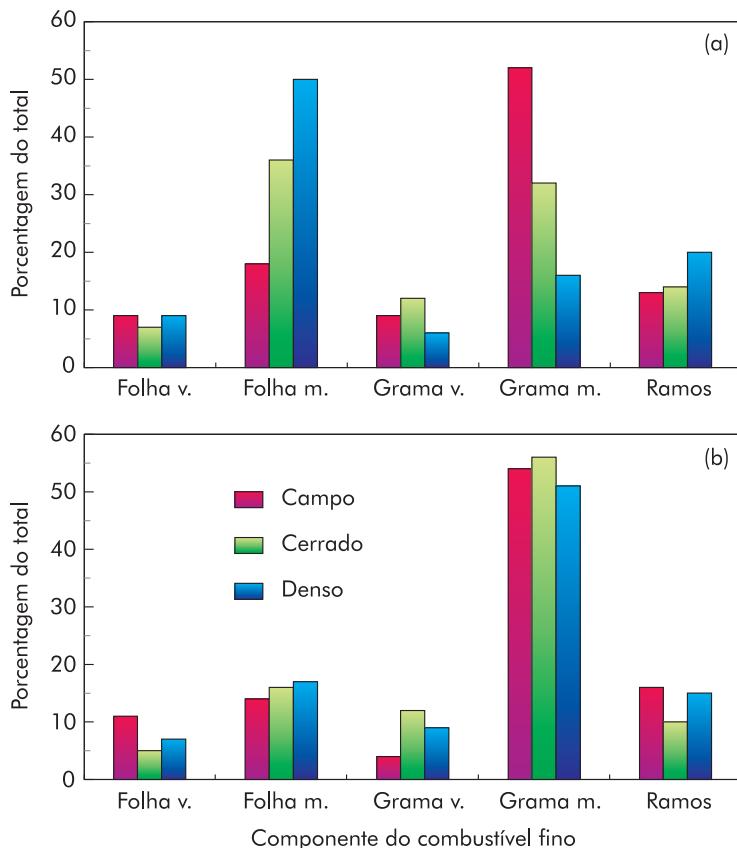


Fig. 3. Alteração na composição do combustível fino do estrato herbáceo de Campo Sujo, Cerrado stricto sensu e Cerrado Denso depois de 18 anos de proteção contra o fogo (a) e depois de três queimadas bienais em meados da estação seca (b), na Reserva Ecológica do IBGE, Brasília, DF (Campo = Campo Sujo; Cerrado = Cerrado stricto sensu; Denso = Cerrado Denso; v = vivo; m = morto).

Coutinho (1990), Sambuichi (1991), Henriques (1993) e Moreira (2000) enfatizaram que a exclusão do fogo resulta na modificação da estrutura e da composição da vegetação do Cerrado convergindo para fisionomias mais fechadas. Sambuichi (1991) e Henriques (1993), ao comparar as fisionomias de Cerrado protegidas contra queima por longos períodos com áreas submetidas a queimas periódicas, observaram que o número de espécies praticamente dobrava depois de longos períodos de exclusão do fogo.

Felfili et al. (2000) em estudo fitossociológico em longo prazo de uma área de Cerrado *stricto sensu*, na qual ocorreu uma queimada acidental cinco anos depois do primeiro inventário, concluíram que embora houvesse ocorrido redução no número de indivíduos como consequência da queimada, quatro anos depois foi determinada a manutenção da composição de espécies, da distribuição espacial e da estrutura da comunidade, indicando que a vegetação do Cerrado é altamente resiliente. Moreira (2000) conclui que a exclusão do fogo resulta no aumento da abundância dos elementos lenhosos e no surgimento de espécies sensíveis ao fogo e que o Campo Sujo e o Cerradão são as fisionomias mais afetadas. Todavia, Eiten & Sambuichi (1996) concluíram que embora houvesse adensamento de indivíduos lenhosos e o aumento do número de espécies com a exclusão do fogo, ainda não há evidências de que haja convergência para formas fisionômicas mais fechadas (estrutural e floristicamente). Isto porque, o adensamento da camada lenhosa ocorrerá apenas até o limite permitido pelas condições edáficas da área. Segundo os autores, menos de 1% da área total do Cerrado era coberta por Cerradão e

apenas nessas áreas a exclusão do fogo levaria ou permitiria a vegetação do Cerrado a convergir estrutural e floristicamente para Cerradão.

Recuperação da biomassa posterior à queima

O efeito do fogo na produção primária aérea para o Cerrado tem sido estimado principalmente para as formas fisionômicas mais abertas, apresentando valores entre 1760 kg ha⁻¹ (Meirelles, 1981) e 8000 kg ha⁻¹ (Cavalcanti, 1978).

Dias (1994) estimou a produção primária para uma área de Campo Limpo em 2790 kg ha⁻¹. Meirelles (1981) apresentou valores de 1760 kg ha⁻¹ para a área de Campo Sujo queimada e de 1080 kg ha⁻¹ para área não queimada (valores referentes ao período das chuvas). Todavia, o máximo de biomassa alcançado depois da queima possuía 71% de biomassa viva, enquanto na área protegida a biomassa viva representava apenas 10% do total. O mesmo padrão foi observado por Andrade (1998) ao comparar a produção primária do estrato herbáceo de Campo Sujo protegida de queima por 20 anos (3420 kg ha⁻¹) com áreas adjacentes queimadas no início (5250 kg ha⁻¹), meio (4710 kg ha⁻¹) e final (4620 kg ha⁻¹) da estação seca.

Para Campo Cerrado, Cavalcanti (1978) determinou valores de cerca de 8000 kg ha⁻¹ e mostrou que se as cinzas fossem removidas, ocorreria redução de cerca de 3000 kg ha⁻¹ na produção anual de fitomassa. O efeito da estação de queima foi determinado por Coutinho et al. (1982). A produção do estrato herbáceo de Campo Cerrado

queimado na estação seca (julho) foi de 5500 kg ha⁻¹ enquanto depois da queimada realizada na estação chuvosa (janeiro) foi de 7000 kg ha⁻¹.

Batmanian & Haridasan (1985) determinaram valores de 2420 kg ha⁻¹ e 3270 kg.ha⁻¹ em áreas de Cerrado *stricto sensu* queimada e não queimada, respectivamente. Esses menores valores determinados podem estar refletindo a predominância do estrato arbóreo-arbustivo na vegetação do Cerrado *stricto sensu*. Essa grande variabilidade nos valores obtidos para a vegetação do Cerrado está relacionada ao período de crescimento mais extenso depois do fogo, ao volume de precipitação e a maior disponibilidade de nutrientes. Resultados semelhantes são descritos na literatura para as savanas venezuelanas (Blydenstein, 1963; San José & Medina, 1977) e para pradarias (Ojima, 1987).

Embora o fogo, de forma geral, tenha impacto positivo na produção primária do estrato herbáceo das fisionomias mais abertas de Cerrado, ele é de curta duração. Batmanian & Haridasan (1985) observaram que depois da queima são necessários 18 meses para que o estrato herbáceo alcance os valores equivalentes aos da área não queimada. Neto et al. (1998) comparando a dinâmica da vegetação do estrato herbáceo de áreas de Campo Sujo depois de queimadas em 1994 e 1996 mostraram que dois anos após a queima os valores de biomassa determinados não apresentam diferença significativa dos valores pré-fogo. Porém, a recuperação da vegetação do estrato rasteiro ocorre de forma diferenciada dependendo da época da queima (Fig. 4). Áreas queimadas

no início da estação seca apresentam recuperação mais lenta em relação àquelas queimadas no final da estação seca, indicando forte relação com o regime de chuvas (Meirelles, 1981; Andrade, 1998).

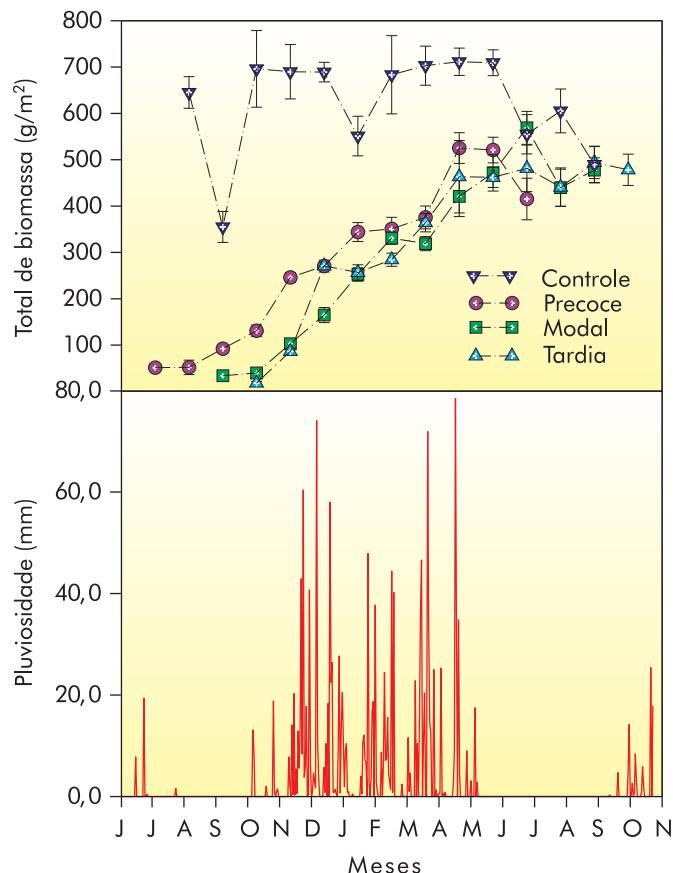


Fig. 4. Recuperação da biomassa aérea em áreas de Campo Sujo, depois de queimadas prescritas, realizadas no início (precoce), meio (modal) e final (tardia) da estação seca e de uma área controle (20 anos sem queima) e a precipitação no mesmo período. As barras verticais representam erros-padrão.

Fonte: Modificado de Andrade (1998).

Andrade (1998), comparando a dinâmica da vegetação do estrato herbáceo de áreas de Campo Sujo, submetidas a diferentes regimes de queima, mostrou que em um ano 70% do total de biomassa é recuperado (Tabela 1) e que, cerca de nove meses depois da passagem do fogo a biomassa morta (serapilheira + gramíneas mortas) representa cerca de 65% do total, indicando que, dependendo das condições climáticas ou da ocorrência de veranicos prolongados, a área está suscetível à ocorrência de nova queimada. Ramos Neto & Pivello (2000) observaram que áreas de Campo Limpo, no Parque Nacional de Emas, GO, sofreram até três queimadas, iniciadas por raio, em anos consecutivos, confirmado a observação de Andrade (1998).

Tabela 1. Produção primária em diferentes áreas de Campo Sujo submetidas às queimadas prescritas no início (precoce), meio (modal) e final (tardia) da seca e, em área controle (20 anos sem queima).

Áreas	Biomassa* antes da queimada (kg.ha ⁻¹)	Produção* primária (kg.ha ⁻¹)	Tempo decorrido após a queimada (meses)	Recuperação (%)**
Precoce	6590 ± 210	5250 ± 330	10	80
Modal	6400 ± 1220	4710 ± 400	9	73
Tardia	6470 ± 500	4620 ± 220	6	71
Controle	6450 ± 700	3420 ± 250	7***	53

*Média ± erro-padrão;

**Em relação ao total de biomassa antes das queimadas;

***Tempo decorrido em relação ao início do experimento com a realização da queima no início da estação seca (precoce).

Fonte: Modificado de Andrade (1998).

A influência do fogo no Cerrado sobre a ciclagem de nutrientes

Um dos mais importantes impactos das queimadas na vegetação nativa do Cerrado, especialmente se estas forem muito freqüentes, é sua influência sobre alguns processos da ciclagem de nutrientes. São vários os fatores que merecem uma análise cuidadosa quanto ao papel do fogo em relação à ciclagem de nutrientes no Cerrado e a resiliência desse ecossistema.

Em primeiro lugar, sendo o Cerrado um ecossistema extremamente pobre em macronutrientes tanto na fitomassa quanto no substrato (Haridasan, 2000, 2001), incluindo solo e regolito, as possíveis perdas desses macronutrientes nesse ecossistema, durante a queima, podem determinar o grau de resiliência da vegetação nativa. Em segundo lugar, merece atenção a capacidade de regeneração (rebrotação) da vegetação nativa, aproveitando a maior disponibilidade de nutrientes provenientes da cinza incorporada ao solo. Um terceiro aspecto é a possibilidade de recuperação de estoques de nutrientes depois das queimadas pela entrada de nutrientes nesse ecossistema através da deposição seca e úmida.

Apesar do crescente interesse na biodiversidade e do seu papel no funcionamento de ecossistemas do Cerrado, são poucos os estudos sobre esse tema que consideram os aspectos da ciclagem de nutrientes, especialmente, aqueles relacionados a queimadas. Para analisar as possíveis conseqüências das queimadas no funcionamento dos ecossistemas de Cerrado, pode-se utilizar o esquema da Fig. 5. Embora a abscisão de folhas do estrato arbóreo-arbustivo possa ser fator importante na mineralização de nutrientes na primeira estação chuvosa depois da queima, nos estudos analisados neste capítulo, como os de Coutinho (1990), Pivello & Coutinho (1992) e Kauffman et al. (1994), não há informação sobre esse tema para as fisionomias estudadas.

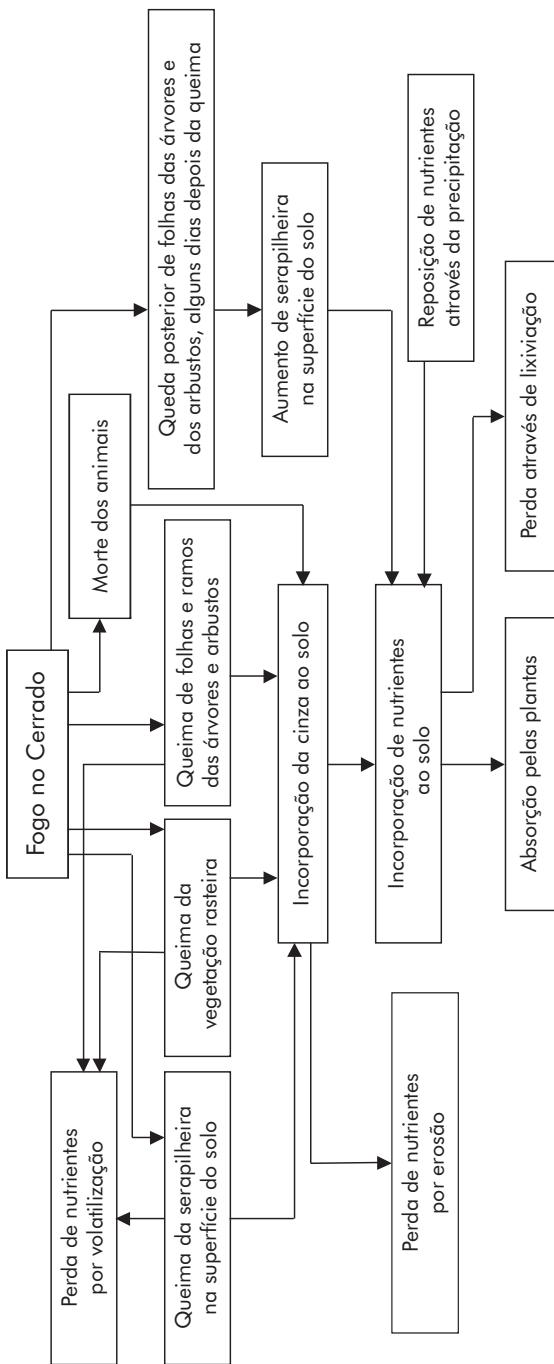


Fig. 5. Impacto do fogo na ciclagem de nutrientes no Cerrado.

Carga de combustível e conteúdo de nutrientes

O primeiro aspecto que merece atenção é a carga de combustível na época da queimada. Kauffman et al. (1994) estimaram em 7128 kg ha^{-1} a quantidade de combustível em um Campo Limpo e $10.031 \text{ kg ha}^{-1}$ em um Cerrado stricto sensu na Reserva Ecológica do IBGE no Distrito Federal na época seca em 1990. Os autores incluíram nessa estimativa de carga de combustível a serapilheira acumulada e toda a biomassa aérea em pé - viva e morta - até uma altura de 2 m, excluindo o tronco das árvores. Um Campo Sujo e um Campo Cerrado, ao longo de um gradiente de Campo Limpo a Cerrado stricto sensu, apresentaram valores intermediários de 7128 kg ha^{-1} e 8625 kg ha^{-1} . Enquanto a contribuição da biomassa de gramíneas vivas e mortas diminuiu de 6715 kg ha^{-1} em Campo limpo a 2715 kg ha^{-1} em Cerrado stricto sensu, a quantidade total de combustível aumentou consideravelmente devido à contribuição das dicotiledôneas da camada rasteira (viva e serapilheira) e ramos e galhos das árvores (Fig. 6). A eficiência de combustão variou de 97% em Campo Limpo a 72% em Campo Cerrado e 84% em Cerrado stricto sensu.

As estimativas da carga de combustível podem variar bastante dependendo da fisionomia, das condições edáficas e do tempo sem queima. Por exemplo, Abdala et al. (1998) estimaram em 8680 kg ha^{-1} a biomassa da camada rasteira e em 5200 kg ha^{-1} a quantidade de serapilheira de um Cerrado stricto sensu em um Latossolo Vermelho-Escuro em Brasília. Assim, a carga de combustível

será de 13.880 kg ha⁻¹, 37% maior do que os valores de Kauffman et al. (1994) para a mesma fisionomia. Lilienfein et al. (2001) estimaram em 8059 kg ha⁻¹ a soma da biomassa aérea da camada rasteira e das árvores com altura até 2 m de um Cerrado stricto sensu em Uberlândia no Estado de Minas Gerais.

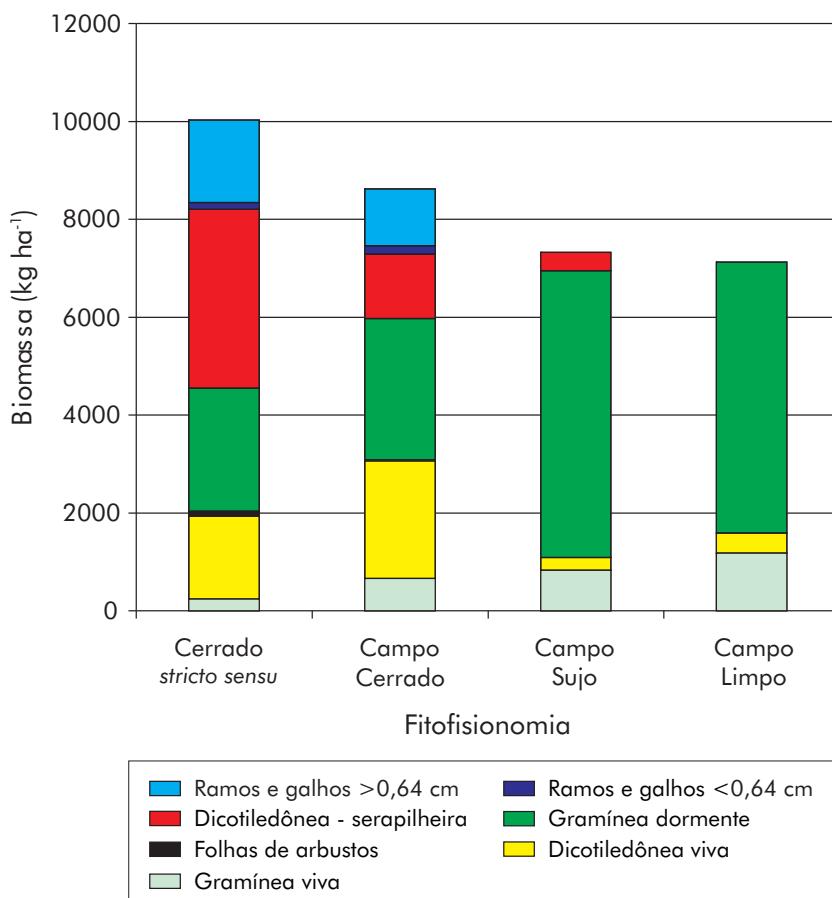


Fig. 6. Carga de combustível em diferentes fitofisionomias de Cerrado na Reserva Ecológica do IBGE, DF, na época seca de 1990.

Fonte: Modificado de Kauffman et al., 1994.

Kauffman et al. (1994) apresentaram dados de concentrações de N, P, K, Ca e S em diferentes componentes da biomassa (gramíneas - viva e dormente; dicotiledôneas da camada rasteira - viva e serapilheira, folhas de arbustos, cascas de árvores presentes na serapilheira), calculando o estoque de nutrientes em cada componente antes do fogo na época seca. Os estoques de nutrientes variaram entre as fitofisionomias conforme a composição do combustível (Tabela 2). As estimativas de Pivello & Coutinho (1992) e de Alvarez (1979) sobre o conteúdo de nutrientes na biomassa da camada rasteira de um Campo Cerrado em Emas, Pirassununga, SP, na época seca, nos anos de 1978 a 1983, são comparáveis (apesar de diferenças na metodologia de coleta de combustíveis) aos dados registrados para o Distrito Federal (Tabela 2). Comparações desses valores com dados disponíveis na literatura para ecossistemas savânicos não têm muito mérito em função das diferenças na fertilidade dos solos, do clima, da época de queima e da fitofisionomia que alteram a carga de combustível. Deve-se destacar que o conteúdo de nutrientes para os ecossistemas do Cerrado em solos distróficos é muito menor que em florestas amazônicas, também em solos distróficos onde a biomassa é muitas vezes maior (Haridasan, 2000). A quantidade de nutrientes incorporados ao solo, e as perdas são muito maiores nesses ecossistemas florestais (Jordan, 1987).

Tabela 2. Estimativas dos estoques (kg ha^{-1}) de nutrientes na carga de combustível em diferentes fitofisionomias do Cerrado.

Nutriente	Cerrado stricto sensu ¹	Campo Cerrado ¹	Campo Sujo ¹	Campo Limpo ¹	Campo Cerrado ²	Campo Cerrado ³
N	56,8	45,5	26,0	23,7	16-40	70
P	3,4	2,6	1,7	1,7	2-4	3,5
K	13,8	15,4	16,1	17,2	11-19	18
Ca	30,5	24,4	11,2	12,4	11-26	4
Mg	-	-	-	-	5-8	2
S	6,3	5,2	3,5	3,8	3-6	2

Fonte: ¹Kauffman et al. (1994); ²Pivello & Coutinho (1992); ³Alvarez (1979).

Conteúdo de nutrientes na cinza incorporada ao solo

As quantidades de nutrientes contidas na cinza, resultantes da queima de biomassa, em diferentes fitofisionomias do Cerrado, foram estimadas por Kauffman et al. (1994) na Reserva Ecológica do IBGE, DF, na época seca de 1990 (Fig. 7). As variações no conteúdo de nutrientes na carga de combustível nas diferentes fitofisionomias antes da queima (Tabela 2) e na cinza (Fig. 7) refletem tanto a quantidade total de combustível disponível para queima quanto a diferença na composição do combustível em cada uma dessas fisionomias (Fig. 6). Assim, o Campo Limpo, com a dominância de gramíneas, tem menores estoques de N e Ca e o maior estoque de K. Villela & Haridasan (1994), estudando a resposta à adubação e à irrigação da camada rasteira de um Cerrado stricto sensu no Distrito Federal constataram maior estoque de Ca e Mg

na biomassa de não-gramíneas e de K nas gramíneas. Esses resultados refletem a capacidade diferenciada de gramíneas e não-gramíneas absorverem cátions bivalentes e monovalentes. As estimativas de Pivello & Coutinho (1992) sobre o conteúdo de nutrientes nas cinzas de um Campo Cerrado em Emas, SP, foram comparáveis aos dados de Kauffman et al. (1994). Entre 1978 e 1983, Pivello & Coutinho (1992) estimaram o conteúdo de nutrientes nas cinzas em 1 a 2 kg ha⁻¹ de N; 1 a 2 kg ha⁻¹ de P; 6 a 11 kg ha⁻¹ de K; 8 a 11 kg ha⁻¹ de Ca e 2 a 3 kg ha⁻¹ de S.

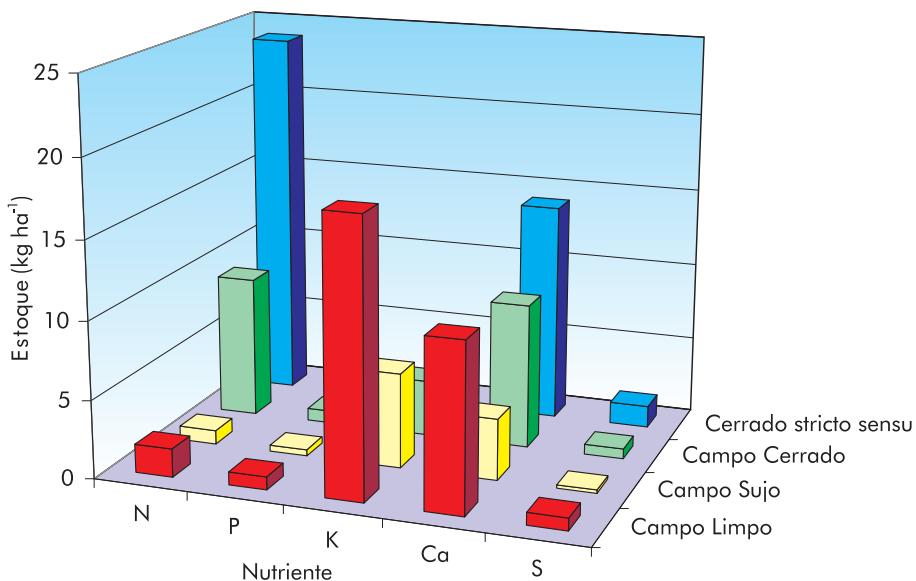


Fig. 7. Conteúdo de nutrientes na cinza resultante da queima em diferentes fitofisionomias do Cerrado na época seca de 1990, na Reserva Ecológica do IBGE, DF.

Fonte: Modificado de Kauffman et al. (1994).

Perda de nutrientes durante a queimada

As diferenças entre as quantidades de nutrientes nas cinzas e os estoques na carga de combustível antes da queima fornecem estimativas sobre a perda de nutrientes durante a passagem do fogo. Assim, Kauffman et al. (1994) estimaram a perda através da volatilização de N em 96% para Campo Limpo, 94% para Campo Sujo, 58% para Campo Cerrado e 32% para Cerrado *stricto sensu*. As perdas correspondentes de P foram 67%, 45%, 34% e 22%, e de S, 89%, 88%, 67% e 74%. As perdas de K e Ca foram consideradas não significativas.

As estimativas da perda de N (93% a 97%), P (45% a 61%) e S (43% a 81%) durante as queimadas realizadas por Pivello & Coutinho (1992) em Campo Cerrado em Emas, SP foram comparáveis às perdas encontradas por Kauffman et al. (1994) no Distrito Federal. Entretanto, as perdas de K (29% a 62%), Ca (22% a 71%) e Mg (19% a 62%) nos estudos de Pivello & Coutinho (1992) foram bem maiores do que no estudo de Kauffman et al. (1994).

Perda de folhas da camada lenhosa e conteúdo de nutrientes

Um efeito do fogo pouco discutido nos trabalhos sobre queimadas no Cerrado é a contribuição das folhas que não são consumidas pelas chamas, mas apenas danificadas pela exposição ao fluxo de ar quente que secam e caem dentro de poucos dias depois da ocorrência do fogo. Isso pode alterar os processos de ciclagem de duas maneiras: a

perda de uma quantidade significativa de folhas pode contribuir para maior disponibilidade de nutrientes no solo através da mineralização; em segundo lugar, isso pode provocar maior mobilização durante a rebrotação das reservas dos nutrientes existentes em órgãos como caule e sistema subterrâneo dessas árvores.

As estimativas de biomassa de folhas em indivíduos lenhosos de Cerrado *stricto sensu*, na estação seca, em solos distróficos do Distrito Federal, são em torno de 1000 kg ha^{-1} a 1200 kg ha^{-1} (Silva, 1990; Abdala et al., 1998). Se toda essa biomassa for incorporada ao solo, como ocorre muitas vezes, a quantidade máxima de macronutrientes que pode ser mineralizada será: $1,0 \text{ kg ha}^{-1}$ de P; $8,8 \text{ kg ha}^{-1}$ de K; $3,4 \text{ kg ha}^{-1}$ de Ca e $1,5 \text{ kg ha}^{-1}$ de Mg (Silva, 1990). Isso representa 18%, 20%, 11% e 13% do estoque desses nutrientes na biomassa aérea da camada arbórea.

Efeitos sobre o solo

Um dos efeitos imediatos do fogo sobre o solo é a alteração do pH (Fig. 8). Uma das diferenças observadas entre as queimadas de Campo Sujo e Cerrado *stricto sensu* foi a maior variabilidade nos valores de pH, um dia depois da queima, em relação à distribuição das cinzas. O pH variou de 5,1 a 9,1 no Cerrado *stricto sensu* depois da queima enquanto no Campo Sujo a variação foi de 5,0 a 7,8 (Fig. 8). Os maiores valores do pH podem estar relacionados à contribuição das cinzas resultantes da combustão de caules e de ramos de árvores mortas.

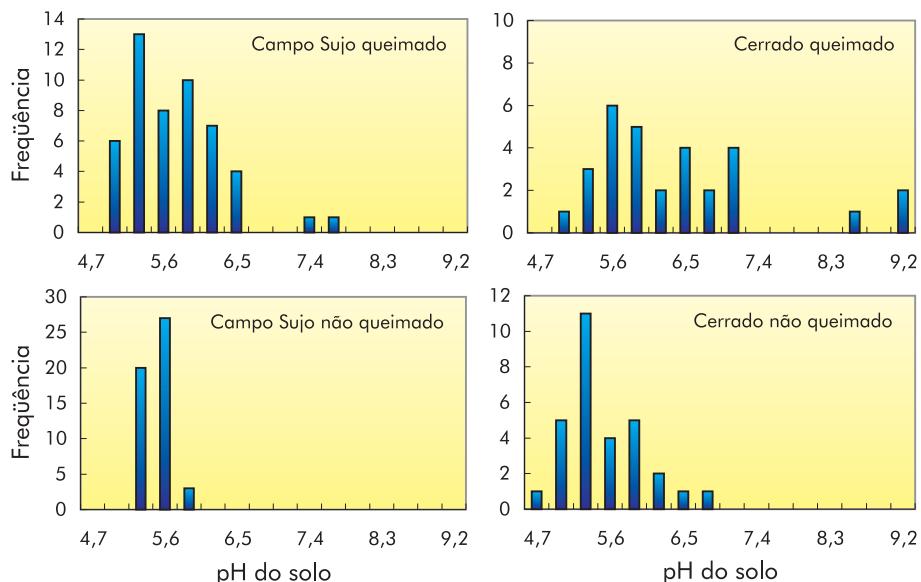


Fig. 8. Influência da queimada no pH da camada superficial do solo de Campo Sujo e Cerrado *stricto sensu* na Reserva Ecológica do IBGE, DF, um dia depois de uma queimada na estação seca de 1999.

No Cerrado *stricto sensu*, o pH do solo aumentou significativamente depois da queima, mas não houve aumento na área de Campo Sujo (Tabela 3). Nardoto (2000) e Bustamante et al. (1998), estudando os efeitos da queima em Cerrado *stricto sensu* na Reserva Ecológica do IBGE, DF, verificaram aumentos no pH do solo que permaneceram durante a estação chuvosa subsequente ao fogo.

Tabela 3. Efeito da queimada na estação seca sobre pH em água de um Latossolo Vermelho-Escuro em Cerrado *stricto sensu* e Campo Sujo na Reserva Ecológica do IBGE, DF, um dia depois do fogo.

Fisionomia	Não queimada	Queimada
Cerrado <i>stricto sensu</i>	5,53(0,51)aA*	6,39(1,04)bA
Campo Sujo	5,47(0,17)aA	5,74(0,57)aB

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na mesma linha e pela mesma letra maiúscula na mesma coluna não são significativamente diferentes.

Incorporação de nutrientes ao solo

O maior impacto do fogo sobre a ciclagem de nutrientes no Cerrado é na mobilização de nutrientes estocados nas biomassas viva e morta da vegetação e na serapilheira acumulada na superfície do solo. Essa mobilização é de grande importância uma vez que o Cerrado é pobre em nutrientes tanto na vegetação quanto no solo e no regolito (Haridasan, 2000, 2001). A perda da maior parte do estoque de N e de S através da volatilização é confirmada em todos os estudos apresentados na literatura (Pivello & Coutinho, 1992; Kauffman et al., 1994). Entretanto, as quantidades de macronutrientes incorporadas aos solos são pequenas, especialmente, em termos agronômicos. Uma vez que as queimadas ocorrem na estação seca, a lixiviação dos nutrientes das cinzas ocorre com as primeiras chuvas. Conseqüentemente, o aumento na disponibilidade dos nutrientes estará restrito às camadas mais superficiais do solo (Cavalcanti, 1978; Batmanian, 1983) e um rápido restabelecimento da vegetação rasteira assegura reincorporação de K, Ca e Mg na biomassa da

vegetação. Cavalcanti (1978) registrou, na camada de 0 a 5 cm de um Campo Cerrado em Emas, SP, o maior aumento na disponibilidade de Ca, Mg e K depois do fogo. Todavia, esse aumento foi de curta duração, diminuindo durante os 60 dias subsequentes. Não houve evidências de uma lixiviação significativa de nutrientes para camadas mais profundas. Batmanian (1983) também registrou, até uma profundidade de 60 cm, maior disponibilidade de Ca, Mg e K após uma queimada em Cerrado *stricto sensu*, na Fazenda Água Limpa, DF. Nesses dois trabalhos foi constatada a diminuição na disponibilidade de Al acompanhando a maior disponibilidade de Ca e Mg.

Acúmulo de nutrientes na biomassa da camada rasteira depois da queima

A recuperação da biomassa da camada rasteira de um Cerrado *stricto sensu* depois da queima foi investigada por Batmanian (1983) e a de Campo Sujo por Andrade (1998). Esses autores constataram a capacidade de essa vegetação atingir valores de biomassa equivalentes aos valores antes do fogo de 12 a 15 meses depois do fogo.

Batmanian (1983) constatou as maiores concentrações de macronutrientes na área queimada logo após o fogo em gramíneas e não-gramíneas. Esses valores diminuíram ao longo do ano, ao mesmo tempo em que o total de biomassa na área queimada aproximou-se do total da área não queimada (Fig. 9). Assim, na biomassa viva da camada rasteira da área queimada, com uma produção de 2420 kg ha⁻¹, foram estimadas em 22,4 kg ha⁻¹ de N; 1,4 kg ha⁻¹ de P; 9,9 kg ha⁻¹ de K; 3,5 kg ha⁻¹ de Ca e 3,9 kg ha⁻¹ de Mg as quantidades máximas desses nutrientes. Na área não queimada, com uma produção de

3270 kg ha⁻¹, os valores correspondentes foram: 28,5 kg ha⁻¹ de N; 1,5 kg ha⁻¹ de P; 11,8 kg ha⁻¹ de K; 3,6 kg ha⁻¹ de Ca e 2,9 kg ha⁻¹ de Mg. Essas estimativas são comparáveis às apresentadas por Kauffman et al. (1994) para uma área semelhante na Reserva Ecológica do IBGE, DF, e as de Alvarez (1979) para Campo Cerrado em Emas, SP, exceto para o N que apresentou valores da ordem de 96 kg ha⁻¹. É evidente a capacidade de recuperação da vegetação do Cerrado em condições de baixa fertilidade do solo. As exigências da vegetação nativa são bem menores do que as das plantas cultivadas. A baixa exigência nutricional da vegetação nativa do Cerrado confere ao ecossistema alta resiliência quanto ao restabelecimento da cobertura vegetal depois do fogo.

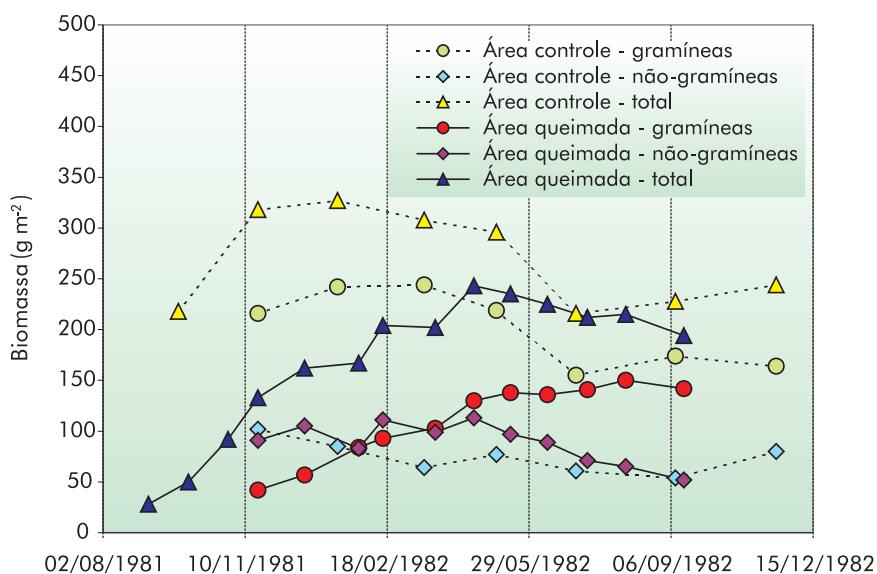


Fig. 9. Comparação da biomassa da camada rasteira entre áreas queimada e não queimada de Cerrado stricto sensu na Fazenda Água Limpa, DF. Fonte: Modificado de Batmanian (1983).

Acúmulo de nutrientes na biomassa da camada lenhosa depois da queima

Não se conhece nenhum trabalho que tenha estimado a alteração na quantidade de nutrientes da biomassa da camada lenhosa entre um Cerrado *stricto sensu* antes e depois da queima. Entretanto, se assumisse que, como conseqüência da queimada, a camada lenhosa perdesse todas as folhas e as recuperasse no período de um ano, a produção máxima de folhas seria da ordem de 1 a 1,2 Mg ha⁻¹. A quantidade de nutrientes necessária para isso pode ser estimada com base nos dados de Silva (1990) e Lilienfein et al. (2001): 16 kg ha⁻¹ de N; 1 a 2 kg ha⁻¹ de P; 3 a 5 kg ha⁻¹ de K; 3 a 5 kg ha⁻¹ de Ca e 1 a 3 kg ha⁻¹ de Mg. Uma parte deles poderia ser proveniente da biomassa do tronco, raízes e órgãos especializados como xilopódio (Cavalcanti, 1978; Coutinho, 1990).

Uma estimativa para a recuperação da camada de arbustos, incluindo caule e folhas consumidos durante a queima, seria 14 a 23 kg ha⁻¹ de N; 0,8 a 1,8 kg ha⁻¹ de P; 3,2 a 7,9 kg ha⁻¹ de K; 3,4 a 7,6 kg ha⁻¹ de Ca e 1,1 a 2,4 kg ha⁻¹ de Mg. Somando os dois estratos, serão necessários para recompor a biomassa das camadas lenhosas de Cerrado: de 30 a 53 kg ha⁻¹ de N; 2 a 4 kg ha⁻¹ de P; 6 a 13 kg ha⁻¹ de K; 4 a 8 kg ha⁻¹ de Ca e 2 a 5 kg ha⁻¹ de Mg.

Alguns pesquisadores apresentaram dados sobre concentração de nutrientes em folhas de espécies lenhosas do Cerrado depois da queima (Borgatto, 1994; Medeiros, 1983). Medeiros (1983) constatou que as concentrações foliares de N, P, K e Ca foram maiores, durante o primeiro

ano depois da queima para algumas espécies de Cerrado *stricto sensu*. Entretanto, em condições semelhantes de solos e de fisionomia, Borgatto (1994) observou diminuição nas concentrações foliares de N, P e Ca em rebrotações de espécies lenhosas, três anos depois da queima, quando a biomassa aérea da camada lenhosa foi retirada, e a área foi queimada.

Nardoto (2000), estudando a produção de serapilheira, oriunda da camada lenhosa, constatou que as concentrações de P, K, Ca, Mg e S foram maiores na serapilheira de área queimada (queimas bienais nos últimos oito anos) do que na área não queimada de um Cerrado *stricto sensu* na Reserva Ecológica do IBGE, DF. Porém, a quantidade de serapilheira produzida ao longo do ano foi menor na área queimada, refletindo sobre o fluxo de nutrientes. A produção média de serapilheira na área protegida contra o fogo durante 26 anos (6990 kg ha^{-1}) foi até seis vezes maior do que a da área queimada (1265 kg ha^{-1} , durante o ano anterior à quarta queima e 1022 kg ha^{-1} no ano depois da queima). Assim é possível que a camada lenhosa do Cerrado perca nutrientes essenciais com queimas freqüentes. A perda de folhas das árvores depois de queimadas pode ter papel importante na ciclagem de nutrientes, pois uma parte do estoque de nutrientes na biomassa arbórea pode ser transferida para a camada rasteira que recuperaria mais rapidamente os nutrientes disponíveis na camada superficial do solo.

Coutinho (1979) discutiu a importância da precipitação seca e úmida como fonte de nutrientes para a reposição do estoque de nutrientes na biomassa da

vegetação do Cerrado depois do fogo. Em um ano, seriam depositados, em média, 2,6 kg ha⁻¹ de K; 5,6 kg ha⁻¹ de Ca; 0,9 kg ha⁻¹ de Mg e 2,9 kg ha⁻¹ de PO₄ num Campo Cerrado em Emas, SP. Valores semelhantes foram encontrados por Silva (1983) para um Cerrado stricto sensu: 5,7 kg ha⁻¹ de K; 1,6 kg ha⁻¹ de Ca e 1,6 kg ha⁻¹ de Mg. Essas quantidades, apesar de serem pequenas em termos agronômicos, seriam suficientes para repor, no período de três anos, as perdas que ocorrem durante as queimadas de Cerrado (Pivello & Coutinho, 1992).

Impacto na fauna

No Cerrado, observa-se grande variação em fitofisionomias, uma rica flora com uma composição florística que se diversifica entre áreas e é caracterizado por estações de seca e de chuva bem marcadas (Gibbs et al., 1983; Ratter et al., 1996; Castro et al., 1999). Essa heterogeneidade espacial e temporal desempenha papel importante na composição de espécies e abundância de animais que variam entre fitofisionomias e entre áreas com a mesma fisionomia (Lacher et al., 1986; Pinheiro & Ortiz, 1992; Diniz & Kitayama, 1994; Marinho-Filho et al., 1994; Silveira & Campos, 1995; Diniz & Morais, 1997; Cavalcanti, 1999).

O pouco conhecimento de dinâmicas populacionais para diferentes grupos animais no Cerrado e a grande variação espacial são fatores complicadores para as análises dos efeitos de queimadas sobre a fauna do Cerrado. A dificuldade está em separar os efeitos de queimadas das variações temporais e espaciais encon-

tradas naturalmente em áreas protegidas e com poucas ocorrências de fogo. Outros fatores importantes são a freqüência de queimadas e o tamanho das áreas afetadas pelo fogo relacionados à capacidade de permanência e/ou de recolonização dessas áreas para diferentes grupos animais. Ainda assim, vem ocorrendo acúmulo de dados sobre efeitos de queimadas na fauna de Cerrado e alguns exemplos serão examinados a seguir.

Uma comparação entre comunidades de pequenos mamíferos entre áreas próximas de Cerrado, com queimadas freqüentes (dois a três anos) e com baixa freqüência de fogo (18 anos depois da última queima), foi realizada com amostragens durante um ano antes e um ano depois de queimadas prescritas. Analisando esses resultados, verifica-se que as duas áreas tinham composição similar de espécies, mas que a área protegida abrigava maior número de espécies tanto antes quanto depois do fogo. Entretanto, a espécie *Thalpomys cerradensis* parece usar apenas áreas freqüentemente queimadas e observando a espécie *Calomys callosus*, constatou-se aumento no tamanho populacional logo depois do fogo nas duas áreas, contrastando com a redução populacional observada em uma terceira espécie, a *Bolomys lasiurus* (Vieira, 1999).

Parece ocorrer baixa mortalidade de pequenos mamíferos relacionada diretamente à passagem do fogo, uma vez que tocas cavadas no chão, cupinzeiros e manchas de Cerrado mais densas, que podem escapar de queimadas, funcionam como abrigos eficientes contra fogo para esses pequenos animais. Uma mancha de vegetação não queimada recebeu grande número de indivíduos não

residentes de três espécies de roedores logo depois de uma queimada prescrita (Henriques et al., 2000). Matas de Galeria foram consideradas por muito tempo como local de abrigo para pequenos mamíferos dos Campos Limpos adjacentes que são freqüentemente queimados. Ao contrário do esperado, os roedores aumentaram suas áreas de vida no campo queimado e em uma estreita faixa de campo que escapou do fogo, mas não entraram na Mata de Galeria (Vieira & Marinho-Filho, 1998). Por sua vez, grandes mamíferos, especialmente o tamanduá-bandeira podem sofrer alta mortalidade em incêndios catastróficos como o ocorrido no Parque Nacional de Emas, GO em 1994 (Silveira et al., 1999).

Ao comparar a avifauna das áreas queimadas e não queimadas de Campo Cerrado e de Cerrado *stricto sensu*, no Parque Nacional de Brasília, DF, observou-se que as áreas queimadas abrigaram uma comunidade de aves distinta daquelas preservadas, apesar da riqueza similar (Abreu, 2000).

A fauna de lagartos foi examinada em 19 sítios, com diferentes históricos de fogo na Reserva Ecológica do IBGE, DF. Nos sítios com queimadas eventuais, foram registrados, em média, por sítio, mais espécies e maior número de indivíduos do que naqueles sujeitos a fogo periódico. Menos de um terço das espécies de lagartos permanecem colonizando os sítios depois do fogo e podem ser considerados resistentes às queimadas. Como a maior parte das espécies de lagartos de Cerrado é generalista de habitat e ocorre em áreas abertas, as queimadas podem ter importância na manutenção da riqueza regional de

espécies, possibilitando a colonização de “clareiras”. No entanto, queimadas muito freqüentes podem reduzir as chances de permanência daquelas menos tolerantes, principalmente, das famílias Gymnophthalmidae e Scincidae (Araújo et al., 1996).

Insetos apresentam respostas variadas a queimadas. Em um imenso esforço de coleta, Diniz (1997) amostrou, quinzenalmente, insetos em áreas adjacentes de Campo Limpo queimado e não queimado durante 13 meses. O Campo Limpo estava protegido contra fogo há pelo menos 12 anos, e as coletas foram iniciadas 15 dias depois da queimada. Em cada área, foram montadas cinco estações de coleta com quatro tipos de armadilhas, possibilitando a coleta de insetos de solo e de superfície ou os que utilizam a vegetação, os que se movimentam em vôo ou aos saltos pela área. Foram coletados 839.078 insetos na área não queimada e 299.276 na queimada. A maior diferença entre as duas áreas deveu-se ao decréscimo de Collembola na área queimada. Cerca de 3/4 do total de insetos coletados pertenciam a essa ordem de insetos e, 13 meses depois da queimada ainda não havia recuperado sua abundância. Na área queimada, ocorreu maior variação na abundância de insetos, e a maioria das ordens apresentou aumento da abundância logo depois da passagem do fogo. Isso ocorreu, por exemplo, com os besouros (Coleoptera), mas não foi tão marcante para os gafanhotos (Orthoptera).

O aumento na abundância de insetos herbívoros logo depois da passagem do fogo é esperado em áreas de Cerrado já que a vegetação apresenta rápida e vigorosa rebrotação. Essa resposta foi encontrada para diferentes

grupos de insetos herbívoros (Prada et al., 1995; Seyffarth et al., 1996; Vieira et al., 1996). Em lagartas de lepidópteros folívoros, foi observado aumento na abundância de algumas espécies e redução na riqueza de espécies em plantas hospedeiras até cerca de seis meses depois do fogo (I. Diniz & H. Moraes¹). Esses resultados foram obtidos depois de queimadas esporádicas, e os efeitos de queimadas freqüentes em insetos herbívoros ainda são desconhecidos. Por sua vez, Marini (2000) mostrou que, em grandes áreas queimadas, a colonização de algumas espécies de plantas de Cerrado por insetos minadores e indutores de galhas foi dependente da recolonização a partir de áreas periféricas de Cerrado não queimado. Plantas a 1 km da borda foram colonizadas bem mais tarde que aquelas próximas da borda, o que sugere que grandes queimadas podem levar à redução na diversidade e que o tempo de recuperação da área depende da capacidade de dispersão dos organismos.

Outro grupo de insetos que também tende a aumentar sua abundância logo depois de uma queimada, especialmente, em áreas de Campo são os visitantes florais. Várias espécies de plantas herbáceas florescem abundantemente depois do fogo e atraem grande número de insetos, especialmente, abelhas. Em cinco áreas próximas de Campo Sujo queimado no Distrito Federal, ocorreu maior abundância de abelhas entre 30 e 60 dias depois do fogo. Houve tendência de ocorrência de menor número de espécies de abelhas (82 a 84) em áreas com queimadas mais precoces (junho e julho) do que naquelas

¹Comunicação pessoal.

mais tardias (agosto e setembro com 109 a 117 espécies) e ocorreu variação na composição de espécies entre áreas, mesmo em visitas a uma mesma espécie de planta (Freitas, 1998). Por sua vez, não se conhece o efeito de queimadas sobre os ninhos de abelhas. Silveira (1988) sugere que a baixa densidade de ninhos de algumas espécies de abelhas sociais, encontrada em um Cerrado em Paraopeba, MG, seja devida à retirada de madeira ocorrida anteriormente na área. Algumas espécies de abelhas são dependentes de ocos em troncos relativamente grandes como local de nidificação. Como queimadas freqüentes tendem a tornar a vegetação de Cerrado mais baixa e aberta, isso pode resultar em menor disponibilidade de locais adequados para nidificação dessas espécies.

Um grupo de insetos que claramente sofre alta mortalidade com o fogo no Cerrado é o das formigas que constroem ninhos na vegetação. Em uma queimada esporádica, em área de Cerrado protegida contra fogo em São Paulo, ocorreu mortalidade de praticamente 100% das colônias de formigas arborícolas (nínhos em galhos ocos e espaços sob cascas) e, depois de um ano, o número de espécies na área queimada ainda era menor do que o da área adjacente não queimada (Morais & Benson, 1988). Uma espécie de *Azteca* que constrói ninhos de cartão presos a ramos de árvores altas de Cerrado apresentou mortalidade de 50% dos ninhos depois de uma queimada acidental ocorrida em 1994 na Fazenda Água Limpa, DF. Os ninhos têm vida longa de pelo menos oito anos, e a área havia sido queimada anteriormente em 1987 (Morais, 1998). Formigas que constroem ninhos no solo parecem ser pouco afetadas por queimadas. No entanto, espécies que

utilizam troncos caídos, serapilheira ou moitas de gramíneas como local de nidificação, também, tendem a desaparecer de áreas freqüentemente queimadas.

A utilização do fogo como forma de manejo do Cerrado na manutenção ou no aumento da produção de alimento para mamíferos herbívoros vem de longa data na pecuária extensiva brasileira. Essa prática é sugerida para mamíferos silvestres no Parque Nacional de Emas, GO e na Reserva Xavante, MT (Rodrigues, 1996; Silveira et al., 1999; Prada, 2001). A herbivoria por insetos folívoros é substancialmente maior nas rebrotações em áreas queimadas do que em folhas novas de áreas adjacentes não queimadas. Os efeitos conjuntos de fogo e herbivoria nas plantas de Cerrado não foram ainda investigados.

Considerações finais

As queimadas de Cerrado são, em geral, de superfície, consumindo principalmente a vegetação do estrato herbáceo. A recuperação da vegetação é rápida com máximos de rebrotações distintos entre os seus componentes que podem estar relacionadas a características fenológicas das espécies. Setenta por cento da biomassa da vegetação do estrato herbáceo de áreas de Campo Sujo são recuperadas nove meses depois da passagem do fogo, sendo 65% do total, composto de biomassa morta, e a área está suscetível à ocorrência de nova queimada. A baixa exigência nutricional da vegetação nativa do Cerrado confere ao ecossistema alta resiliência quanto ao restabelecimento da cobertura vegetal depois do fogo. É evidente a capacidade de recuperação da vegetação do

estrato herbáceo em condições de baixa fertilidade do solo. Entretanto, queimadas muito freqüentes podem significar empobrecimento do ecossistema como um todo quanto ao estoque de nutrientes essenciais e uma eventual redução de biomassa total, sobretudo, da camada arbórea e arbustiva. As altas taxas de mortalidade, a elevada porcentagem de morte do fuste principal com rebrotações exclusivamente basais ou subterrâneas e a alteração nas taxas de recrutamento de novos indivíduos, no caso de queimas freqüentes, modificam as formas para fisionomias mais abertas, com as gramíneas como o principal componente do combustível fino do estrato herbáceo. Essas alterações podem favorecer a ocorrência de queimadas mais freqüentes, além de produzir impactos no funcionamento do sistema, alterando as taxas de absorção de carbono e de uso de água.

Queimadas esporádicas, em áreas restritas, são sugeridas como mantenedoras da diversidade no Cerrado e, provavelmente, funcionam para a maioria dos organismos. Entretanto, para a fauna, diferentes segmentos respondem de forma distinta às queimadas. Grupos que utilizam a vegetação como abrigo ou local de nidificação, como abelhas, formigas e aves ou utilizam frutos como fonte de alimento devem sofrer mais com queimadas freqüentes. O tamanho das áreas queimadas e a distância da fonte de colonizadores são importantes na manutenção das populações animais. A disponibilidade dessas fontes, em áreas de Cerrado muito fragmentadas, praticamente, não foi investigada.

Referências Bibliográficas

- ABDALA, G. C.; CALDAS, L. S.; HARIDASAN, M.; EITEN, G. Above and below-ground organic matter and root-shoot ratio in a cerrado in central Brazil. **Brazilian Journal of Ecology**, Rio Claro, v. 2, n. 1, p. 11-23, 1998.
- ABREU, T. L. S. **Efeitos de queimadas sobre a comunidade de aves do cerrado**. 2000. 34 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2000.
- ALVAREZ, M. A. **Teor de nutrientes minerais na fitomassa do estrato herbáceo subarbustivo do cerrado de Emas (Pirassununga, SP)**. 1979. 188 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1979.
- ANDRADE, S. M. A. **Dinâmica do combustível fino e produção primária do estrato rasteiro de áreas de campo sujo de cerrado submetidas a diferentes regimes de queima**. 1998. 55 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, Brasília, 1998.
- ARAÚJO, A. F. B.; COSTA, E. M. M.; OLIVEIRA, R. F.; FERRARI, K.; SIMON, M. F.; PIRES-JUNIOR, O. R. Efeitos de queimadas na fauna de lagartos do Distrito Federal. In: MIRANDA, H. S.; SAITO, C. H.; DIAS, B. F. S. (Org.). **Impactos de queimadas em áreas de Cerrado e Restinga**. Brasília: ECL: UnB, 1996. p. 148-160.
- ARMANDO, M. **O impacto do fogo na rebrota de algumas espécies de árvores do Cerrado**. 1994. 59 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 1994.
- BATMANIAN, G. J. **Efeitos do fogo sobre a produção primária e a acumulação de nutrientes no estrato rasteiro de um cerrado**. 1983. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 1983.
- BATMANIAN, G. J.; HARIDASAN, M. Primary production and accumulation of nutrients by the ground layer community of cerrado vegetation of central Brazil. **Plant and Soil**, The Hague, v. 88, n. 3, p. 437-440, 1985.
- BLYDENSTEIN, J. Cambios en la vegetación después de protección contra el fuego. I. El aumento anual en materia vegetal en varios sitios quemados y no quemados en la estación biológica. **Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales**, v. 103, p. 233-238, 1963.
- BORGATTO, D. F. **Estado nutricional da regeneração de espécies arbóreas de um cerrado submetido à corte e queima**. 1994. 110 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 1994.

Cerrado: ecologia e caracterização

BRAZ, V. S.; KANEGAE, M. F.; FRANCO, A. C. Estabelecimento e desenvolvimento de *Dalbergia miscolobium* Benth. em duas fitofisionomias típicas dos cerrados do Brasil Central. **Acta Botânica Brasílica**, Brasília, v. 14, p. 27-35, 2000.

BUCCI, F. F. B. **Floração de algumas espécies de Melastomataceae do Distrito Federal: uso de dados de herbário para obter padrões sazonais.** 1997. 92 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 1997.

BUSTAMANTE, M. M. C; NARDOTO, F. B.; CASTRO, A. A. A.; GAROFALO, C. R.; NARDOTO, G. B.; SILVA, M. R. S. Effect of prescribed fires on the inorganic N concentration in soil of cerrado areas and on the assimilation of inorganic N by woody plants. In: CONFERENCE ON FIRE AND FOREST METEOROLOGY, 14., 1998, Luso, PT. **Proceedings...** Luso: Universidade de Coimbra: ADAI, 1998. v. 2, p. 1361-1379.

CARDINOT, G. K. **Efeitos de diferentes regimes de queima nos padrões de rebrotamento de *Kielmeyera coriacea* Mart. e *Roupala montana* Aubl., duas espécies típicas do Cerrado.** 1998. 76 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 1998.

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**, St. Louis, v. 86, p. 192–224, 1999.

CASTRO, E. A. **Biomass, nutrients pools and response to fire in the Brazilian Cerrado.** 1996. 115 p. Tese (Doutorado) – Oregon State University, 1996.

CASTRO, E. A.; KAUFFMAN, J. B. Ecosystem structure in the Brazilian Cerrado: a vegetation gradient of aboveground biomass, root mass and consumption by fire. **Journal of Tropical Ecology**, New York, v. 14, n. 3, p. 263-283, 1998.

CASTRO NEVES, B. M.; MIRANDA, H. S. Temperatura do solo em um campo sujo de cerrado durante uma queimada prescrita. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 8.; INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL SAVANNAS, 1., 1996, Brasília, DF. **Biodiversidade e produção sustentável de alimentos de fibras nos Cerrados: anais=Biodiversity and sustainable production of food and fibers in the tropical Savannas: proceedings.** Brasília: EMBRAPA-CPAC, 1996. p. 396-399. Editado por Roberto Carvalho Pereira e Luiz Carlos Bhering Nasser.

CAVALCANTI, L. H. **Efeito das cinzas resultantes da queimada sobre a produtividade do estrato herbáceo subarbustivo do cerrado de Emas.** 1978. 219 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1978.

CAVALCANTI, R. B. Birds species richness and conservation in the cerrado region of Central Brazil. **Studies in Avian Biology**, v. 19, p. 244-249, 1999.

CÉSAR, H. L. **Efeitos da queima e corte sobre a vegetação de um Campo Sujo na Fazenda Água Limpa, Brasília-DF**. 1980. 59 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 1980.

CHENEY, N. P. Fire behaviour. In: GILL, A. M.; GROVES, R. H.; NOBEL, I. R. (Ed.). **Fire and the Australian Biota**. Canberra: Australian Academy of Science, 1993. p. 151-175.

COUTINHO, L. M. **Contribuição ao conhecimento do papel ecológico das queimadas na floração de espécies do Cerrado**. 1976. 173 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia Vegetal) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1976.

COUTINHO, L. M. Aspectos ecológicos do fogo no cerrado. II - As queimadas e a dispersão de sementes de algumas espécies anemocóricas do estrato herbáceo subarbustivo. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 5, p. 57-64, 1977.

COUTINHO, L. M. Aspectos ecológicos do fogo no cerrado. I – A temperatura do solo durante as queimadas. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 1, p. 93-96, 1978.

COUTINHO, L. M. Aspectos ecológicos do fogo no cerrado. III. A precipitação atmosférica de nutrientes minerais. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 97-101, 1979.

COUTINHO, L. M. Fire in the Ecology of Brazilian Cerrado. In: GOLDAMMER, J. G. (Ed.). **Fire in the tropical biota: ecological processes and global challenges**. New York: Springer-Verlag, 1990. p. 82-105. (Ecological Studies, 84).

COUTINHO, L. M.; DE VUONO, Y. S.; LOUSA, J. S. Aspectos ecológicos do fogo no cerrado. A época da queimada e a produtividade primária líquida epigéia do estrato herbáceo-subarbustivo. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 5, p. 37-41, 1982.

CURTIS, J. T.; PARTSCH, M. L. Some factors affecting flower production in *Andropogon gerardi*. **Ecology**, Durham, v. 31, p. 488-489, 1950.

DAUBENMIRE, R. Ecology of fire in grasslands. **Advances in Ecological Research**, New York, v. 5, p. 209-266, 1968.

DIAS, I. F. O. **Efeitos da queimada no regime térmico do solo e na produção primária de um campo limpo**. 1994. 63 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 1994.

DINIZ, I. R. **Variação na abundância de insetos no cerrado: efeito das mudanças climáticas e do fogo.** 1997. 274 f. Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília, Brasília, 1997.

DINIZ, I. R.; KITAYAMA, K. Colony densities and preferences for nest habitats of some social wasps in Mato Grosso State, Brazil (Hymenoptera, Vespidae). **Journal of Hymenoptera Research**, v. 3, p. 133-143, 1994.

DINIZ, I. R.; MORAIS, H. C. Lepidopteran caterpillar fauna of cerrado host plants. **Biodiversity and Conservation**, London, v. 6, p. 817-836, 1997.

EITEN, G.; SAMBUICHI, R. H. R. Effect of long term periodic fire on plant diversity in a cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 8.; INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL SAVANNAS, 1., 1996, Brasília, DF. **Biodiversidade e produção sustentável de alimentos e fibras nos Cerrados: Anais=Biodiversity and sustainable production of food and fibers in the tropical Savannas: proceedings.** Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC, 1996. p. 46-55. Editado por Roberto Carvalho Pereira e Luiz Carlos Bhering Nasser.

FELFILI, J. M.; REZENDE, A.V.; SILVA JR., 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**, New York, v. 16, p. 579-590, 2000.

FELFILI, J. M.; SILVA JR., M. C.; DIAS, B. J.; REZENDE, A. V. Estudo fenológico de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville no cerrado “*sensu stricto*” da Fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, p. 83-90, 1999.

FREITAS, R. I. **Abelhas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) e a floração de plantas em áreas de Cerrado recém queimadas no Distrito Federal.** 1998. 76 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 1998.

FROST, P. G. H. The responses of savanna organisms to fire. In: TOTHILL, J. C.; MOTT, J. J. (Ed.). **Ecology and Management of the World's Savannas.** Canberra: Australian Academy of Science, 1985. p. 232-237.

FROST, P. G. H.; ROBERTSON, F. The ecological effects of fire in savannas. In: WALKER, B.H. (Ed.). **Determinants of Tropical Savannas.** Oxford: IRL Press Limited, 1987. p. 93-139.

GIBBS, P. E.; LEITÃO-FILHO, H. F.; SHEPHERD, G. J. Floristic composition and community structure in an area of cerrado in SE Brazil. **Flora**, v.173, p. 433-449, 1983.

GILL, A. M.; INGWERSEN, F. Growth of *Xanthorrhoea australis* R. Br. in relation to fire. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 13, p. 195-203, 1976.

GUEDES, D. M. **Resistência das árvores do Cerrado ao fogo: papel da casca como isolante térmico**. 1993. 63 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 1993.

HARIDASAN, M. Nutrição mineral de plantas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 12, n. 1, p. 54-64. 2000.

HARIDASAN, M. Nutrient cycling as a function of landscape and biotic characteristics in the cerrado of central Brazil. In: MCCLAIN, M. E.; VICTORIA, R. L.; RICHEY, J. E. (Ed.). **Biogeochemistry of the Amazon basin and its role in a changing world**. New York: Oxford University Press, 2001. p. 68-83.

HENRIQUES, R. P. B. **Organização e estrutura das comunidades vegetais de cerrado em um gradiente topográfico no Brasil Central**. 1993. 100 f. Tese (Doutorado em Biologia) – Universidade de Campinas, Campinas, 1993.

HENRIQUES, R. P. B.; BIZERRIL, M. X. A.; PALMA, A. R. T. Changes in small mammal populations after fire in a patch of unburned cerrado in Central Brazil. **Mammalia**, Paris, v. 64, p. 173-185, 2000.

HOFFMANN, W. Post-burn reproduction of woody plants in a neotropical savanna: the relative importance of sexual and vegetative reproduction. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 35, p. 422-433, 1998.

JORDAN, C. F. **Amazonian rainforests: ecosystem disturbance and recovery**. New York: Springer-Verlag, 1987. 133 p.

KAUFFMAN, J. B.; CUMMINGS, D. L.; WARD, D. E. Relationships of fire, biomass and nutrient dynamics along a vegetation gradient in the Brazilian cerrado. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 82, p. 519-531, 1994.

LACHER JR, T. E.; EGLER, I.; ALHO, C. J. R.; MARES, M. A. Termite community composition and mound characteristics in two grassland formation in Central Brazil. **Biotropica**, Washington, v. 18, p. 356-359, 1986.

LANDIM, M. F.; HAY, J. D. Impacto do fogo sobre alguns aspectos da biologia reprodutiva de *Kielmeyera coriacea* Mart. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 56, p. 127-134, 1996.

LILINFEIN, J.; WILCKE, W.; ZIMMERMAN, R.; GERSTBERGER, P.; ARAÚJO, G. M.; ZECH, W. Nutrient storage in soil and biomass of native Brazilian cerrado. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, Weinheim, v. 164, p. 487-495, 2001.

Cerrado: ecologia e caracterização

LUKE, R. H.; MCARTHUR, A. G. **Bushfires in Australia**. Canberra: Government Publishing Service, 1978. 312 p.

MARINHO-FILHO, J.; REIS, M. L.; OLIVEIRA, P. S.; OLIVEIRA, E. M.; PAES, M. N. Diversity standards, small mammal numbers and the conservation of the cerrado biodiversity. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 66, p. 149-157, 1994.

MARINI, O. J. Distance-limited recolonization of burned cerrado by leaf-miners and gallers in central Brazil. **Environmental Entomology**, College Park, v. 29, p. 901-906, 2000.

MATOS, M. R. B. **Efeito do fogo sobre os regenerantes de *Blepharocalyx salicifolius* H. B. K. (Myrtaceae) em cerrado aberto, Brasília, DF**. 1994. 58 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 1994.

MEDEIROS, R. A. **Comparação do estado nutricional de algumas espécies acumuladoras e não acumuladoras de alumínio nativas do cerrado**. 1983. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 1983.

MEIRELLES, M. L. **Produção primária e suas relações com fatores ambientais em pastagem artificiais e campo sujo de Cerrado, queimado e natural**. 1981. 76 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 1981.

MIRANDA, A. C.; MIRANDA, H. S.; DIAS, I. F.O.; DIAS, B. F .S. Soil and air temperatures during prescribed cerrados fires in Central Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, New York, v. 9, p. 313-320, 1993.

MIRANDA, A. C.; MIRANDA, H. S.; LLOYD, J.; GRACE, J.; FRANCEY, J. A.; MCINTYRE, J.; MEIER, P.; RIGGAN, P.; LOCKWOOD, R.; BRASS, J. Fluxes of carbon, water and energy over Brazilian cerrado: an analysis using eddy covariance and stable isotopes. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v. 20, p. 315-328, 1997.

MIRANDA, H. S.; ROCHA E SILVA, E. P.; MIRANDA, A. C. Comportamento do fogo em queimadas de campo sujo. In: MIRANDA, H. S.; SAITO, C. H.; DIAS, B. F. S. (Org.). **Impactos de queimadas em áreas de Cerrado e Restinga**. Brasília: ECL: UNB, 1996. p. 1-10.

MIRANDA, M. I. **Colonização de campo sujo de cerrado por *Echinolaena inflexa* (Poaceae)**. 1997. 59 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 1997.

MIYANISHI, K.; KELLMAN, M. The role of fire in the recruitment of two neotropical savanna shrubs, *Miconia albicans* and *Clidemia sericea*. **Biotropica**, Washington, v. 18, p. 224-230, 1986.

MORAIS, H. C. **Azteca cf. lanuginosa (Hymenoptera: Formicidae): biologia, comportamento de predação e forrageamento em cerrado.** 1998. 103 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade de Campinas, Campinas, 1998.

MORAIS, H. C.; BENSON, W. W. Recolonização de vegetação de cerrado após queimada por formigas arborícolas. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 48, p. 459-466, 1988.

MOREIRA, A. G. Effects of fire protection on savanna structure in Central Brazil. **Journal of Biogeography**, Oxford, v. 27, p. 1021-1029, 2000.

NARDOTO, G. B. **Efeito de queimadas na mineralização de nitrogênio e em processos de ciclagem de nutrientes em uma área de cerrado sensu stricto.** 2000. 89 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2000.

NETO, W. N.; ANDRADE, S. M. A.; MIRANDA, H. S. The dynamics of the herbaceous layer following prescribed burning: a four year study in the Brazilian savanna. In: CONFERENCE ON FIRE AND FOREST METEOROLOGY, 14., 1998, Luso, PT. **Proceedings...** Luso: Universidade de Coimbra: ADAI, 1998. v. 2, p.1785-1792.

OJIMA, D.S. **The short-term and long-term effects of burning on tallgrass ecosystem properties and dynamics.** 1987. 98 f. Tese (Doutorado) - Colorado State University, Fort Collins, 1987.

OLIVEIRA, R. S.; BATISTA, J. A. N.; PROENÇA, C. E. B.; BIANCHETTI, L. Influência do fogo na floração de espécies de Orchidaceae em cerrado. In: MIRANDA, H. S.; SAITO, C. H.; DIAS, B. F. S. (Org.). **Impactos de queimadas em áreas de Cerrado e Restinga.** Brasília: ECL: UnB, 1996. p. 61-67.

PARRON, L. M.; HAY, J. D. Effect of fire on seed production of two native grasses in the Brazilian Cerrado. **Ecotropicos**, Caracas, v. 10, p. 1-8, 1997.

PINHEIRO, C. E. G.; ORTIZ, J. V. C. Communities of fruit-feeding butterflies along a vegetation gradient in central Brazil. **Journal of Biogeography**, Oxford, v. 19, p. 505-511, 1992.

PINTO, A. S. **A relação entre fenologia de espécies lenhosas e a disponibilidade hídrica em um Cerrado.** 1999. 44 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 1999.

PIVELLO, V. R.; COUTINHO, L. M. Transfer of macro-nutrients to the atmosphere during experimental burnings in an open cerrado (Brazilian savanna). **Journal of Tropical Ecology**, New York, v. 8, n. 4, p. 487-497, 1992.

Cerrado: ecologia e caracterização

PRADA, M. Effects of fire on the abundance of large mammalian herbivores in Mato Grosso, Brazil. **Mammalia**, Paris, v. 65, p. 55-61, 2001.

PRADA, M.; MARINI-FILHO, O. J.; PRICE, P. W. Insect in lower heads of *Aspilia foliacea* (Asteraceae) after a fire in a central Brazilian savanna: evidence for the plant vigor hypothesis. **Biotropica**, Washington, v. 27, p. 513-518, 1995.

RAMOS NETO, M. B.; PIVELLO, V. R. Lightning fires in a brazilian savanna national park: Rethinking Management Strategies. **Environmental Management**, New York, v. 26, p. 675-684, 2000.

RATTER, J. A.; BRIDGEWATER, S.; ATKINSON, R.; RIBEIRO, J. F. Analysis of the floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation II. Comparison of the woody vegetation of 98 areas. **Edinburgh Journal of Botany**, Edinburgh, v. 53, p. 153-180, 1996.

ROCHA E SILVA, E. P. **Efeito do regime de queima na taxa de mortalidade e estrutura da vegetação lenhosa de campo sujo de cerrado**. 1999. 58 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 1999.

ROCHA E SILVA, E. P.; MIRANDA, H. S. Temperatura do câmbio de espécies lenhosas do cerrado durante queimadas prescritas. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 8.; INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL SAVANNAS, 1., 1996, Brasília, DF. **Biodiversidade e produção sustentável de alimentos e fibras nos Cerrados: anais=Biodiversity and sustainable production of food and fibers in the tropical Savannas: proceedings**. Brasília: EMBRAPA-CPAC, 1996. p. 253-257. Editado por Roberto Carvalho Pereira e Luiz Carlos Bhering Nasser.

RODRIGUES, M. T. A new species of *Micrablepharus* (Squamata: Gymnophthalmidae), from Brazil. **Herpetologica**, Los Angeles, v. 52, p. 535-541, 1996.

ROSA, C. M. M. **Recuperação pós-fogo do estrato rasteiro de um campo sujo de cerrado**. 1990. 144 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 1990.

SAMBUICHI, R. H. R. **Efeitos de longo prazo do fogo periódico sobre a fitossociología da camada lenhosa de um cerrado em Brasília, DF**. 1991. 130 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasilia, 1991.

SAN JOSÉ, J. J.; MEDINA, E. Producción de materia orgánica en la sabana de Trachypogon, Calabozo, Venezuela. **Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales**, v. 134, p. 75-100, 1977.

SANTOS, A. J. B. **Fluxos de energia, carbono e água em áreas de campo sujo.** 1999. 53 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 1999.

SATO, M. N. **Mortalidade de plantas lenhosas do cerrado submetidas a diferentes regimes de queima.** 1996. 46 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 1996.

SATO, M. N.; GARDA, A. A.; MIRANDA, H. S. Effects of fire on the mortality of woody vegetation in Central Brazil. In: CONFERENCE ON FIRE AND FOREST METEOROLOGY, 14., 1998, Luso, PT. **Proceedings...** Luso: Universidade de Coimbra: ADAI, 1998. v. 2, p.1777-1783.

SATO, M. N.; MIRANDA, H. S. Mortalidade de plantas lenhosas do Cerrado sensu stricto submetidas a diferentes regimes de queima. In: MIRANDA, H. S.; SAITO, C. H.; DIAS, B. F. S. (Org.). **Impactos de queimadas em áreas de Cerrado e Restinga.** Brasília: ECL: UnB, 1996. p. 102-111.

SEYFFARTH, J. A. S.; CALOURO, A. M.; PRICE, P. W. Leaf rollers in *Ouratea hexasperma* (Ochnaceae): fire effect and the plant vigor hypothesis. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 56, p. 135-137, 1996.

SILVA, D. M. S., HAY, J. D.; MORAIS, H. C. Sucesso reprodutivo de *Byrsonima crassa* (Malpighiaceae) após uma queimada em um cerrado de Brasília - DF. In: MIRANDA, H. S.; SAITO, C. H.; DIAS, B. F. S. (Org.). **Impactos de queimadas em áreas de Cerrado e Restinga.** Brasília: ECL: UnB, 1996. p. 122-127.

SILVA, F. C. **Compartilhamento de nutrientes em diferentes componentes da biomassa aérea em espécies arbóreas de um cerrado.** 1990. 80 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 1990.

SILVA, G. T. **Fluxos de CO₂ em um campo sujo submetido a queimada prescrita.** 1999. 64 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 1999.

SILVA, I. S. **Alguns aspectos da ciclagem de nutrientes em uma área de cerrado (Brasília, DF): chuva, produção e decomposição de liter.** 1983. 87 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 1983.

SILVEIRA, F. A. **A comunidade de abelhas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) no cerrado de Paraopeba (MG): relações temporais com as fontes de alimento.** 1988. 94 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1988.

SILVEIRA, F. A.; CAMPOS, M. J. O. A melissofauna de Corumbataí (SP) e Paraopeba (MG) e uma análise da biogeografia das abelhas do cerrado brasileiro (Hymenoptera, Apoidea). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 39, p. 371-401, 1995.

Cerrado: ecologia e caracterização

SILVEIRA, L.; RODRIGUES, F. H. G.; JÁCOMO, A. T. A.; DINIZ-FILHO, J. A. F. Impact of wildfires on the megafauna of Emas National Park, Central Brazil. *Oryx*, Oxford, v. 33, p. 108-114, 1999.

SOUZA, M. H. A. O.; SOARES, J. J. Brotamento de espécies arbustivas e arbóreas, posteriormente a uma queimada, num cerradão. *Anais dos Seminários Regionais em Ecologia*, v. 3, p. 263-275, 1983.

VICENTINI, K. R. F. **Análise palinológica de uma vereda em Cromínia-GO.** 1993. 75 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 1993.

VIEIRA, E. M. Small mammal communities and fire in the Brazilian cerrado. *Journal of Zoology*, London, v. 249, p. 75-81, 1999.

VIEIRA, E. M.; ANDRADE, I.; PRICE, P. W. Fire effects on a *Palicourea rigida* (Rubiaceae) gall midge: a test of the plant vigor hypothesis. *Biotropica*, Washington, v. 28, p. 210-217, 1996.

VIEIRA, E. M.; MARINHO-FILHO, J. Pre- and post-fire habitat utilization by rodents of cerrado from Central Brazil. *Biotropica*, Washington, v. 30, p. 491-496, 1998.

VILLELA, D. M. V.; HARIDASAN, M. Response of the ground layer community of a cerrado vegetation in central Brazil to liming and irrigation. *Plant and Soil*, The Hague, v. 163, n. 1, p. 25-31, 1994.

WHELAN, R. J. **The ecology of fire.** London: Cambridge University Press, 1995. 346 p.

WRIGHT, S. J.; BAILEY, A. W. **Fire ecology.** New York: J. Wiley, 1982. 285 p.

Monitoramento da diversidade de mariposas (Lepidoptera) em áreas agrícolas

Amabílio J. A. de Camargo

Introdução

Ações capazes de minimizar a perda da diversidade biológica global tem motivado cientistas e pesquisadores na busca de formas de monitorar as variações ambientais. No entanto, uma série de dificuldades ocorre quando se vai escolher organismos indicadores adequados. Em geral, o maior problema é a seleção do indicador que deve ser sensível a pequenas alterações no ambiente. Seu ciclo de vida deve ser bem conhecido para possibilitar a correta interpretação da resposta dada. Deve, também, responder de modo diferente aos fatores antrópicos e naturais, como sazonalidade, diapausa e ciclo de vida.

O desenvolvimento de modelos e de critérios capazes de serem utilizados para avaliar mudanças ambientais por meio do monitoramento da riqueza, abundância e da diversidade de elementos da fauna são importantes ferramentas que devem ser utilizadas.

Para esse tipo de estudo, os invertebrados, particularmente, os Lepidoptera (borboletas e mariposas)

são bastante promissores. Além do menor custo e tempo na obtenção dos dados, apresentam grande sensibilidade e rapidez para responder às mudanças no meio ambiente (De Vries et al., 1997).

As mariposas, além de ocupar praticamente todos os ambientes, podem ser facilmente coletadas em grande número com armadilhas luminosas, o que torna o grupo apropriado para vários tipos de estudos ecológicos.

Na Região do Cerrado, estima-se que ocorram entre oito e dez mil espécies de mariposas, apresentando uma distribuição ainda pouco esclarecida (Camargo, 2001). Elas ocupam muitos nichos ecológicos e, na fase de larva, alimentam-se de vários substratos, tais como: folhas, frutos, flores, caules e raízes e várias utilizam plantas cultivadas como alimento, sendo de grande importância econômica.

Nesse capítulo, foram analisados alguns aspectos relacionados à biogeografia de mariposas da família Saturniidae, o compartilhamento das espécies do Cerrado com outros biomas e, principalmente, serão apresentados os resultados do monitoramento da biodiversidade de mariposas em áreas agrícolas. Além disso, serão discutidas, embora de maneira breve, a raridade, a riqueza, e a similaridade da composição de espécies em diferentes ambientes. Por último, serão discutidos os benefícios da conservação para esse grupo e as alternativas de manejo capazes de minimizar os efeitos das ações do homem sobre esses Lepidoptera.

Biogeografia

Na Região do Cerrado, muitas espécies apresentam distribuição complexa, razão pela qual não é possível visualizar um padrão definido, com o nível do conhecimento atual. Possivelmente, essa complexidade esteja relacionada, pelo menos em parte, à heterogeneidade ambiental. Na maioria das áreas, o esforço de amostragem empreendido até o momento, é insuficiente, o que limita a elaboração de conclusões definitivas sobre a biogeografia de Lepidoptera. Além disso, para os estudos de distribuição geográfica de insetos, as flutuações sazonais das populações exigem que se faça um esforço de captura grande e em longo prazo (Camargo, 1997, 2001).

Salvo raras exceções, os fatores acima mencionados têm impossibilitado a realização de estudos confiáveis de distribuição geográfica desse grupo. Poucas espécies tiveram suas regiões de ocorrência adequadamente definidas. No entanto, usando como exemplo os dados conhecidos até o momento para a família Saturniidae, pode-se dizer que a maioria das espécies é compartilhada com outros biomas (Fig. 1).

Para essa família, existem registros de 168 espécies no Cerrado, representando cerca de 42% das espécies brasileiras, estimadas em 400. A taxa de endemismo pode ser considerada baixa, com apenas 13%. Aproximadamente 50% dos gêneros de saturnídeos registrados no Novo Mundo também estão presentes no Cerrado (Camargo & Becker, 1999).

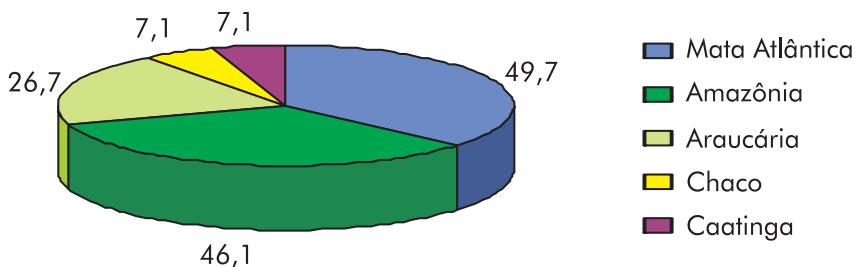


Fig. 1. Porcentagem de compartilhamento das espécies de saturnídeos do Cerrado com outras regiões.

Esse padrão de alto grau de compartilhamento da fauna do Cerrado com outros biomas, consequentemente, com baixa taxa de endemismo, foi observado também para outros grupos de animais como aves (Silva, 1995a, 1995b, 1996); lagartos (Vanzolini, 1963, 1976) e mamíferos (Fonseca & Redford, 1984; Mares et al., 1986; Redford & Fonseca, 1986; Lacher et al., 1989).

Os saturnídeos do Cerrado apresentam distribuição pouco elucidativa, pois, apesar de existirem coletas em cerca de 60 localidades para essas mariposas (Fig. 2), a amostragem, na maioria das áreas, é ainda considerada insuficiente para responder grande parte das questões.

Uma das questões discutidas na biogeografia das espécies do Cerrado é a utilização das Matas de Galeria (Fig. 3) por elementos típicos de outras áreas florestadas, como via para colonizarem as áreas mais xéricas do Centro-Oeste. Questão essa que corrobora o elevado nível de compartilhamento de espécies com outros biomas e pelo baixo endemismo observado para alguns grupos da fauna.

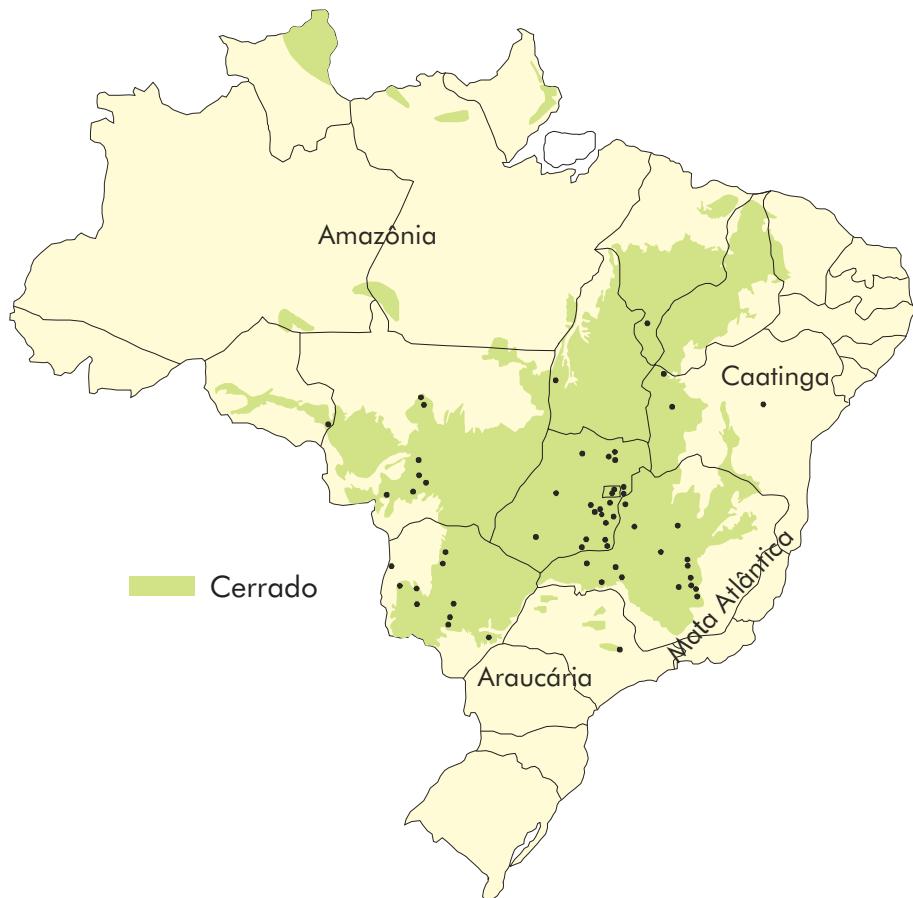


Fig. 2. Mapa territorial do Brasil com a distribuição da Região do Cerrado, destacando as localidades amostradas para Saturniidae (Lepidoptera).

Por oferecerem ambiente mais favorável na estação seca, as Matas de Galeria serviriam como corredores de migração, favorecendo o estabelecimento de elementos pouco adaptados às condições abertas de Cerrado (Redford & Fonseca, 1986; Marinho-Filho, 1992; Camargo, 2001).



Fig. 3. Principal rede hidrográfica que banha o Cerrado: possíveis corredores de dispersão.

Existe pouca informação sobre as exigências ecológicas para qualquer grupo de invertebrados do Cerrado. Muitos insetos, em especial os lepidópteros, apresentam formas diferenciadas de empupamento e, possivelmente, o local e o modo de abrigar o casulo sejam fatores determinantes na distribuição das espécies no

Cerrado. As variações mais freqüentemente observadas de empupamento são casulos aéreos (coletivos ou individuais) e pupas abrigadas na serapilheira ou no solo; em alguns casos, com câmaras protetoras bem elaboradas e, em outros casos, com pupa nua.

O regime pluviométrico na Região do Cerrado cuja precipitação média anual pode variar de 600 mm a 2200 mm (Ab'Saber, 1983; Adámoli et al., 1986), em conseqüência, com baixos índices de umidade relativa do ar em certas áreas, pode estar afetando diretamente os insetos, sobretudo, na fase de pupa. É possível que esse seja o fator mais importante na distribuição das espécies de lepidópteros dessa Região, pois de acordo com Nowbahari & Thibout (1990), índices de umidade relativa abaixo de 35% já são extremamente desfavoráveis para o desenvolvimento satisfatório dos indivíduos desse grupo.

Diversidade biológica do Cerrado

Existem evidências de que há no Cerrado alta diversidade de insetos, pelo menos, para a maioria dos grupos. Para as borboletas, lepidópteros de hábitos diurnos, o número de espécies não é conhecido, entretanto, os trabalhos de Brown & Mielke (1967 a, b) e Mielke (1968) sugerem que o número para o Planalto Central possa ser superior a 900 espécies. Quanto às mariposas, lepidópteros de hábitos noturnos, existem estimativas de 8 a 10 mil espécies para toda a Região do Cerrado.

A heterogeneidade ambiental possivelmente responde pela grande riqueza de lepidópteros noturnos no bioma

Cerrado, como já sugerido por Diniz & Morais (1997) e Camargo (1999). A exploração das diferentes fitofisionomias pelos insetos é pouco conhecida, necessitando ainda de investigações mais detalhadas, sobretudo, das fases juvenis (ovos, larvas e pupas).

Várias fitofisionomias são reconhecidas para a Região do Cerrado, entretanto, os critérios de definição usados para separá-las nem sempre são os mesmos para diferentes autores. Onze tipos fitofisionômicos são descritos por Ribeiro & Walter (1998) cujos critérios utilizados para discriminá-los foram: a forma, os fatores edáficos e a composição florística. Possivelmente, cada um desses diferentes ambientes abrigue espécies típicas.

Para outros elementos da fauna, a constatação de que a heterogeneidade de habitats é um dos fatores que contribuem para a riqueza de espécies, pode ser um indicativo de que existem preferências na exploração por diferentes fitofisionomias no bioma Cerrado. A importância dessa heterogeneidade na diversidade de espécies foi observada para anfíbios e répteis (Costa et al., 1994), aves (Antas & Cavalcanti, 1988), pequenos mamíferos não voadores (Marinho-Filho et al., 1994, Kohlsdorf et al., 1996), borboletas (Pinheiro & Ortiz, 1992), aranhas (Luz & Motta, 1996), escorpiões (Knox & Schaden, 1996) e formigas (Zanzini & Naves, 1994), ilustrando preferências e uma possível partição de recursos.

Estudos sobre microlepidoptera (Robinson & Tuck, 1993), Pyraloidea (Robinson et al., 1995) e sobre outros insetos (Janzen, 1987), em outras regiões tropicais, sugerem a diversidade florística como um dos fatores com maior influência na riqueza de espécies.

Monitoramento da Biodiversidade em projeto agrícola: Balsas-MA

Esse estudo teve como objetivo principal fazer análises comparativas temporais em ambientes agrícolas e em áreas preservadas adjacentes, monitorando especialmente a composição e a diversidade de espécies de lepidópteros noturnos.

Durante cinco anos (1996 a 2000), no mês de fevereiro, foram feitas amostragens com armadilha luminosa (coleta com pano) num total de 120 horas de amostragem, e todos os indivíduos atraídos foram capturados. Esse trabalho constitui uma das ações do projeto de colonização do Prodecer (Programa de Desenvolvimento dos Cerrados) desenvolvido no Município de Balsas-MA. O primeiro ano de estudo foi também o início das atividades agrícolas na área.

As armadilhas foram distribuídas na lavoura (soja e milho, alternadamente a cada ano), na borda da lavoura, com áreas preservadas de Cerrado (ecótono) e nas áreas adjacentes de Cerrado, conforme descrito em Camargo & Matsumura (2000).

A diversidade de espécies foi avaliada pelos índices de diversidade ecológica de Simpson [$\lambda = 1 - \sum(n_i/N)^2$] onde, "n_i" representa o número de exemplares de cada espécie e "N" o número total de exemplares na amostra e de Margalef [D= (S-1) x 0,4343/log N], sendo "S" o número de espécies e "N" o número de exemplares. Foi também calculada a equitabilidade ou freqüência de espécies relacionada ao número de indivíduos, componente da

diversidade que mostra a existência ou não de dominância de espécies.

A semelhança na composição de espécies entre os diferentes ambientes foi avaliada, utilizando-se os índices de similaridade de Morisita e Sörensen.

Para estimar a riqueza total de espécies, na área estudada, foi utilizado o estimador de Jackknife de primeira e segunda ordens (Palmer, 1990, 1991), calculada da seguinte forma: Jackknife 1=SO+ $r_1(n-1)/n$ e Jackknife 2= SO+{[$r_1(2n-3/n)$ - $[r_2(n-2)^2]/[n(n-1)]$ }, onde SO representa o número total de espécies observadas; r_1 é o número de espécies com apenas um indivíduo coletado; r_2 é o número de espécies coletadas com dois indivíduos; "n" é o número de amostragens.

A constância das espécies nas amostras foi avaliada pela fórmula $C = p \times 100/N$, sendo "p" o número de coletas contendo a espécie e "N" o número total de coletas efetuadas. Dessa forma, as espécies foram classificadas como constantes quando presentes em mais de 50% das coletas; acessórias quando presentes entre 25% a 50% e acidentais quando presentes em menos de 25% de acordo com Silveira Neto et al. (1976).

Resultados

Abundância e riqueza

Durante os cinco anos de amostragem, foram coletados 22.199 indivíduos distribuídos em 993 espécies e 33 famílias. Na Fig. 4, que representa a curva de

crescimento acumulado de espécies ao longo dos cinco anos, observa-se que seria necessário um esforço amostral ainda maior para a estabilização completa da curva.

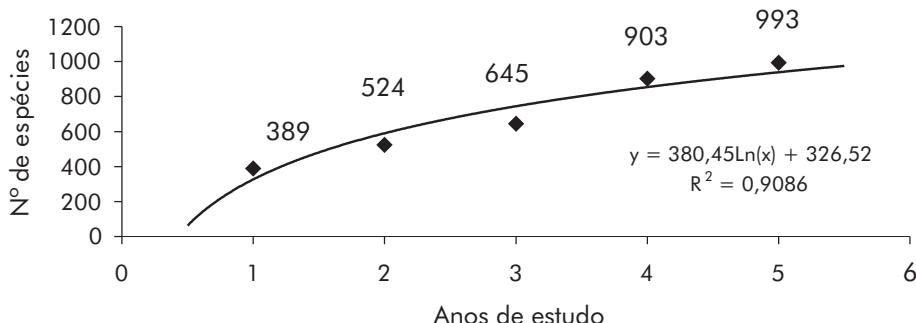


Fig. 4. Curva de crescimento acumulado de espécies em função do tempo de estudo.

De acordo com os procedimentos de Jackknife de primeira e segunda ordens, nos quais foram consideradas 26 amostragens, a estimativa do número total de espécies para a área estudada foi de 1288 e 1377 respectivamente. Nesse caso, em que a amostragem da comunidade parece ter sido insuficiente, a estimativa de Jackknife de segunda ordem foi considerada a mais adequada.

As famílias mais abundantes tanto no número de indivíduos quanto no número de espécies foram Noctuidae e Pyralidae, seguidas de Geometridae, Arctiidae e Oecophoridae. Esse tem sido um padrão observado freqüentemente para a Região do Cerrado. Nas famílias Noctuidae e Pyralidae, concentra-se a maioria das espécies consideradas pragas de culturas na Região. Durante as cinco expedições realizadas nessa Região foi encontrada

uma nova espécie de Saturniidae (Lepidoptera) descrita recentemente por Becker & Camargo, 2001 (Fig. 5).



Foto: Amálio J. A. de Camargo

Fig. 5. *Rhescyntis reducta*, espécie recentemente descoberta na área de estudo em Balsas-MA.

A armadilha localizada na lavoura de soja das quatro instaladas foi a que apresentou menor riqueza de espécies nos cinco anos, enquanto a maior foi observada no ecótono (Fig. 6). Verificou-se queda acentuada do número total de espécies a partir do segundo ano de estudo, com subsequente crescimento devido à inclusão das Matas de Galeria (Fig. 7). Pode-se observar, na Fig. 8, que à exceção das Matas de Galeria, houve redução da riqueza nos demais ambientes analisados.

Cerrado: ecologia e caracterização

$$y = 11,4x + 101,6$$

$R^2 = 0,3473$ ($p < 0,05$) teste F

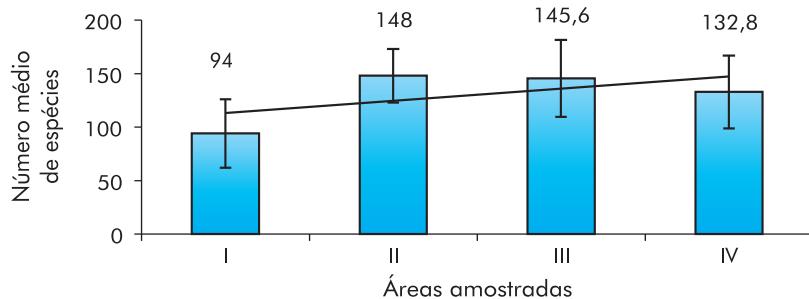


Fig. 6. Regressão linear do número médio de espécies, em cinco anos de estudos. (I = Lavoura; II = Ecótono; III e IV = Área preservada de Cerrado).

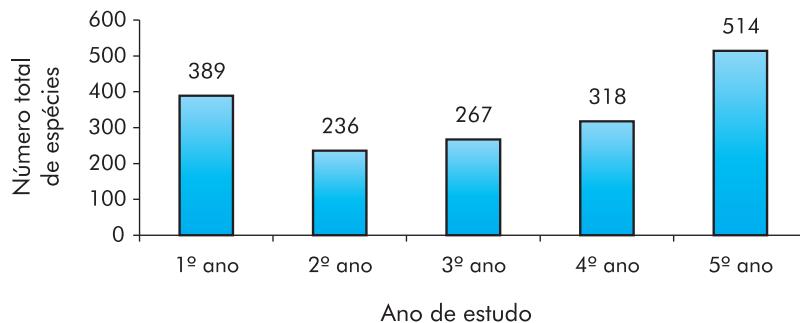


Fig. 7. Número total de espécies coletadas durante cada ano de estudo.

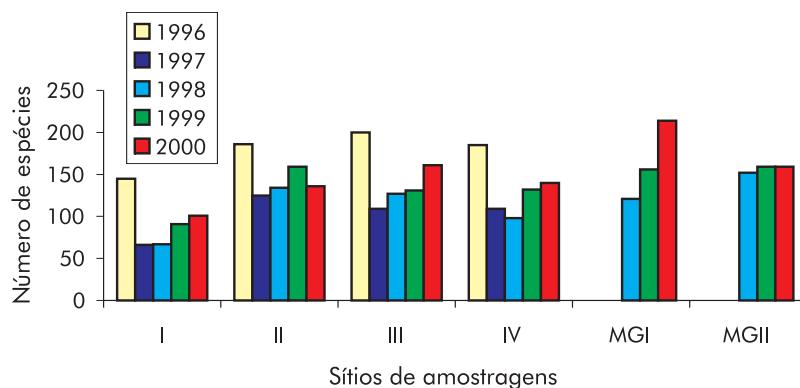


Fig. 8. Número de espécies capturadas em cada local amostrado. (I = Lavoura; II = Ecótono; III = Área preservada de Cerrado; IV = Área preservada de Cerrado; MG = Mata de Galeria).

Diversidade biológica

A diversidade biológica encontrada foi alta em todos os anos de amostragem, especialmente, nas áreas preservadas (Tabela 1 e Fig. 9). A região de Balsas-MA ainda é pouco estudada e possivelmente abriga espécies da Região Amazônica, da Caatinga e do Cerrado, pois é uma área de contato entre os três biomas.

Tabela 1. Valores de diversidade biológica Simpson.

Locais	Período amostral				
	1996	1997	1998	1999	2000
I	0,9583	0,7642	0,7458	0,9016	0,9492
II	0,9813	0,8769	0,8240	0,9448	0,9474
III	0,9852	0,8410	0,8104	0,8220	0,9590
IV	0,9787	0,9011	0,7851	0,9548	0,9486
MG1	-	-	0,8716	0,9712	0,9451
MG2	-	-	0,9461	0,9854	0,9792

I = lavoura; II = Ecótono; III = Área preservada de Cerrado; IV = Área preservada de Cerrado; MG = Mata de Galeria.

O índice de Simpson, nas condições do estudo, não foi suficientemente sensível para detectar alterações significativas na diversidade biológica. (Tabela 1). Ao contrário, com o índice de Margalef foi possível detectar queda acentuada no segundo e terceiro anos, com tendência de recuperação no quarto ano e estabilização em 2000 (Fig. 9). A variação

de ciclos naturais da população é fator que deve ser considerado na interpretação desses fenômenos.

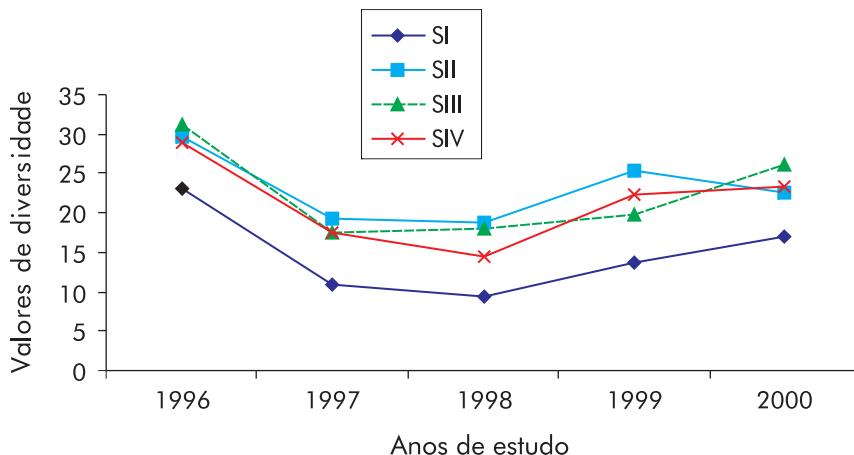


Fig. 9. Diversidade biológica calculada pelo índice de Margalef. (I = Lavoura; II = Ecótono; III = Área preservada de Cerrado; IV = Área preservada de Cerrado).

Eqüitabilidade

Preston (1948, 1960) estudando comunidades tropicais constatou grande número de espécies pouco abundantes e poucas espécies muito abundantes. Essa tendência foi observada nas áreas estudadas no Maranhão onde se verificou que a maioria das espécies é rara, com até dois exemplares coletados (Tabela 2).

Tabela 2. Freqüência média de espécies (cinco anos) relacionada ao número de exemplares (eqüitabilidade).

Classes de abundância (exemplares)	I	II	III	IV	MG1	MG2
	Número médio de espécies					
1-2	69	114	107,4	101,2	129,3	126,6
3-5	12	20,2	22,8	18,6	21,0	17,3
6-10	5,6	7,2	8,0	6,2	5,6	4,6
11-19	2,8	3,4	10,8	2,8	2,6	4,3
20-36	0,8	1,0	1,2	1,6	1,6	2,3
37-69	0,4	0,2	0,4	0,6	1,3	0,7
70-134	1,8	1,0	-	0,8	1,0	0,7
135-263	1,5	0,6	1,0	0,8	1,0	-
264-520	2,0	0,4	0,4	-	-	-
521-1033	-	0,2	-	0,2	-	-
1034-2058	-	0,2	0,2	-	-	-

I = lavoura; II = Ecótono; III = Área preservada de Cerrado; IV = Área preservada de Cerrado; MG1 e MG2 = Matas de Galeria.

Similaridade entre as áreas

Analizando os valores de similaridade obtidos pelo índice de Morisita, nota-se que as áreas estudadas são muito semelhantes em composição de espécies, especialmente, considerando que valor de similaridade superior a 50% já é considerado alto (Felfilli et al., 1994). Já os valores obtidos pelo índice de Sørensen foram baixos. A similaridade entre a lavoura com monocultura e a Mata de Galeria foi de apenas 21%, ou seja, 79% de espécies diferentes. Entre as duas áreas de Cerrado *stricto sensu*, a similaridade foi de 54% ou seja, 46% de espécies diferentes (Tabelas 3 a 7).

Tabela 3. Valores de semelhança encontrados para o primeiro ano de estudo, usando dois índices de similaridade (Morisita e Sörensen).

Áreas	I		II		III	
	M	S	M	S	M	S
I						
II	0,9842	0,4229				
III	0,7042	0,4116	0,6909	0,5077		
IV	0,8581	0,400	0,8449	0,5013	0,900	0,5454

I = lavoura; II = Ecótono; III = Área preservada de Cerrado; IV = Área preservada de Cerrado; M = Morisita e S = Sörensen.

Tabela 4. Valores de semelhança encontrados para o segundo ano de estudo, usando dois índices de similaridade.

Áreas	I		II		III	
	M	S	M	S	M	S
I						
II	0,8293	0,3874				
III	0,9364	0,3866	0,9612	0,4615		
IV	0,8022	0,3543	0,9830	0,3931	0,9512	0,4037

I = lavoura; II = Ecótono; III = Área preservada de Cerrado; IV = Área preservada de Cerrado; M = Morisita e S = Sörensen.

Tabela 5. Valores de semelhança encontrados para o terceiro ano de estudo, usando dois índices de similaridade.

Áreas	I		II		III		IV		MG1	
	M	S	M	S	M	S	M	S	M	S
I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
II	0,6154	0,3980	-	-	-	-	-	-	-	-
III	0,7865	0,3299	0,9258	0,3678	-	-	-	-	-	-
IV	0,7582	0,3394	0,9356	0,3534	0,9925	0,3111	-	-	-	-
MG1	0,9060	0,2553	0,4420	0,3215	0,4502	0,2661	0,5140	0,2466	-	-
MG2	0,5592	0,2100	0,4755	0,2587	0,5812	0,2294	0,2708	0,2000	0,8597	0,3443

I = lavoura; II = Ecótono; III = Área preservada de Cerrado; IV = Área preservada de Cerrado; MG1 e MG2 = Matas de Galeria; M = Morisita e S = Sørensen.

Tabela 6. Valores de semelhança encontrados para o quarto ano de estudo, usando dois índices de similaridade.

Áreas	I		II		III		IV		MG1	
	M	S	M	S	M	S	M	S	M	S
I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
II	0,6668	0,3460	-	-	-	-	-	-	-	-
III	0,6098	0,2748	0,9244	0,3501	-	-	-	-	-	-
IV	0,8643	0,3153	0,8626	0,2971	0,7579	0,3455	-	-	-	-
MG1	0,7432	0,2730	0,6258	0,2742	0,6087	0,3040	0,7402	0,2768	-	-
MG2	0,6170	0,2769	0,6764	0,3254	0,7293	0,3000	0,6821	0,2742	0,6535	0,3746

I = lavoura; II = Ecótono; III = Área preservada do Cerrado; IV = Área preservada de Cerrado; MG1 e MG2 = Matas de Galeria; M = Morisita e S = Sørensen.

Tabela 7. Valores de semelhança encontrados para o quinto ano de estudo, usando dois índices de similaridade.

Áreas	I		II		III		IV		MG1	
	M	S	M	S	M	S	M	S	M	S
I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
II	0,8234	0,376	-	-	-	-	-	-	-	-
III	0,5299	0,2882	0,7290	0,4413	-	-	-	-	-	-
IV	0,5479	0,2869	0,5954	0,3848	0,5102	0,3498	-	-	-	-
MG1	0,5038	0,2591	0,5410	0,3238	0,2232	0,3344	0,2712	0,3055	-	-
MG2	0,4968	0,2960	0,6438	0,3333	0,3558	0,2965	0,3465	0,2886	0,7577	0,3492

Monitamento da diversidade de mariposas...
 I = lavoura; II = Ecótono; III = Área preservada de Cerrado; IV = Área preservada de Cerrado; MG1 e MG2 = Matas de Galeria; M = Morisita e S = Sørensen.

Na Fig. 10, mostra-se a similaridade entre as mesmas áreas de amostragem do primeiro ano de estudo (1996) em relação aos demais períodos estudados (1997, 1998, 1999 e 2000). É claro o valor crescente de similaridade na área com monocultura onde as espécies se repetem a cada ano, possivelmente, devido ao estado do ecossistema bastante manejado e simplificado. Nas demais áreas, no entanto, a cada ano, a composição de espécies tende a sofrer alterações constantes, numa dinâmica ainda pouco compreendida e, como consequência, os valores de semelhança diminuem.

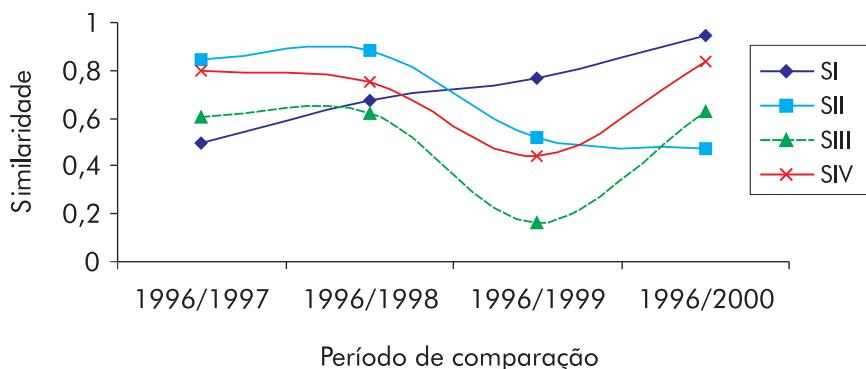


Fig. 10. Valores de similaridade pelo índice de Morisita na composição de espécies (I = Lavoura; II = Ecótono; III = Área preservada de Cerrado; IV = Área preservada de Cerrado).

Pelo método de agrupamento ou análise de *cluster*, foi possível observar que, na área de lavoura, as espécies são muito diferentes, tanto daquelas que ocorrem no ecótono quanto das que ocorrem nas áreas de Cerrado (Fig. 11 e 12).

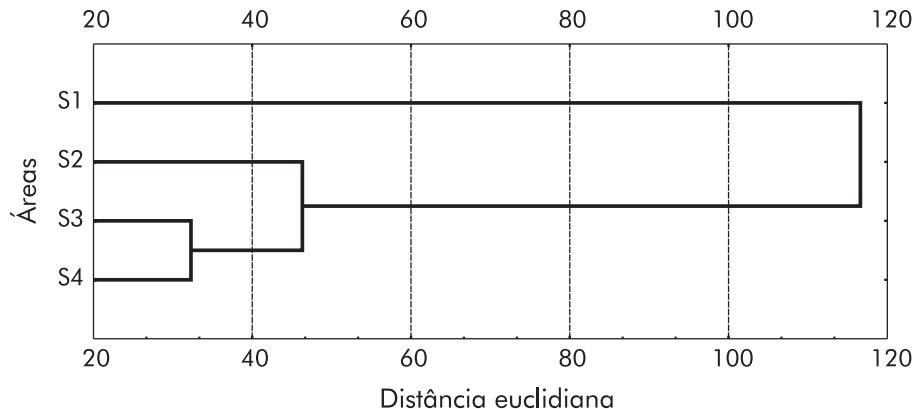


Fig. 11. Cluster de similaridade entre as áreas amostradas em relação à composição de espécies em cinco anos de estudo (S1 = lavoura; S2 = Ecótono; S3 e S4 = Área preservada de Cerrado).

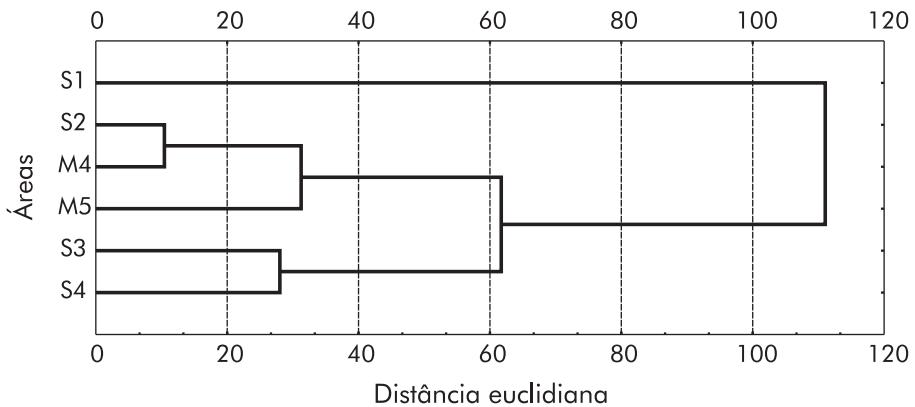


Fig. 12. Cluster de similaridade entre os áreas amostrados em relação à composição de espécies em cinco anos de estudo, incluindo duas áreas de Mata de Galeria ((S1 = lavoura; S2 = Ecótono; S3 e S4 = Área preservada de Cerrado; M = Mata de Galeria).

Constância e Dominância

Para um número total de 993 espécies, presentes durante os levantamentos, apenas 3,35% foram consi-

deradas constantes; 10,45% acessórias e 86,2%, ocasionais de acordo com a classificação de Silveira Neto et al., 1976 (Fig. 13).

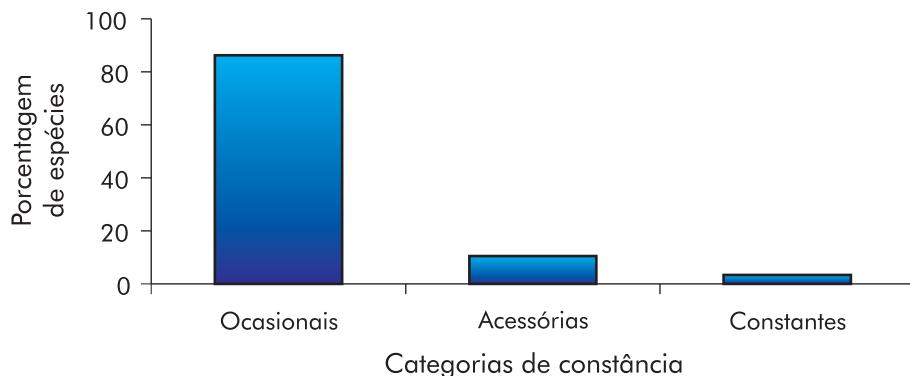


Fig. 13. Classificação das espécies de Lepidoptera de acordo com a constância nos levantamentos efetuados em Balsas-MA.

A maioria das espécies classificadas como constantes é considerada praga de grande importância econômica como: *Anticarsia gemmatalis*, *Maruca testulalis* e *Mocis latipes*. As duas primeiras são pragas da cultura da soja e a última, de gramíneas.

O grupo classificado como espécie acessória ou ocasional foi composto por espécies de importância econômica secundária ou de nenhuma importância para a agricultura. Esses dois grupos juntos constituem mais de 95% das espécies analisadas e mostram a necessidade do uso mais seletivo de inseticidas.

Apesar de a diversidade e a abundância de insetos serem ainda pouco conhecidas e da dinâmica populacional

existente na Região do Cerrado, alguns padrões já podem ser visualizados. Algumas espécies foram encontradas em maior número em todas áreas analisadas. As espécies nessa situação são, geralmente, aquelas de ampla distribuição ou associadas com culturas agrícolas. O exemplo mais significativo desse fato são as espécies *Anticarsia gemmatalis* e *Maruca testulalis*.

No primeiro ano de estudo, algumas espécies foram coletadas em pequeno número, mas no segundo, apareceram como dominantes. Isso provavelmente deveu-se a oferta de alimento oferecido que aumentou, gradativamente, nas lavouras. Este é o caso, por exemplo, do noctuideo *Pseudoplusia includens* cuja planta hospedeira cultivada é a soja.

Outra situação observada foi a das espécies coletadas no primeiro ou no segundo anos de estudo e que estiveram ausentes nas demais amostragens. Esse era um fato esperado, visto que além das flutuações anuais, existem outros fatores como a probabilidade de capturar certas espécies raras ou pouco freqüentes. A sazonalidade, a temperatura e a umidade do ambiente de coleta variam em cada situação de amostragem e são também fatores incontroláveis que podem influenciar nesses resultados.

Considerações finais e razões para a conservação

A manutenção de propriedades produtivas coexistindo harmoniosamente com as diversas espécies de organismos vivos pode ser muito vantajosa. Quando o ecossistema está

equilibrado e com alta diversidade de espécies, ocorrem muitas interações complexas entre essas espécies, permitindo que muitos inimigos naturais atuem como fator de controle das populações de pragas, o que pode minimizar esse tipo de problema.

A conscientização dos agricultores sobre a importância da manutenção de áreas de reserva, seu significado e utilidade são fundamentais em projetos agrícolas. Existe uma concepção errônea e generalizada de que as áreas com vegetação nativa são um custo adicional sem nenhum retorno e que servem de foco para proliferação de pragas. Somente com um esforço adicional, por meio da educação ambiental efetiva essa concepção poderá ser mudada.

Durante a realização deste estudo, foi observado que a porcentagem de espécies consideradas pragas de plantas cultivadas e que representam algum tipo de dano econômico, é pequena, variando entre 5% e 8,5% apenas. Algumas dessas espécies estão ainda em equilíbrio no ecossistema, apresentando populações com poucos indivíduos. Caso seja introduzida uma cultura hospedeira na região, é certo que haverá também aumento significativo de exemplares dessas espécies. Uma espécie que pode ser citada nessa situação é a *Diatraea saccharalis*, importante broca do colmo da cana-de-açúcar que foi observada em pequena quantidade visto que a cultura não foi introduzida na região.

A manutenção da grande diversidade biológica, nas áreas de reserva dos projetos agrícolas, deve ser de interesse geral, especialmente, dos próprios agricultores. É prática comum, entre os agricultores que utilizam moderna

tecnologia, a pulverização aérea de defensivos agrícolas, muitas vezes em condições climáticas inadequadas. O uso do manejo integrado de pragas, com a introdução de controles biológicos, sempre que possível; o uso de inseticidas mais específicos; o uso alternado de inseticidas com princípios ativos diferentes; a determinação correta do melhor momento de aplicação, observando não só o estádio de desenvolvimento em que se encontram os insetos, mas também as condições atmosféricas são algumas providências que podem reduzir muito o efeito nocivo dos inseticidas.

Outro fato já constatado sobre os efeitos do uso indiscriminado de inseticidas é o aparecimento de pragas cada vez mais resistentes, o que certamente favorece o estabelecimento de um círculo vicioso em que, a cada ano, são necessários produtos mais fortes e em doses maiores.

Apesar de não existirem estudos na Região do Cerrado que descrevam os efeitos dos inseticidas nos inimigos naturais das pragas, possivelmente, esses sejam os mais vulneráveis a essa prática.

A conscientização sobre a necessidade de se preservar a biodiversidade nem sempre é tarefa fácil entre os agricultores brasileiros. No entanto, é possível, em médio prazo, mostrar por meio de diversas formas as vantagens da preservação ambiental nas propriedades rurais. Existem ainda muitos aspectos desconhecidos sobre a fauna do Cerrado e, principalmente, sobre a fauna entomológica. Dessa forma, é fundamental que sejam feitos esforços cada vez maiores com o objetivo de caracterizar e compreender a complexidade das interações ecológicas dessa fauna. A

criação e a conservação de coleções científicas organizadas são ferramentas importantes para o estudo da fauna do Cerrado.

Espécies dominantes nas áreas cultivadas

Anticarsia gemmatalis Hübner, 1818 - Noctuidae
Arrhenofanidae sp. - Arrhenofanidae
Atteva pustulella (F., 1787) - Yponomeutidae
Diphthera festiva (F., 1775) - Noctuidae
Elaphria agrotina (Guenée, 1852) - Noctuidae
Erinnyis ello (F., 1758) - Sphingidae
Maruca testulalis (Geyer, 1832) - Pyralidae
Mocis latipes (Guenée, 1852) - Noctuidae
Omiodes indicatus (F., 1775) - Crambidae
Pseudoplusia includens (Walker, 1857) - Noctuidae
Samea ecclesialis Guenée, 1854 - Pyralidae
Selenisa suerooides (Guenée, 1852) - Noctuidae
Spoladea recurvalis (F., 1775) - Pyralidae
Syngamia florella (Cramer, 1781) - Pyralidae

Espécies dominantes na borda (Cerrado/lavoura)

Acrolophus sp. 1 - Tineidae
Acrolophus sp. 2 - Tineidae
Anticarsia gemmatalis Hübner, 1818 - Noctuidae
Arrhenofanidae sp. - Arrhenofanidae
Elaphria agrotina (Guenée, 1852) - Noctuidae

- Heliothis virescens* (F., 1781) - Noctuidae
Maruca testulalis (Geyer, 1832) - Pyralidae
Mocis latipes (Gunée, 1852) - Noctuidae
Omiodes indicatus (F., 1775) - Crambidae
Omiodes simialis (Guenée, 1854) - Crambidae
Pleuroprucha asthenaria (Walker, 1861) - Geometridae
Pseudoplusia includens (Walker, 1857) - Noctuidae
Pyralidae sp. - Pyralidae
Samea eclesialis Guenée, 1854 - Pyralidae
Selenisa suerooides (Guenée, 1852) - Noctuidae
Spoladea recurvalis (F., 1775) - Pyralidae
Stenoma sp. - Oecophoridae
Syngamia florella (Cramer, 1781) - Pyralidae

Espécies dominantes nas áreas de reserva (Cerrado)

- Acrolophus* sp. 1 - Tineidae
Acrolophus sp. 2 - Tineidae
Anticarsia gemmatalis Hübner, 1818 - Noctuidae
Arctiidae sp. - Arctiidae
Arrhenofanidae sp. - Arrhenofanidae
Diaphania hyalinata (L., 1758) - Crambidae
Elaphria agrotina (Guenée, 1852) - Noctuidae
Herminiinae sp. - Noctuidae
Maruca testulalis (Geyer, 1832) - Pyralidae
Mazaeras sp. - Arctiidae
Mocis latipes (Gunée, 1852) - Noctuidae
Omiodes indicatus (F., 1775) - Crambidae

- Omiodes simialis* (Guenée, 1854) - Crambidae
Pseudoplusia includens (Walker, 1857) - Noctuidae
Pyralidae sp. - Pyralidae
Samea eclesialis Guenée, 1854 - Pyralidae
Selenisa suerooides (Guenée, 1852) - Noctuidae
Spoladea recurvalis (F., 1775) - Pyralidae
Stenoma sp. - Oecophoridae
Syngamia florella (Cramer, 1781) - Pyralidae
Tineidae sp. - Tineidae

Espécies dominantes nas áreas de matas

- Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 - Noctuidae
Arrhenofanidae sp. - Arrhenofanidae
Chrysendenton sp. - Crambidae
Crambidae sp. - Crambidae
Diaphania hyalinata (L., 1758) - Crambidae
Diphthera festiva (F., 1775) - Noctuidae
Erinnyis ello (F., 1758) - Sphingidae
Herpetogramma infuscalis (Guenée, 1854) - Pyralidae
Maruca testulalis (Geyer, 1832) - Pyralidae
Mocis latipes (Günée, 1852) - Noctuidae
Omiodes indicatus (F., 1775) - Crambidae
Pseudoplusia includens (Walker, 1857) - Noctuidae
Samea eclesialis (Guenée, 1854) - Pyralidae
Spoladea recurvalis (F., 1775) - Pyralidae
Syngamia florella (Cramer, 1781) - Pyralidae

Principais espécies-praga presentes nas áreas estudadas

Espécies	Culturas
<i>Agrotis ipsilon</i> (Hufnagel, 1766)	Soja, trigo, feijão, milho, arroz, tomate,
<i>Agrotis subterranea</i> (F., 1794)	Milho
<i>Anicla ignicans</i> (Guenée, 1852)	Milho
<i>Anticarsia gemmatalis</i> Hübner, 1818	Soja, amendoim, ervilha e outras
<i>Cerconota anonella</i> (Sepp, 1852)-55)	Graviola
<i>Diatraea saccharalis</i> (F., 1794)	Cana-de-açúcar e milho
<i>Edylepta indicata</i> (F., 1794)	Soja e outras
<i>Elasmopalpus lignosellus</i> (Zeller, 1848)	Soja, trigo, arroz, feijão e outras
<i>Epinotia aporema</i> (Walsingham, 1914)	Soja e outras
<i>Erinnyis ello</i> (L., 1758)	Mandioca
<i>Etiella zinckenella</i> (Treitscke, 1845)	Soja, feijão, ervilha
<i>Heliothis virescens</i> (F., 1781)	Soja, grão-de-bico, guandu e outras
<i>Helicoverpa zea</i> (Boddie, 1850)	Milho e outras
<i>Maruca testulalis</i> (Geyer, 1832)	Soja
<i>Mocis latipes</i> (Guenée, 1852)	Trigo, arroz e pastagens
<i>Phoebetron hipparchia</i> (Cramer, 1777)	Citrus
<i>Pseudaletia sequax</i> Franclemont, 1951	Trigo e outras
<i>Pseudoplusia includens</i> (Walker, 1857)	Soja
<i>Spodoptera eridania</i> (Stoll, 1781)	Feijão, soja e outras
<i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith, 1797)	Soja, sorgo, feijão, milho e trigo
<i>Spodoptera latifascia</i> (Walker, 1856)	Soja, maracujá, eucalipto, café e outras
<i>Stenoma catenifer</i> (Walsingham, 1912)	Abacate

Referências bibliográficas

- AB'SABER, A. N.. O domínio dos Cerrados: uma introdução ao conhecimento. **Revista do Serviço Público**, Brasília, v. 40, n. 111, p. 41-55, 1983.
- ADÁMOLI, J.; MACEDO, J; AZEVEDO, L., G.; MADEIRA NETTO, J. Caracterização da região dos Cerrados. In: GOEDERT, W. J.,(Ed.). **Solos dos Cerrados: tecnologias e estratégias de manejo**. Planaltina: Embrapa-CPAC; São Paulo: Nobel, 1986. p. 33-74.
- ANTAS, P. T. Z.; CAVALCANTI, R. B. **Aves comuns do planalto central**. Brasília: UnB, 1988. 238 p.
- BECKER, V. O.; CAMARGO, A. J. A. de. Three new species of Saturniidae (Lepidoptera) from Central Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 18, n. 1, p. 163-170, 2001.
- BROWN K Jr, S.; MIELKE, O. H. H. Lepidoptera of the Central Brazil Plateau. I. Preliminary list of Rhopalocera: Introduction, Nymphalidae, Libytheidae. **Journal of the Lepidopterists' Society**, Milwaukee, v. 21, n. 2, p. 77-106, 1967.
- BROWN K Jr, S.; MIELKE, O. H. H. Lepidoptera of the Central Brazil Plateau. I. Preliminary list of Rhopalocera (continued): Lycaenidae, Pieridae, Papilionidae, Hesperiidae. **Journal of the Lepidopterists' Society**, Milwaukee, v. 21, n. 3, p. 145-168, 1967.
- CAMARGO, A. J. A. **Relações biogeográficas e influência da estação seca na distribuição de mariposas da família Saturniidae (Lepidoptera) da região dos Cerrados**. 1997. 100 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 1997.
- CAMARGO, A. J. A. de. Estudo comparativo sobre a composição e a diversidade de lepidópteros noturnos em cinco áreas da região dos Cerrados. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 16, n. 2, p. 369-380, 1999.
- CAMARGO, A. J. A. de. Importância das Matas de Galeria para a conservação de lepidópteros do Cerrado. In: RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L.; SOUSA-SILVA, J. C. (Ed.). **Cerrado: caracterização e recuperação de Matas de Galeria**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 2001. p.607-634.
- CAMARGO, A. J. A. de; BECKER, V. O. Saturniidae (Lepidoptera) from the Brazilian Cerrado: Composition and Biogeographic Relationships. **Biotropica**, Washington, v. 31, n. 4, p. 696-705, 1999.

CAMARGO, A. J. A.; MATSUMURA, T. Monitoramento da biodiversidade: insetos. In: YOSHII K., CAMARGO, A. J. A.; ORIOLI, A. L. (Ed). **Monitoramento ambiental nos Projetos Agrícolas do PRODECER**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2000. p. 107-122.

COSTA, E. M. M.; ARAÚJO, A. F. B.; COELHO, D. C.; PINTO, F. S. Diversidade de anfíbios e répteis de Mata de galeria e Cerrados adjacente no Distrito federal. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 2., 1994, Londrina, PR. **Programa e resumos**. Londrina: UEL: Sociedade de Ecologia do Brasil, 1994. p. 81.

DeVRIES, P. J.; MURRAY, D.; LANDE, R. Species diversity in vertical, horizontal, and temporal dimensions of a fruit-feeding butterfly community in a Ecuadorian rainforest. **Biological Journal of the Linnean Society**, London, v. 62, p. 343-364, 1997.

DINIZ, I. R.; MORAIS, H. C. Lepidopteran caterpillar fauna of cerrado host plants. **Biodiversity and Conservation**, London, v. 6, p. 817-836, 1997.

FELFILI, M. J.; HARIDASSAN, M.; MENDONÇA, R. C.; FILGJUEIRASM, T. S.; SILVA JÚNIOR, C; REZENDE, A.V. Projeto de biogeografia do bioma Cerrado: vegetação e solos. **Caderno de Geociências**, Rio de Janeiro, v. 12, p. 75-167, 1994.

FONSECA, G. A. B.; REDFORD, K. The mammals of IBGE's Ecological Reserve, Brasília, and an analysis of the role of gallery forest in increasing diversity. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 25, p. 517-523, 1984.

JANZEN, D. H. Insect diversity of a Costa Rican dry forest: why keep it, and how? **Biological Journal of the Linnean Society**, London, v. 30, p. 343-356, 1987.

KNOX, M. B.; SCHADEN, R. Fauna de escorpiões em gradientes do Cerrado sensu lato do Distrito Federal. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 3., 1996, Brasília, DF. **Manejo de ecossistemas e mudanças globais: resumos**. Brasília: UnB, 1996. p. 133.

KOHLSDORF, T.; BIZERRIL, M. X. A.; MELO, A. P. G.; VIVACQUA, C. T. R.; HENRIQUES, R. P. B. Abundância, diversidade e seleção de habitat de pequenos mamíferos do cerrado do Brasil central. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 3., 1996, Brasília, DF. **Manejo de ecossistemas e mudanças globais: resumos**. Brasília: UnB, 1996. p. 120.

LACHER Jr, T. E.; MARES, M. A.; ALHO, C. J. R. The structure of a small mammal community in a central Brazilian savanna. In: REDFORD, K. H (Ed.). **Advances in neotropical mammalogy**. Gainesville: Sandhill Crane Press, 1989. p. 137-162.

LUZ, E. P.; MOTTA, P. C. Diversidade de aranhas cursoriais em diferentes tipos de vegetação do Cerrado, DF. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 3., 1996,

Brasília, DF. **Manejo de ecossistemas e mudanças globais**: resumos. Brasília: UnB. p.121.

MARES, M. A.; ERNEST, K. A.; GETTINGER, D. D. Small mammal community structure and composition in the Cerrado province of central Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, New York, v. 2, p. 289-300, 1986.

MARINHO-FILHO, J. S. Biogeografia. In: DIAS, B. F. de S. (Ed.). **Alternativas de desenvolvimento dos Cerrados**: manejo e conservação dos recursos naturais renováveis. Brasília: UnB; IBAMA: FUNATURA, 1992. 97 p.

MARINHO-FILHO, J.; REIS, M. L.; OLIVEIRA, P. S.; VIEIRA, E. M.; PAES, M. V. Diversity standards and small mammal numbers: conservation of the cerrado biodiversity. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 66, p. 149-157, 1994. Suplemento 1.

MIELKE, O. H. H. Lepidoptera of the Central Brazil Plateau. II. New genera, species, and subspecies of Hesperiidae. **Journal of the Lepidopterists' Society**, Milwaukee, v. 22, n. 1, p. 1-20, 1968.

NOWBAHARI, B.; THIBOUT, E. The cocoon and humidity in the development of *Acrolepiopsis assectella* (Lep.) pupae: consequences in adults. **Physiological Entomology**, Oxford, v. 15, p. 363-368, 1990.

PALMER, M. W. The estimation of species richness by extrapolation. **Ecology**, Washington, v. 71, n. 3, p. 1195-1198, 1990.

PALMER, M. W. The estimation of species richness by extrapolation. **Ecology**, Washington, v. 72, n. 4, p. 1512-1513, 1991.

PINHEIRO, C. E. G.; ORTIZ, J. V. C. Communities of fruit-feeding butterflies along a vegetation gradient in central Brazil. **Journal of Biogeography**, Oxford, v.19, p. 505-511, 1992.

PRESTON, F. W. Time and space and the variation of species. **Ecology**, Washington, v. 41, p. 611-627, 1960.

PRESTON, F. W. The commonness and rarity of species. **Ecology**, Washington, v. 29, p. 254-283, 1948.

REDFORD, K. H.; FONSECA, G. A. B. The role of gallery forests in the zoogeography of the Cerrado's non-volant mammalian fauna. **Biotropica**, Washington, v. 18, p. 126-135, 1986.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M; ALMEIDA, S. M. de (Ed.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998. p. 87-166.

ROBINSON, G. S.; TUCK, K. R. Diversity and faunistics of small moths (microlepidoptera) in Bornean rainforest. **Ecological Entomology**, Oxford, v. 18, p. 385-393, 1993.

ROBINSON, G. S.; TUCK, K. R.; INTACHAT, J. Faunal composition and diversity of smaller moths (microlepidoptera and Pyraloidea) in lowland tropical rainforest at Temengor, Hulu Perak, Malaysia. **Malayan Nature Journal**, Selangor, v. 48, p. 307-317, 1995.

SILVA, J. M. C. da. Biogeographic analysis of the South American Cerrado avifauna. **Steenstrupia**, Copenhagen, v. 21, p. 49-67, 1995.

SILVA, J. M. C. da. Birds of the Cerrado Region, South America. **Steenstrupia**, Copenhagen, v. 21, p. 69-92, 1995.

SILVA, J. M. C. da. Distribution of Amazonian and Atlantic birds in gallery forests of the Cerrado Region, South America. **Ornitologia Neotropical**, Athens, v. 7, p. 1-18, 1996.

SILVEIRA NETO, S. O.; NAKANO, D.; BARBIN; VILLA NOVA, N. A. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 419 p.

VANZOLINI, P. E. On the lizards of Cerrado-Caatinga contact: evolutionary and zoogeographical implications. **Papéis Avulsos de Zoologia**, São Paulo, v. 29, p. 111-119, 1976.

VANZOLINI, P. E. Problemas faunísticos do Cerrado. In: FERRI, M. G. (Ed.). **SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO**, 1962, São Paulo. [Anais...]. São Paulo: EDUSP, 1963. p. 305-321.

ZANZINI, A. C. S.; NAVES, M. A. Formigas edáficas (Hymenoptera-formicidae) associadas a ecossistemas naturais do cerrado. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 2., 1994, Londrina, PR. **Programa e resumos**. Londrina: UEL: Sociedade de Ecologia do Brasil, 1994. p.197.

Herbívoros e herbivoria no Cerrado: lagartas como exemplo

Helena C. Morais

Ivone R. Diniz

Introdução

As plantas e seus herbívoros constituem mais da metade das espécies conhecidas e servem de alimento para a maioria das outras espécies. A distribuição de um herbíboro nas plantas em determinado habitat é, de certa forma, consequência do processo de seleção do hospedeiro, do comportamento alimentar, das interações ecológicas que afetaram a colonização e utilização dessas plantas hospedeiras.

As lagartas são consideradas uma das importantes comunidades de herbívoros, sendo as principais desfolhadoras em qualquer ecossistema terrestre natural e nos agroecossistemas tanto nas regiões temperadas quanto das regiões tropicais (Barbosa, 1993).

O desfolhamento em florestas temperadas, durante um pico de ataque, pode atingir até 100% das folhas, mas tal situação não é crônica e envolve relativamente poucas espécies de insetos. Entretanto, as atividades dos herbívoros

podem ocasionar danos em 20% a 100% das folhas, dependendo da espécie da planta hospedeira (Damman, 1993). No Cerrado, usualmente os herbívoros consomem menos de 10% da área foliar produzida pelas plantas (Marquis et al., 2001).

A herbivoria pode apresentar consequências severas para a reprodução das plantas. Estudiosos como Lethila & Straus (1999) e Marquis (1992) mostraram que a perda da área foliar afeta a quantidade e a qualidade do néctar, do pólen e do tamanho das flores, bem como a quantidade de sementes.

Os insetos herbívoros estão distribuídos em nove ordens, com proporções variadas de representantes que apresentam esse tipo de dieta. Entre os hemimetábolos citam-se os Homoptera (com 100%) e Orthoptera (99%); entre os holometábolos os Lepidoptera (99%), Coleoptera e Díptera, com 35% de representantes herbívoros em cada uma dessas ordens. Todos esses grupos são ricos em espécies, com taxonomia mal resolvida e para a maioria das espécies não há qualquer conhecimento sobre imaturos e plantas hospedeiras, à exceção de algumas pragas bastante conhecidas nos agroecossistemas. Sendo assim, há dificuldades para estabelecer associações entre os imaturos, adultos e plantas hospedeiras, o que exige trabalhos árduos de coleta e criação contínua, como o que foi feito por Janzen na Costa Rica, durante os anos de 1977 a 1990 que resultou na obtenção de dados de 341 macromariposas e de 116 borboletas (Damman, 1993).

No Cerrado, há uma fauna de Lepidoptera muito rica em espécies, conhecida, basicamente, via coleta de adultos (Diniz & Morais, 1997). Essas coletas fornecem grande quantidade de informação sobre a riqueza de espécies, períodos e habitats de maior abundância e a distribuição geográfica dessa fauna (Pinheiro & Ortiz, 1992; Camargo & Becker, 1999). Por sua vez, essa forma de coleta não gera informações sobre os estádios imaturos, as plantas hospedeiras e a especificidade de dieta dessas espécies. Essas informações são raras não só para o Cerrado como para os ambientes tropicais. Para 249 espécies de Riodinidae, uma família bastante conhecida de borboletas, listadas para a Costa Rica (DeVries, 1997), apenas 34% têm alguma planta hospedeira conhecida e 31% tem estádios imaturos descritos. Para alguns grupos de borboletas, essas informações são disponíveis e são utilizadas, por exemplo, no esclarecimento da filogenia desses grupos (Brown & Freitas, 1994; Brown et al., 1997). Para as mariposas, essas informações são ainda mais escassas.

As espécies de lagartas não são uniformemente distribuídas nem presentes ao acaso nos ecossistemas tropicais, havendo uma evidente sazonalidade (Janzen, 1988, 1993; Morais et al., 1999). Há uma variedade de padrões de alimentação em termos espaciais e temporais, incluindo comportamentos bastante especializados e exercem efeitos nas plantas que ainda não foram bem dimensionados. Foi para responder a questões básicas sobre a interação lagartas/plantas hospedeiras do Cerrado que se iniciou este estudo em 1991. Os dados tratados neste capítulo são relativos a aproximadamente 10 anos de pesquisa.

A fauna de lagartas

Tendo em vista a necessidade de obterem-se informações sobre esse grupo no Cerrado e a presença da maior coleção de mariposas da América do Sul no Distrito Federal, bem como da disponibilidade de colaboração de um especialista no grupo, Dr. Vitor O. Becker, implantou-se, no início da década de 1990, um programa de coleta de lagartas em plantas de Cerrado. Os levantamentos vêm sendo realizados em áreas de preservação do Distrito Federal, especialmente na Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília, em Cerrado Típico.

De maio de 1993 a julho de 2002, a equipe de pesquisa trabalhou com lagartas folívoras externas, encontradas em plantas de Cerrado. Cada espécie de planta foi acompanhada durante um ano, com o exame semanal de cerca de 15 indivíduos. Todas as lagartas foram coletadas e criadas em laboratório, alimentadas com folhas das plantas nas quais foram encontradas. Nesse período, foram feitos levantamentos em 62 espécies de 32 famílias de plantas. Dessa criação, emergiram 4080 adultos de 472 espécies de 38 famílias de Lepidoptera. Entretanto, quase metade (46%) das espécies criadas pertencem somente a quatro famílias: Elachistidae, Gelechiidae, Pyralidae e Geometridae.

Mais recentemente, foram feitos levantamentos de lagartas que atacam estruturas reprodutivas, especialmente, flores de plantas no Cerrado. Das coletas em 46 espécies de 25 famílias de plantas, com criação em laboratório, já foram obtidos 256 adultos de 103 espécies pertencentes a

18 famílias de Lepidoptera. Nesse caso, 64% das espécies pertencem a quatro famílias: Gelechiidae, Tortricidae, Lycaenidae e Blastobasidae. Contrariando as expectativas, 29% das espécies de lagartas, criadas em inflorescências, já haviam sido criadas em folhas (Diniz et al., 2001; Diniz & Morais, 2002). Esse resultado reflete o pouco conhecimento existente sobre esse segmento da fauna do Cerrado. Outras informações disponíveis sobre o ataque de insetos herbívoros, em flores de plantas de Cerrado incluem besouros curculionídeos, tisanópteros e dípteros cecidomiídeos (Clark & Martins, 1987; DelClaro et al., 1997; DelClaro, 1998; Baker-Méio, 2001; Jordão, 2001).

A fauna de lagartas folívoras no Cerrado é composta por espécies raras (Fig. 1), com 70% delas ocorrendo com até cinco indivíduos por ano de coleta. As oito espécies mais abundantes, com mais de 100 indivíduos por ano, pertencem a diferentes famílias e têm diferentes graus de especificidade de dieta (Tabela 1). As lagartas também são raras nas plantas hospedeiras sendo a proporção de ocupação por uma ou mais lagartas ($n = 34.800$ plantas), em média de 11%, variando de 0,7% a 34% por espécie de planta. Comparando a riqueza e a abundância de lagartas de Cerrado e de uma área de savana na América do Norte, Price et al. (1995) encontraram para as plantas do Cerrado uma riqueza de espécies de lagartas de duas a três vezes maior e uma abundância 11 vezes menor do que nas plantas da savana temperada. O número de plantas com pelo menos uma lagarta foi de 12% para o Cerrado contra 49% para a savana temperada. É possível que essa baixa taxa de abundância esteja relacionada a fatores climáticos e à pressão de predadores e parasitas (Morais et al., 1999).

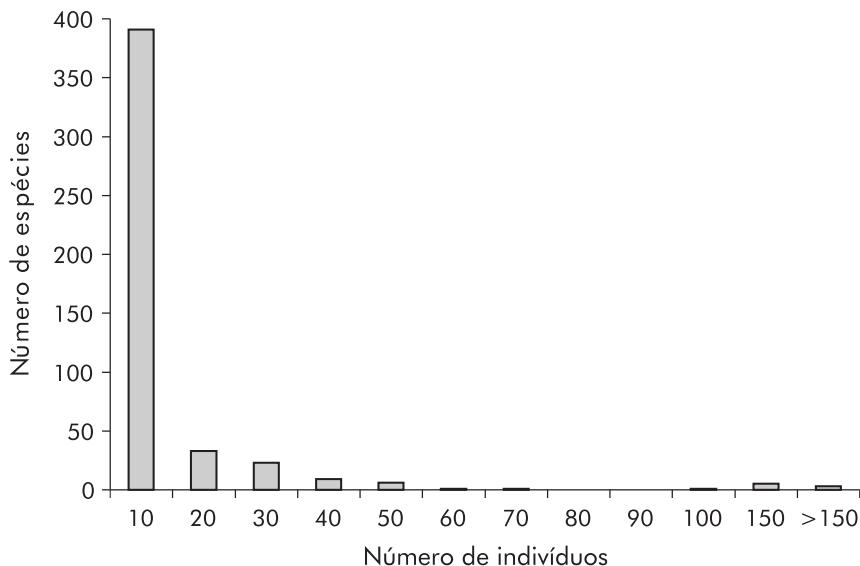


Fig. 1. Freqüência de espécies de Lepidoptera, baseada no número de indivíduos obtidos da criação das lagartas no laboratório. No eixo X, são apresentados os limites superiores das classes de números de indivíduos.

Tabela 1. Especificidade de dieta das lagartas mais abundantes (Lepidoptera) em plantas de Cerrado no Distrito Federal.

FAMÍLIA e espécie	PLANTAS HOSPEDEIRAS
ARCTIIDAE <i>Fregela semiluna</i> (Walker, 1854)	34 espécies de 20 famílias
ELACHISTIDAE <i>Cerconota achatina</i> (Zeller, 1855)	<i>Byrsonima</i> spp. – Malpighiaceae
GELECHIIDAE <i>Compsolechia</i> sp.	Sete espécies de duas famílias
OECOPHORIDAE <i>Inga phaeocrossa</i> (Meyrick, 1912)	20 espécies de 11 famílias
PYRALIDAE <i>Pococera</i> sp. <i>Epipaschiinae</i> sp.	Cinco espécies de três famílias <i>Chomelia ribesioides</i> – Rubiaceae

FAMÍLIA e Espécie	PLANTAS HOSPEDEIRAS
TORTRICIDAE <i>Argyrotaenia</i> sp.	<i>Rapanea guianensis</i> – Myrsinaceae
ZYGAENIDAE <i>Pycnotena</i> sp.	<i>Davilla elliptica</i> – Dilleniaceae

Analisando os resultados, observa-se que a riqueza de espécies de Lepidoptera por espécie de planta hospedeira é, em média, de 15,6 (dp = 13,0), com o mínimo de três e o máximo de 52 espécies. Essa média não varia com a forma de crescimento das plantas (Fig. 2) ($F_{(2,59)} = 2,32$; $p = 0,10$), o que contrasta com a hipótese de que a riqueza de espécies de insetos herbívoros aumenta das plantas herbáceas para as arbóreas (Cornell, 1983).

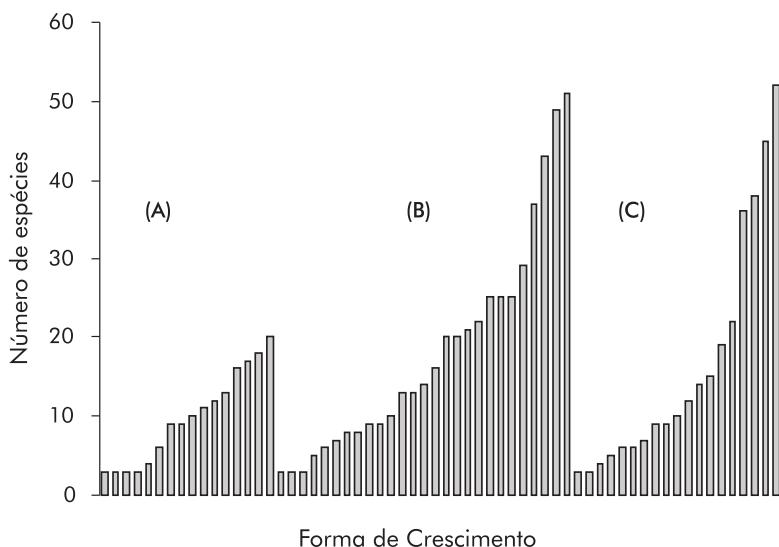


Fig. 2. Número de espécies de Lepidoptera por espécie de planta hospedeira segundo a forma de crescimento. (A) herbáceo-arbustivas; (B) arbustivas; (C) arbóreas.

Variação na abundância de insetos herbívoros durante o ano

No Brasil central, ocorrem estações de chuva e de seca bem marcadas, e o pico de produção de folhas na vegetação do Cerrado ocorre na transição entre essas duas estações (setembro-outubro). A produção de flores e frutos em arbustos e árvores ocorre durante todo o ano, mas o pico de flores acontece no final da estação seca (agosto-setembro), enquanto o de frutos é observado no início da estação chuvosa entre outubro e novembro (Oliveira, 1998). Ao contrário de outros locais altamente sazonais, como as florestas secas da Costa Rica (Janzen, 1993), muitas plantas do Cerrado retêm suas folhas maduras durante a estação seca.

A abundância de insetos herbívoros é variável durante o ano e dentro de uma mesma estação climática e não acompanha o padrão esperado baseado somente na distribuição das chuvas no Cerrado. A abundância total de insetos no Cerrado foi menor nos meses de maior pluviosidade. Os besouros (Coleoptera) e os percevejos (Hemiptera) apresentam distribuição agrupada, com os picos de abundância na segunda metade da estação chuvosa; nos Hymenoptera, esse pico ocorre em cada estação. Em outros herbívoros como os Homoptera, Orthoptera e Lepidoptera, observa-se uma distribuição temporal ao acaso (Pinheiro et al., 2002).

Analisando-se os dados de levantamentos realizados de 1993 a 1995 para lagartas folívoras, verifica-se, um pico de abundância no início da estação seca (Morais et al.,

1999). Examinando os dados referentes a lagartas criadas, com sucesso, em laboratório e usando a data de coleta da lagarta no campo como referência da abundância mensal, no período de 1993 a 2002, obteve-se resultado semelhante (Fig. 3A). As lagartas são menos abundantes no período de chuvas mais intensas (novembro a janeiro) e vão aumentando em número do final das chuvas para o início da seca, com um pico em maio-junho. A abundância decresce marcadamente no final da estação seca e volta a aumentar no início das chuvas (outubro). Outro grande levantamento de lagartas em ambiente tropical, realizado por Janzen em La Selva, na Costa Rica, detectou que o pico de abundância ocorreu na estação chuvosa (Janzen, 1988, 1993).

Quando se examina a abundância de lagartas pela forma de crescimento das plantas hospedeiras, a variação e o pico se repetem para plantas arbustivas e arbóreas (Fig. 3B). Nas plantas herbáceo-arbustivas, observa-se que o pico de abundância de lagartas é deslocado para julho, e a menor redução na abundância ocorre no final da estação seca. As coletas nessas plantas representaram 17% do total, e os resultados de julho e agosto são fortemente influenciados pela presença de uma espécie de mariposa, *Epipaschiinae* (Pyralidae) ainda não identificada, especialista em um arbusto, *Chomelia rubesiooides* (Rubiaceae) que representou 60% das coletas nesses meses. A fenologia foliar das plantas hospedeiras não altera o padrão de abundância de lagartas durante o ano (Fig. 3C). Nesse caso, foram consideradas decíduas as plantas que trocaram a maioria ou a totalidade de suas folhas na transição entre as estações de seca e chuva.

A variação na abundância de lagartas durante o ano (Fig. 3) mostra um uso proporcionalmente menor de folhas novas por esses herbívoros, como mostrado em Morais et al. (1995). Possíveis causas para esse padrão são discutidas em Janzen (1993) e Morais et al. (1999) e incluem o efeito físico de chuvas pesadas e a maior abundância de predadores e parasitas, como fatores de mortalidade de lagartas. Além disso, há um hiato até a emergência de adultos e o início de oviposição, depois do final da estação seca. Algumas espécies de Lepidoptera multivoltinas, com ocorrência de lagartas durante todo o ano no campo, apresentam diapausa no estádio de pupa. Esse é o caso de *Megalopyge albicollis* (Megalopygidae) cuja duração do período pupal varia com a época do ano em que a lagarta é encontrada no campo. Os adultos cujas lagartas empupam durante a estação seca emergem de forma sincrônica no início da estação chuvosa (outubro-novembro) (Tabela 2). Isso reduz a freqüência de oviposição em folhas durante a expansão em setembro a outubro.

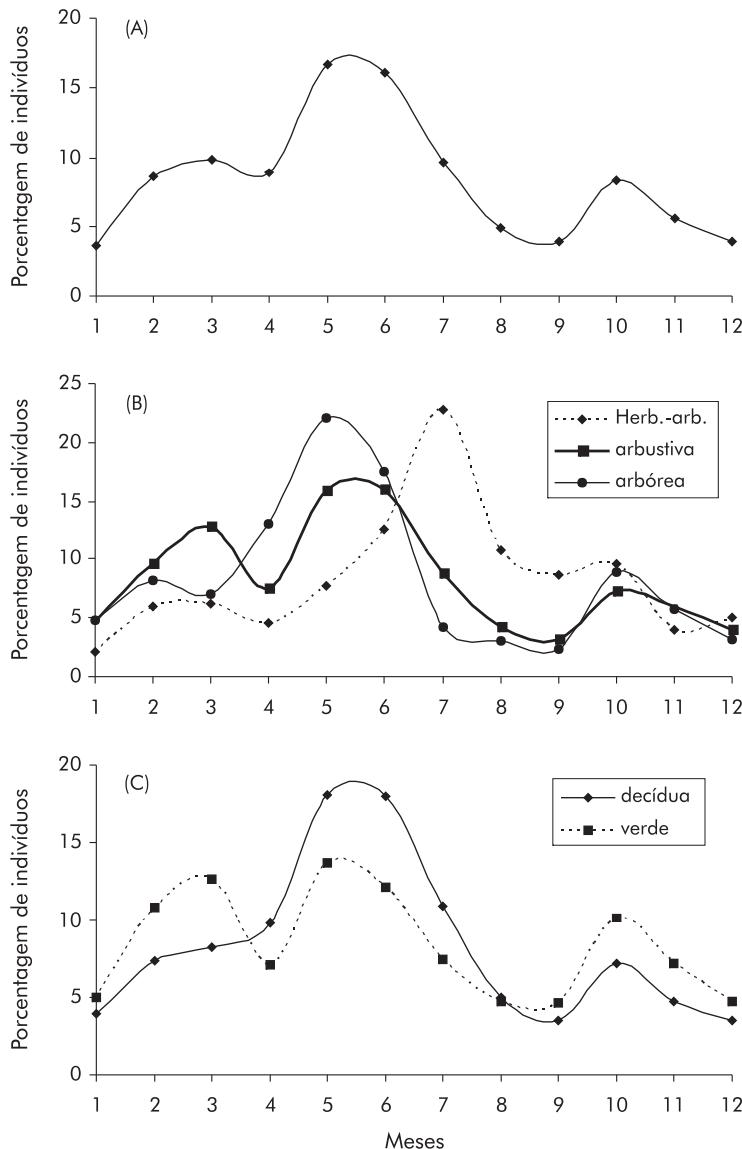


Fig. 3. Proporção do total de adultos de Lepidoptera obtidos da criação de lagartas em laboratório, considerando a data de coleta das lagartas no campo, para levantamentos realizados em diferentes plantas hospedeiras ($n = 62$) entre 1993 e 2002: (A) para o total de espécies de plantas; (B) para plantas com diferentes formas de crescimento; (C) para plantas com diferentes fenologias foliares.

Tabela 2. Indivíduos (linhas) de *Megalopyge albicollis* (Megalopygidae) que iniciaram o estádio de pupa em diferentes épocas do ano. Os meses estão divididos em períodos de 10 dias e o “x” indica o tempo de duração das pupas. Esse tempo varia de 40 a 50 dias para pupas iniciadas em fevereiro e no final de setembro e início de outubro na estação de chuvas; de 100 a 150 dias para pupas iniciadas em junho e julho na estação seca. A duração do período de pupa vai diminuindo durante a estação seca, resultando na emergência de adultos relativamente sincrônica no final de outubro e início de novembro.

Indiv.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Ago.	Set.	Out.	Nov.
1	x	x	x								
2	x	x	x	x							
3	x	x	x	x	x						
4	x	x	x	x	x						
5	x	x	x	x	x						
6				x	x	x	x	x	x	x	x
7			x	x	x	x	x	x	x	x	x
8			x	x	x	x	x	x	x	x	x
9			x	x	x	x	x	x	x	x	x
10			x	x	x	x	x	x	x	x	x
11			x	x	x	x	x	x	x	x	x
12			x	x	x	x	x	x	x	x	x
13			x	x	x	x	x	x	x	x	x
14			x	x	x	x	x	x	x	x	x
15			x	x	x	x	x	x	x	x	x
16			x	x	x	x	x	x	x	x	x
17			x	x	x	x	x	x	x	x	x
18			x	x	x	x	x	x	x	x	x
19			x	x	x	x	x	x	x	x	x
20			x	x	x	x	x	x	x	x	x
21			x	x	x	x	x	x	x	x	x
22			x	x	x	x	x	x	x	x	x
23			x	x	x	x	x	x	x	x	x
24			x	x	x	x	x	x	x	x	x
25			x	x	x	x	x	x	x	x	x
26			x	x	x	x	x	x	x	x	x
27			x	x	x	x	x	x	x	x	x
28			x	x	x	x	x	x	x	x	x
Mes	Fev.	Mar.	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Ago.	Set.	Out.	Nov.

Variação nos danos foliares

A perda de área foliar, por causa de ocorrência de insetos nas plantas do Cerrado, foi em média de 6,8%, com grandes variações entre as espécies de plantas (0,5% a 14%). A porcentagem da área foliar atacada não diferiu entre as folhas jovens produzidas no final da seca (agosto a setembro) e as folhas maduras de fevereiro (6 a 7 meses de idade). Entretanto, ambas apresentaram herbivoria menor do que a das folhas com cerca de um ano de idade, no período de agosto (Marquis et al., 2001). Quando se compararam algumas características das folhas de espécies do Cerrado (jovens e maduras) com aquelas da Ilha do Barro Colorado (BCI) (Panamá) e de Chamela no México, pode-se notar que as folhas das espécies do Cerrado apresentam porcentagem menor de nitrogênio e de conteúdo de água; uma dureza bem maior, assim como a quantidade de fenóis e de tricomas. A herbivoria foliar causada por insetos no Cerrado é menor do que nos outros dois locais, provavelmente, pelo baixo teor de nitrogênio das folhas, tornando-as um alimento muito pobre em nutrientes. Pela dureza foliar das plantas, explica-se grande parte das variações de ataques entre as 46 espécies de plantas do BCI (Coley, 1983), mas para o Cerrado em que a maior parte das folhas das plantas é bastante dura, não houve esse efeito. A pubescência foliar explicou melhor as variações encontradas entre os danos causados por insetos herbívoros nas plantas do Cerrado.

Comentários finais

Há uma infinidade de questões não resolvidas e muitas delas básicas para se entender as interações entre as plantas e os herbívoros da Região do Cerrado. Estudos mais detalhados sobre história natural são essenciais, incluindo a identificação dos herbívoros e sua amplitude de dieta. Entretanto, são muitas as informações oriundas desses 10 anos de pesquisa sobre lagartas no Cerrado, como por exemplo: cada espécie de planta suporta grande riqueza de espécies; a porcentagem de ocupação das plantas por lagartas é muito baixa (média de 11%); a fauna de lagartas folívoras é diferente das que se alimentam de estruturas reprodutivas; a riqueza de espécies de lagartas não varia com a forma de crescimento das plantas (herbáceas, arbustivas e arbóreas); o pico de abundância das lagartas nessa região ocorre na estação seca (maio e junho), diferindo do padrão demonstrado na Costa Rica; o estresse hídrico da estação seca aumenta o tempo de desenvolvimento de espécies de lagartas e muitas apresentam diapausa nesse período; a herbivoria foliar de insetos nas plantas do Cerrado é menor comparada a outras áreas tropicais, provavelmente por causa do baixo teor nutritivo das folhas, da grande quantidade de fenóis e de pêlos foliares.

As informações disponíveis até o momento já são suficientes para sugerir experimentos que possam revelar o impacto dos herbívoros na estrutura de comunidade e na dinâmica de populações de plantas e para possibilitar estudos mais avançados sobre as interações entre as plantas e seus herbívoros no Cerrado.

Agradecimentos

Aos estudantes que participaram do Projeto "Herbívoros e herbivoria no Cerrado" coletando e criando lagartas. À FAPDF, à Finec, ao CNPq (Proc. 520351/97-5), à UnB e ao Pibic-CNPq-UnB que ao longo dos últimos 10 anos vem financiando este estudo por meio de auxílio-pesquisa e bolsas de estudo.

Referências Bibliográficas

- BAKER-MÉIO, B. **Impacto de insetos predadores de flores e frutos sobre a reprodução de *Ouratea hexasperma* (Ochnaceae)**. 2001. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2001.
- BARBOSA, P. Lepidopteran foraging on plants in Agroecosystems: constraints and consequences. In: STAMP, N. E.; CASEY, T. M. (Ed.). **Caterpillars: ecological and Evolutionary constraints on foraging**. New York: Chapman & Hall, 1993. p. 523-566.
- BROWN, K. S.; FREITAS, A. V. L. Juvenile stages of Ithomiinae: overview and systematics. **Tropical Lepidoptera**, Florida, v. 5, p. 9-20, 1994.
- BROWN, K. S.; FREITAS, A. V. L.; OTERO, L. D. Juvenile stages of *Cybdelis*, a key genus imiting the diverse branches of Eurytelinae (Lepidoptera: Nymphalidae). **Tropical Lepidoptera**, Florida, v. 8, p. 13-18, 1997.
- CAMARGO, A. J. A.; BECKER, V. O. Saturniidae (Lepidoptera) from the Brazilian cerrado: composition and biogeographic relationships. **Biotropica**, Washington, v. 31, p. 696-705, 1999.
- CLARK, W. E.; MARTINS, R. P. *Anthonomus biplagiatus* Redtenbacher (Coleoptera: Curculionidae) a Brazilian weevil associated with *Kielmeyera* (Guttiferae). **The Coleopterists Bulletin**, Chicago, v. 41, p. 157-164, 1987.
- COLEY, P. D. Herbivory and defensive characteristics of tree species in a lowland tropical forest. **Ecological Monographs**, Durham, v. 53, p. 209-233, 1983.
- CORNELL, H. V. Local and regional richness of cynipine gall wasps on California oaks. **Ecology**, Durham, p. 1247-1260, 1983.

DAMMAN, H. Patterns of interaction among herbivore species. In: STAMP, N. E.; CASEY, T. M. (Ed.). **Caterpillars: Ecological and Evolutionary constraints on foraging.**, New York: Chapman & Hall, 1993. p.132-169.

DEL CLARO, K. A importância do comportamento de formigas em interações: formigas e tripes em *Peixotoa tomentosa* (Malpighiaceae), no cerrado. **Revista de Entomologia**, São Paulo, v. 3, p. 10, 1998.

DEL CLARO, K.; MARULLO, R.; MOUND, L. A. A new Brazilian species of *Heterothrips* (Insecta: Thysanoptera) co-existing with ants in the flower of *Peixotoa tomentosa* (Malpighiaceae). **Journal of Natural History**, London, v. 31, p. 1307-1312, 1997.

DeVRIES, P. J. **The butterflies of Costa Rica and their natural history**: volume II: Riodinidae. Princeton: Princeton University Press, 1997.

DINIZ, I. R.; MORAIS, H. C. Lepidopteran caterpillar fauna on cerrado host plants. **Biodiversity and Conservation**, London, v. 6, p. 817-836, 1997.

DINIZ, I. R.; MORAIS, H. C. Local pattern of host plant utilization by lepidopteran larvae in the cerrado vegetation. **Entomotropica**, Venezuela, v. 17, p. 2, 2002.

DINIZ, I. R.; MORAIS, H. C.; CAMARGO, A. J. A. Host plants of lepidopteran caterpillars in the cerrado of the Distrito Federal, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 45, p. 107-122, 2001.

JANZEN, D. H. Ecological characterization of a Costa Rican dry forest caterpillar fauna. **Biotropica**, Washington, v. 20, p. 120-135, 1988.

JANZEN, D. H. Caterpillar seasonality in a Costa Rican dry forest. In: STAM, N. E.; CASEY, T. M. (Ed.). **Caterpillars: Ecological and Evolutionary Constraints on Foraging.** New York: Chapman & Hall, 1993. p. 448-477.

JORDÃO, F. S. **Variação temporal na abundância de besouros curculionídeos em cerrado e suas plantas hospedeiras**. 2001. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) - Universidade de Brasília, Brasília, 2001.

LETHILA, K.; STRAUSS. Effects of foliar herbivory on male and female reproductive traits of wild radish, *Raphanus raphanistrum*. **Ecology**, Washington, v. 80, p. 116-124, 1999.

MARQUIS, R. A Bite is a bite is a bite? Constraints on response to folivory in *Piper arieianum* (Piperaceae). **Ecology**, Washington, v. 73, p. 143-152, 1992.

MARQUIS, R. J.; DINIZ, I. R.; MORAIS, H. C. Patterns and correlates of interspecific variation in foliar insect herbivory and pathogen attack in Brazilian cerrado. **Journal of Tropical Ecology**, New York, v. 17, p. 127-148, 2001.

Cerrado: ecologia e caracterização

MORAIS, H. C.; DINIZ, I. R.; BAUMGARTEN, L. C. Padrões de produção de folhas e sua utilização por larvas de Lepidoptera em um cerrado de Brasília, DF. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 13, p. 351-356, 1995.

MORAIS, H. C.; DINIZ, I. R.; SILVA, D. M. S. Caterpillar seasonality in a central Brazilian cerrado. **Revista Biología Tropical**, San Jose, v. 47, p. 1025-1033, 1999.

OLIVEIRA, P. E. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed). **Cerrado: Ambiente e Flora**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998. p. 169-192.

PINHEIRO, C. E. G.; ORTIZ, J. V. C. Communities of fruit-feeding butterflies along a vegetation gradient in central Brazil. **Journal of Biogeography**, Oxford, v. 19, p. 505-511, 1992.

PINHEIRO, F.; DINIZ, I. R.; COELHO, D.; BANDEIRA, M. P. S. Seasonal pattern of insect abundance in the Brazilian cerrado. **Austral Ecology**, Carlton South, v. 27, p. 132-136, 2002.

PRICE, P. W.; DINIZ, I. R.; MORAIS, H. C.; MARQUES, E. S. A. The abundance of insect herbivore species in the tropics: high local richness of rare species. **Biotropica**, Washington, v. 27, p. 468-478, 1995.

Potencial econômico da biodiversidade do Cerrado: estádio atual e possibilidades de manejo sustentável dos recursos da flora

Jeanine Maria Felfili

José Felipe Ribeiro

Henrique Cruvinel Borges Filho

Ailton Teixeira do Vale

A riqueza do Cerrado: diversidade e utilidade

O Cerrado brasileiro está entre os biomas de maior diversidade florística do planeta com 6429 espécies de plantas vasculares registradas até o momento (Mendonça et al., 1998). O bioma está listado como um dos 25 hotspots mundiais para conservação da biodiversidade (Mittermeier et al., 1999), sendo um dos mais ricos e também um dos mais ameaçados.

No bioma Cerrado, com mais de 2.000.000 km², ocorrem diferentes formações vegetais, florestais, savânicas lenhosas e campestres, com várias fisionomias denominadas localmente de Cerrado, Cerradão, Mata de Galeria, Campo, Vereda, entre outras. Essa diversidade manifesta-se também na grande quantidade de espécies potencialmente econômicas que inclui as alimentícias, medicinais, ornamentais, forrageiras, apícolas, produtoras de madeira, cortiça, fibras, óleo, tanino, material para artesanato e outros bens (Tabela 1), evidenciando sua importância no desenvolvimento regional (Pereira, 1992; IBGE, 1997, 1999; Almeida et al., 1998). A disponibilidade desses recursos representa fonte de renda alternativa para

comunidades tradicionais, comerciantes, processadores e empresários. Entretanto, parte desses recursos vai para o mercado sem um mínimo de esforço de produção racional e sem a conservação de seus genes, por meio de plantios ou coleções de germoplasma (Clay & Sampaio, 2000).

Um exemplo de espécies de múltiplo uso, que já está sendo valorizada comercialmente, é o Baru ou Combaru (*Dipteryx alata*, Leguminosae - Caesalpinoideae). Esta ocorre preferencialmente em áreas de transição entre Cerrado e matas estacionais em solos férteis. A polpa de seu fruto é muito nutritiva e apreciada pelo gado de modo que, em algumas regiões, em especial, de Mato Grosso, as árvores são deixadas no pasto, pois seus frutos constituem rica fonte de alimento no período seco. Sua frutificação é abundante de modo que poucas árvores já suprem uma comunidade. Conforme Ribeiro (2000) algumas árvores chegam a produzir 2000 frutos. Em Goiás, sobretudo, na região de Pirenópolis e Alto Paraíso, suas castanhas vêm sendo torradas e usadas na alimentação e vendidas como aperitivo para turistas.

Folhas de palmeiras do Cerrado sentido amplo (Ribeiro & Walter, 1998) e das Matas de Galeria, Ciliar e Vereda como buriti, piaçava e palmitos como o da gueroba têm sido usados tradicionalmente, assim como comercializados no artesanato de comunidades do Brasil Central. Algumas palmeiras, como o babaçu, produzem óleos utilizados na indústria de cosméticos, inclusive, por empresas internacionais como a Body Shop, na Inglaterra, no sistema de *fair trade* (negócio justo). Nesse caso, a empresa somente adquire um produto extrativo se a remuneração retorna de maneira justa às comunidades extrativistas e, mais recentemente, se a extração estiver permitindo a renovação do recurso natural.

Tabela 1. Algumas plantas úteis de Cerrado, espécies, famílias e nomes comuns.

Grupos de utilidade	Espécie	Família	Nome comum
Plantas alimentícias	<i>Acrocomia aculeata</i>	Arecaceae	Macacúba
	<i>Anacardium humile</i>	Anacardiaceae	Cajuzinho
	<i>Ananas ananassoides</i>	Bromeliaceae	Ananás-do-cerrado
	<i>Annona crassiflora</i>	Annonaceae	Araticum
	<i>Attalea speciosa</i>	Arecaceae	Babaçu
	<i>Campomanesia pubescens</i>	Myrtaceae	Gabiroba
	<i>Caryocar brasiliense</i>	Caryocaraceae	Pequi
	<i>Dipteryx alata</i>	Fabaceae	Baru
	<i>Eugenia dysenterica</i>	Myrtaceae	Cagaita
	<i>Hancornia speciosa</i>	Apocynaceae	Mangaba
	<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	Fabaceae	Jatobá
	<i>Inga alba</i>	Fabaceae	Ingá
	<i>Mauritia flexuosa</i>	Arecaceae	Buriti
	<i>Peritassa campestris</i>	Hippocrateaceae	Saputá
	<i>Pouteria ramiflora</i>	Sapotaceae	Curriola
	<i>Psidium firmum</i>	Myrtaceae	Araçá
	<i>Salacia crassifolia</i>	Hippocrateaceae	Bacupari
	<i>Syagrus flexuosa</i>	Arecaceae	Coco-babão
Plantas condimentares (a) aromatizantes (b) e corantes (c)	<i>Amburana cearensis</i> (b)	Fabaceae	Amburana
	<i>Lychnophora ericoidea</i> (b)	Asteraceae	Arnica
	<i>Vanilla spp.</i> (b)	Orchidaceae	Baunilha
	<i>Xylopia aromatica</i> (a)	Annonaceae	Pimenta-de-macaco

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Grupos de utilidade	Espécie	Família	Nome comum
Plantas têxteis	<i>Attalea</i> spp. (folhas)	Arecaceae	Paineira
	<i>Chorisia</i> sp. (paina)	Bombacaceae	Paineira-do-Cerrado
	<i>Eriotheca pubescens</i> (paina)	Bombacaceae	Mamoninha
	<i>Guazuma ulmifolia</i> (entreCasca)	Sterculiaceae	Açaita-cavalo
	<i>Luehea grandiflora</i> (entreCasca)	Tiliaceae	Buriti
	<i>Mauritia</i> spp (folhas)	Arecaceae	Imbiruçu
	<i>Pseudobombax longiflorum</i> (embira)	Bombacaceae	Pindaíba
	<i>Xylopia</i> spp. (entreCasca)	Annonaceae	
Plantas corticeiras	<i>Aegiphila lhotskiana</i>	Verbenaceae	Tamanqueiro-do-cerrado
	<i>Agonandra brasiliensis</i>	Ophiaceae	Pau-marfim
	<i>Enterolobium gummiferum</i>	Fabaceae	Vinhático
	<i>Fagara cinerea</i>	Rutaceae	Mama-de-porca
	<i>Kielmeyera coriacea</i>	Guttiferae	Pau-santo
	<i>Strychnos pseudoquina</i>	Loganiaceae	Quina-do-cerrado
	<i>Symplocos crenata</i>	Symplocaceae	Sete-sangrias
Plantas taniferas	<i>Anadenanthera peregrina</i> (casca)	Fabaceae	Angico
	<i>Sclerolobium paniculatum</i> (casca)	Fabaceae	Carvoeiro
	<i>Stryphnodendron adstringens</i> (casca)	Fabaceae	Barbatimão
Continua...			

Tabela 1. Continuação.

Grupos de utilidade	Espécie	Família	Nome comum			
Plantas com exsudatos no tronco	<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (goma)	Fabaceae	Angico			
	<i>Astronium undeuva</i> (goma)	Anacardiaceae	Aroeira			
	<i>Copaifera langsdorffii</i> (balsamo)	Fabaceae	Copaíba			
	<i>Hancornia speciosa</i> (látex)	Apocynaceae	Mangaba			
	<i>Himatanthus obovatus</i> (látex)	Apocynaceae	Pau-de-leite			
	<i>Hymenaea stigonocarpa</i> (resina)	Fabaceae	Jatobá			
	<i>Myroxylon balsamum</i> (balsamo)	Fabaceae	Bálsmo			
	<i>Protium brasiliense</i> (resina)	Burseraceae	Breu			
	<i>Sapium obovatum</i> (látex)	Euphorbiaceae	Leiteiro			
	<i>Syrrax ferrugineus</i> (resina)	Styracaceae	Larajinha-do-cerrado			
	<i>Vochysia spp.</i> (goma)	Vochysiaceae	Gomeira			
	Arecaceae Arecaceae Caryocaraceae					
Plantas produtoras de óleo e gorduras	<i>Acrocomia aculeata</i>	Babaçu				
	<i>Attalea exigua</i>	Indaiá-do-cerrado				
	<i>Caryocar brasiliense</i>	Pequi				
	Bignoniaceae Fabaceae Moraceae					
	Rubiaceae Fabaceae Convolvulaceae					
	Asteraceae Fabaceae Bignoniaceae					
	Asterales Fabaceae Bignoniaceae					
	Verbenaceae					
	Asteraceae					
	Asteraceae					
Plantas medicinais						
Continua...						

Tabela 1. Continuação.

Grupos de utilidade	Espécie	Família	Nome comum
Plantas ornamentais	<i>Cariniana estrellensis</i>	Lecythidaceae	Jequitibá
	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Fabaceae	Orelha-de-negro
	<i>Syagrus oleracea</i>	Arecaceae	Gueroba
	<i>Tabebuia</i> spp.	Bignoniaceae	Ipês
Plantas empregadas no artesanato	<i>Vellozia flavicans</i>	Velloziaceae	Canela-de-ema
	<i>Aspidosperma macrocarpon</i>	Apocynaceae	Guatambu
	<i>Loudetiaopsis chrysothrix</i>	Poaceae	Brinco-de-princesa
	<i>Magonia pubescens</i>	Sapindaceae	Tingui
	<i>Paepalanthus speciosus</i>	Eriocaulaceae	Palipalã

Com a valorização da fitoterapia tradicional, as ervas medicinais vêm ganhando espaço nas farmácias do mundo. Algumas dessas empresas dedicam-se exclusivamente à fitoterapia, nas quais várias espécies de Cerrado e de matas do Brasil Central já são nelas comercializadas.

Recursos naturais sobre pressão

Assim como a pressão agrícola e urbana, o extrativismo também pode provocar a escassez de recursos naturais no bioma Cerrado. Esse bioma tem sido considerado pelos planejadores, financiadores e agricultores apenas como substrato a ser ocupado para expansão da agropecuária e urbanização (Felfili et al., 1994). Essa expansão à taxa de 3% ao ano, em termos de superfície, já determinou a conversão de 40% da vegetação original de Cerrado (Brasil, 1998), o que implica perda de muitas espécies endêmicas e valiosas ainda não devidamente investigadas. Essa perda é irreversível uma vez que uma espécie extinta poderia fornecer matéria-prima de grande valor econômico para o futuro ou ter papel-chave na manutenção do equilíbrio do ecossistema (Felfili et al., 1994). No Distrito Federal, essa situação é ainda mais grave do que o quadro regional com perda de 60% de sua vegetação original, estimando-se uma extinção de 20% das espécies de plantas vasculares que existiam nessa região (Unesco, 2000).

A atividade extrativista exercida pela população local e por indústrias farmacêuticas tem contribuído para o declínio da vegetação natural do bioma Cerrado. Esse declínio tem sido observado, mesmo em unidades de

conservação. Se por um lado essa atividade gera renda adicional à população, por outro lado é uma forma de pressão direcionada para indivíduos de determinadas espécies.

Segundo Homma (1993), o extrativismo pode ser visto como um ciclo econômico de três fases distintas (Fig. 1). Na primeira, a extração aumenta quando associada ao crescimento da demanda. Na segunda, a capacidade de aumentar a oferta chega ao limite em face dos estoques disponíveis e do elevado custo da extração (com aumento da área de coleta). Na terceira, a extração começa a declinar, em função da entrada no mercado do produto domesticado, desde que a tecnologia de domesticação tenha sido iniciada e seja economicamente viável. Nesse contexto, a limitação para o uso econômico de espécies do Cerrado está na falta de estudo sobre a sua domesticação.

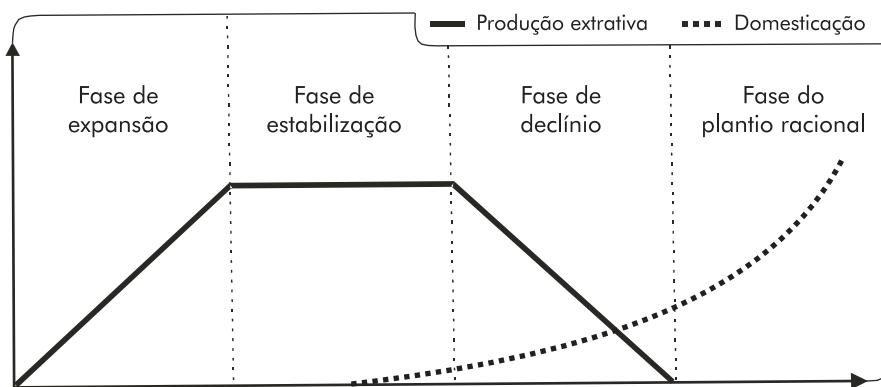


Fig. 1. Ciclo do extrativismo vegetal.

Fonte: Homma (1993).

Barros (1997) salienta que, em geral, o uso e o conhecimento das espécies do Cerrado estão nas mãos de leigos (mateiros e raizeiros). O uso dessas plantas está relacionado aos costumes locais, quer sejam na extração das estruturas vegetativas e reprodutivas como raízes, folhas, bulbos e cascas ou mesmo da planta inteira, praticamente de maneira predatória. Constatações nesse sentido foram feitas por Borges Filho & Felfili (2003), quando estudaram o extrativismo da casca de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*), espécie medicinal e produtora de tanino em unidades de conservação. Os autores verificaram que dois, em cada cinco indivíduos encontrados, apresentam sinais de extração desordenada independente do porte da planta. Além disso, sinais de anelamento foram evidentes. Essa retirada total da casca ao redor do tronco vai determinar a morte do indivíduo, refletindo a forma irracional que essa atividade vem sendo conduzida sem nenhuma técnica silvicultural, causando o declínio das populações dessa espécie. Outra atividade que tem levado ao declínio é a substituição dos produtos extractivos pelos sintéticos. Atualmente, a borracha sintética, por exemplo, representa 75% do consumo mundial. Ao longo do tempo, esses fatores induzem o declínio do extrativismo.

Em geral, a seqüência inclui a descoberta do recurso natural, o extrativismo, a domesticação e a criação de substitutos sintéticos. Em muitos casos, os recursos naturais descobertos são diretamente sintetizados sem passar pelo extrativismo e pela domesticação. Os produtos químicos sintéticos são também criados porque a atividade extractivista não atende mais à demanda de mercado em

função do aniquilamento dos recursos naturais. O extrativismo tem sido viável, apenas, se não há alternativa econômica dos plantios domesticados ou substitutos sintéticos (Homma, 1993). Atualmente, devido aos efeitos colaterais atribuídos às substâncias sintetizadas, os produtos naturais estão voltando a ter demanda. O mercado de corantes, por exemplo, é dominado pelos sintéticos, com um recente renascimento do interesse pelos corantes naturais. Esse fato é mais evidente na indústria alimentícia na qual se verificam, com freqüência, efeitos negativos de substâncias sintetizadas artificialmente. Outro exemplo está na medicina; pílulas, infusões e partes de plantas estão sendo padronizadas, certificadas e comercializadas nas farmácias com procura crescente.

Clay & Sampaio (2000) observaram que a floresta pode gerar, com eficiência, maior lucro e mais empregos do que áreas desmatadas para pastagem e agricultura convencional de alta tecnologia. Entretanto, Homma (1993) contrapõe-se, argumentando que o desmatamento ocorre porque as atividades extrativas não produzem renda satisfatória para o produtor. Quando os preços relativos aos produtos agrícolas superam os dos extrativistas, é inevitável o desmatamento para o plantio de roças e o abandono do extrativismo. Para evitar esse processo faz-se necessária uma política de investimento intensivo no setor extrativo, estabelecendo 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, reforçando o argumento em favor do extrativismo e da domesticação das espécies (Clay & Sampaio, 2000).

O estabelecimento de políticas públicas é determinante para o sucesso das atividades com recursos naturais. O modelo econômico para o meio rural brasileiro tem sido tipicamente agropecuário, com as atividades de exploração florestal centradas na exploração madeireira que acompanha a fronteira agrícola e com o extrativismo de produtos não florestais exercendo papel secundário e intermitente.

Tanto a exploração madeireira quanto o extrativismo não têm tido peso suficiente no modelo econômico para assegurar a manutenção econômica da terra onde os recursos vegetais crescem. No processo de desmatamento para a abertura de fronteiras agrícolas, as madeireiras expandem-se e uma vez estabelecido o sistema agropecuário, exauridas as áreas agricultáveis, estas migram para novos pólos de desmatamento. Os planos de manejo florestal, apesar de alguns serem tecnicamente viáveis, não têm tido sucesso nesse contexto. O lucro advindo da exploração de madeiras em fronteiras agrícolas onde apenas taxas de reposição devem ser pagas aos órgãos governamentais, é muito maior do que aquele que poderia resultar de povoamentos manejados. Nesse caso, para voltar a ser produtiva, porções da floresta devem aguardar décadas enquanto a floresta se regenera. Assim sendo, a imobilização da terra requer recursos para a manutenção e proteção da floresta, portanto, é necessário capital para o pagamento de trabalhadores, impostos e maquinários tornando muito mais onerosa as atividades florestais de longo prazo quando comparadas com culturas agrícolas de curta rotação, desmotivando o empresariado.

Outros fatores que desmotivam o empresariado são a instabilidade econômica e política, elevadas taxas de juros e curtos prazos de financiamento bancário que dificultam e chegam até mesmo a inviabilizar o custeio das atividades de manejo florestal. O longo prazo de retorno não atrai capitais privados e, portanto, o manejo florestal sustentável tem permanecido como uma meta por séculos, não só no Brasil como no Mundo Tropical. Dawkins & Phillip (1998) mostram que as tentativas de manejo florestal sustentável têm falhado nos trópicos africanos e asiáticos por razões correlatas àquelas mencionadas para o Brasil, relativas ao modelo econômico, assim como, por pressões sociais. Em alguns países, o sistema de florestas nacionais arrendadas para exploração madeireira funcionou conforme planejado nas atividades de colheita florestal e nas etapas iniciais de regeneração das florestas. Porém, no decorrer de rotações de 40 anos ou mais longas, pressões imobiliárias, por exemplo, levaram os governantes da época a mudar a destinação das florestas e convertê-las em unidades residenciais. Exemplo recente ocorreu no Distrito Federal, com as terras florestadas pela Proflora, estatal extinta, financiada por incentivos fiscais. A maioria dessas áreas plantadas com pinheiros, eucaliptos e fruteiras, particularmente mangueiras, está sendo convertida em espaços habitacionais por força das invasões. Mesmo que parte da área tenha sido destinado, por decreto, como Floresta Nacional, no âmbito federal, as pressões imobiliárias continuam.

No bioma Cerrado, as florestas secas pré-amazônicas, especialmente, as semidecíduas no Mato Grosso e as florestas decíduas de afloramento calcáreo que ocorrem em

manchas em Goiás (Scariot & Sevilha, 2000) e outras localidades apresentam rica fonte de madeiras nobres como a aroeira (*Myracruduon urundeava*), os ipês (*Tabebuia impetiginosa*, *T. serratifolia*), o cedro (*Cedrela fissilis*), a cerejeira (*Torresia cearensis*) e muitas outras. Porém, em termos de políticas públicas, essas áreas não são tratadas como florestais por não integrarem a Amazônia Legal. Desta maneira, os procedimentos para planos de manejo e de exploração não são requeridos com a mesma ênfase dada àquela região. Assim, a exploração de madeiras nobres no bioma Cerrado é tratada como desmatamento para plantios agrícolas.

Outra fonte de pressão para as florestas de afloramento calcáreo é a indústria de cimento que utiliza encostas inteiras e as florestas, assim como os solos são completamente removidos. Essas florestas apresentam grande potencial para manejo sustentável, bem como espécies valiosas para domesticação. Essas espécies germinam facilmente e desenvolvem-se bem em viveiro. A aroeira, por exemplo, reproduz-se e se estabelece em abundância, apresentando grande potencial para manejo sustentável de regeneração natural.

Em âmbito regional, o extrativismo de casca, fruto, resinas, fibras e outros de várias espécies persiste enquanto existir terra com cobertura nativa para manter populações dessas espécies-alvo. A expectativa quanto à sustentabilidade chega a ser tão baixa, que coletores de frutos de fava d'anta ou faveira (*Dimorphandra mollis* e outras espécies do gênero) derrubam as árvores para reduzir e agilizar o trabalho de coletar os frutos, apesar de apenas receberem

pagamento de agentes de grandes indústrias farmacêuticas por quantidade de frutos coletados. Como a coleta é efetuada em propriedades particulares, pouco fiscalizadas e que, provavelmente, serão convertidas em cultivos ou pastagens em curto prazo, essas pessoas sentem-se à vontade para derrubar as árvores.

No bioma Cerrado, muitas plantas medicinais e alimentícias são usadas e comercializadas, gerando alimentos alternativos e renda adicional para as comunidades, principalmente, em caráter estacional. Arnica, casca de barbatimão, velame, frutos de sucupira, mangaba, pequi, sempre-vivas, folhas e palmitos de palmeiras estão entre as principais plantas coletadas. Porém, o uso mais comum de espécies do Cerrado, tem sido para lenha e carvão, como subproduto da limpeza do terreno para agricultura e pecuária.

Outro fator desmotivante é o caráter estacional intermitente e pouco seguro da atividade extrativista que leva também ao comportamento predatório. As indústrias, os comerciantes cujas atividades são baseadas no extrativismo não precisam comprovar a sustentabilidade da fonte do produto extrativo. Desta maneira, eles não são cobrados pelo governo e pela sociedade, ficando os extratores itinerantes e os eventuais fiscais com o ônus do problema. Seria muito mais racional cobrar da empresa que fabrica e comercializa o produto, a comprovação da origem do produto, do que colocar fiscais em campo para monitorar a comunidade extrativista. A indústria farmacêutica Merck, em São Luís-MA, extrai um flavonóide da fava d'anta, usado no tratamento de varizes e outros

problemas vasculares e extraí também, pilocarpina do jaborandi (*Philocarpus* sp.) (Pinheiro, 2002). Ambas as espécies estão bastante exauridas nas cercanias da indústria, ampliando a área de coleta da fava d'anta para Goiás. Mesmo com algumas medidas tomadas pela Merk para atenuar a pressão sobre o jaborandi, como o plantio de mudas e a coleta e aquisição de folhas apenas na estação seca, não são eficazes. Ainda assim, a espécie está na lista oficial de espécies ameaçadas de extinção do Ibama. A dimensão da atividade extrativista dessa espécie nesse local, envolve mais de 25 mil pessoas (Pinheiro, 2002).

Nas Matas de Galeria do Brasil Central, que como parte das Áreas de Proteção Ambiental (APP) apresentam, no mínimo, 30 m em cada margem dos córregos protegidos pelo Código Florestal, observa-se um desrespeito generalizado dessa legislação tanto pelo poder público quanto pelos proprietários privados, sejam áreas rurais ou urbanas. Desmatadas total ou parcialmente, essas áreas recebem enxurradas de águas pluviais, sem medidas mitigadoras, sofrem os efeitos das queimadas que vêm das áreas circunvizinhas, são pisoteadas pelo gado que penetra na zona de proteção integral que, em geral, não é isolada por cercas. Capins, especialmente, os exóticos como *Brachiaria*, invadem as matas pelas trilhas criadas pelo gado e por pessoas, assim como se estabelecem nas clareiras e abafam as mudas de árvores e arbustos, degradando as matas. Em decorrência das ações predatórias, uma rica fonte de produtos medicinais, como o óleo de copaíba, a resina aromática do amescla ou almiscar, a seiva de jatobá, perde sua sustentabilidade. O

extrativismo de espécies como a copaíba (*Copaifera langsdorffii*), jatobá (*Hymenaea spp.*) e amescla (*Protium spp.*) é conduzido de forma predatória, pois são feitas incisões na planta para obter o óleo ou a resina sem nenhum cuidado. Muitas vezes, o coletor é itinerante e usa essa trilha apenas uma vez. Mas nessa ocasião, deixa grande orifício no caule que vaza óleo ou resina por muito tempo, podendo exaurir a planta ou mesmo facilitar a ocorrência de patógenos.

O Cerrado como fonte de energia

A energia proveniente da biomassa destaca-se dentre as diversas fontes, como a mais versátil devido às tecnologias bem desenvolvidas e à grande disponibilidade de matéria-prima (Grassi, 1988). A biomassa contribuiu com 19,39% do total de produtos energéticos primários consumidos no Brasil em 1999. A madeira, como lenha e carvão, representou 9,12% desse valor, totalizando $6,9 \times 10^7$ toneladas de madeira carbonizada (Brasil, 2000). A vegetação nativa contribuiu com o total de 70 milhões de toneladas das quais cerca de 21 milhões foram usadas em 2.615.193 habitações servindo cerca de 10 milhões consumidores, principalmente, no meio rural. Até recentemente, áreas extensas de Cerrado eram desmatadas para suprir a demanda de carvão gerada pelas metalúrgicas do Sudeste. Em seguida, essas áreas foram usadas para agricultura e pecuária. Porém, com a importação de carvão mineral do Leste Europeu, o carvão de madeira vem sendo mais usado para propósitos domésticos, indústrias de cerâmica e outras.

A extração de árvores com elevado poder energético e grande biomassa agregaria maior valor por unidade de área de terreno com cobertura de Cerrado. O poder calorífico é a quantidade de calor liberada pela combustão de uma unidade de massa de um corpo. Quando a combustão acontece a um volume constante, e a água é produzida durante o processo de condensação, este é chamado poder calorífico superior (PCS) (Doat, 1977) e varia de 3500 a 5000 a 0% de umidade (Brito, 1986). O reflorestamento de áreas degradadas assim como o manejo da vegetação ou enriquecimento das áreas naturais com espécies de interesse, favorecendo espécies energéticas (aqueles cuja madeira apresenta alto poder calorífico) e produtoras de biomassa elevada poderia suprir a demanda de carvão, evitando assim novos desmatamentos nos fragmentos remanescentes de Cerrado.

Analisando-se resultados da cubagem e da análise de poder calorífico de todos os indivíduos lenhosos a partir de 5 cm de diâmetro na base do tronco, encontrados em 63,54 ha de Cerrado *stricto sensu* na Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília ($15^{\circ} 56'14''$ S e $47^{\circ} 46'08''$ W) no Distrito Federal, observa-se que as espécies encontradas apresentaram elevado poder calorífico (Anexo 1). Os valores totais de biomassa energética foram obtidos do tronco e dos galhos iguais ou mais largos do que 3 cm, ou seja, que pudessem ser usados para lenha.

A biomassa total seca encontrada foi de 12,38 t/ha. A média por espécie foi de 263,7 kg por ha com 10 espécies produzindo acima da média. A maior produção, por espécie, foi de 2886,11 kg/ha⁻¹ para *Sclerolobium paniculatum* (Carvoeiro) (Anexo 1).

O PCS foi elevado para todas as espécies analisadas, Anexo 1, variando de 4516,40 a 4989,60 kcal/kg, valores próximos ao limite superior de 5000 (Brito, 1986). Portanto, essas espécies apresentam bom potencial para produção de lenha e carvão. Outro fator a ser considerado para a produção de energia é a produção de biomassa pelas espécies. Em diferentes locais, as espécies podem atingir diferentes dimensões e densidades uma vez que no Cerrado stricto sensu observa-se distribuição em mosaicos, com diferentes espécies sobressaindo em densidade e porte em diferentes locais (Felfili & Silva Júnior, 1988; Felfili & Silva Júnior, 1993; Nascimento & Saddi, 1988; Ratter & Dargie, 1992). Portanto, com base em uma avaliação do porte e da densidade das espécies, é possível selecionar as melhores áreas produtoras de biomassa e também priorizar aquelas de maior poder calorífico.

Este estudo mostrou ainda que 21 das 47 espécies apresentaram poder calorífico superior acima da média e podem ser consideradas como prioritárias para uso, plantio e manejo energético no Cerrado. Destaca-se, para esse fim, as 18 espécies listadas a seguir e que ocorrem com ampla distribuição no Brasil Central (Ratter et al., 1996): *Acosmium dasycarpum*, *Aspidosperma macrocarpon*, *Aspidosperma tomentosum*, *Byrsonima coccolobaefolia*, *Byrsonima crassa*, *Byrsonima verbascifolia*, *Caryocar brasiliense*, *Connarus suberosus*, *Dalbergia miscolobium*, *Dimorphandra mollis*, *Erythroxylum tortuosum*, *Hymenaea stigonocarpa*, *Lafoensis pacari*, *Ouratea hexasperma*, *Pouteria ramiflora*, *Pterodon pubescens*, *Sclerolobium paniculatum*, *Stryphnodendron adstringens*. Dessas, algumas como *Caryocar brasiliense*, *Dimorphandra mollis* e *Pterodon pubescens* têm reconhecido

uso medicinal ou alimentício, fator que deve ser considerado para priorizar as ações de manejo, assim como questões legais. No Distrito Federal, por exemplo, algumas dessas espécies são tombadas e seu corte depende de autorização oficial. Esses resultados mostram ainda que mesmo as espécies que apresentam poder calorífico abaixo da média ainda possuem elevado poder de combustão, sempre comparando o limite superior de 5000 (Brito, 1986). Portanto, todas as espécies estudadas podem contribuir, em maior ou menor grau para a geração de energia a partir da biomassa vegetal do Cerrado. Esse fator é positivo, especialmente, considerando que espécies abundantes em um local de Cerrado são raras em outras e vice-versa (Felfili & Silva Júnior, 1993; Nunes, 2002), incrementando as possibilidades de utilização da vegetação nativa regional.

Se por um lado o crescimento da parte aérea pode ser lento (Arce et al., 2000; Moreira & Klink, 2000) o sistema radicular profundo das plantas de Cerrado pode ser 20 vezes mais longo do que a parte aérea (Paulilo & Felippe, 1998). Dessa maneira, torna desejável seu plantio em áreas degradadas, pois podem melhorar as condições edáficas, conter erosões e absorver carbono por longo tempo até a planta atingir maturidade. O manejo com cortes periódicos da parte aérea e a condução da rebrotação de raiz pode ainda ser também prática eficiente no balanço de carbono uma vez que as plantas de Cerrado acumulam muito mais biomassa nas porções subterrâneas. Além disso, essas espécies podem acrescentar renda adicional ao proprietário rural caso ele adote essa prática na reserva legal e áreas degradadas em estádio de regeneração. A proteção quanto ao fogo é essencial para estimular o crescimento da vegetação lenhosa (Felfili et al., 2000).

Comercialização das plantas nativas de Cerrado

As plantas nativas comercializadas têm mercados locais ou regionais consolidados que podem ser ampliados nacional e internacionalmente. Segundo dados do IBGE (1999), seis principais espécies do Cerrado são comercializadas (Tabela 2): *Attalea* spp. (piaçava), *Caryocar brasiliense* (pequi), *Copaifera langsdorffii* (copaíba), *Mauritia flexuosa* (buriti), *Anadenanthera macrocarpa* (angico) e *Stryphnodendron adstringens* (barbatimão). Foram comercializadas, dessas espécies, cerca de 372 mil toneladas no período 1994 a 1997. Esse comércio gerou pouco mais de 284 milhões de reais nesse período, destacando-se a piaçava como responsável por 98% desse montante. Certamente, essa contribuição à economia nacional é muito maior, pois analisando os dados coletados no âmbito do projeto Conservação e Manejo da Biodiversidade do Bioma Cerrado (www.cpac.embrapa.br), constata-se que várias outras espécies estão sendo comercializadas, em escala regional e local, mas infelizmente não estão computadas nas estatísticas oficiais.

Analizando a evolução da produção listada pelo IBGE (Tabela 2) em relação ao ciclo econômico do extrativismo vegetal proposto por Homma, 1993 (Fig. 1), observa-se que a produção nacional no período de 1994 a 1997 de copaíba, pequi e piaçava apresentou-se em fase de expansão; a produção de buriti encontrava-se estabilizada, enquanto a produção de angico e de barbatimão começava a dar sinais de declínio.

Tabela 2. Produção nacional e valor de produção das principais espécies nativas do bioma Cerrado 1994-1997.

Espécies do Cerrado comercializadas	Produção										Total
	1994		1995		1996		1997		Valor 1000 R\$	Quantidade (t)	
	Quantidade (t)	Valor R\$	Quantidade (t)	Valor 1000 R\$							
Angico (casca)	651	65	577	83	466	85	438	74	2.132	307	
Barbatimão (casca)	14	7	12	3	12	4	11	5	49	19	
Buriti (fibra)	383	68	387	68	399	71	396	69	1.565	276	
Copaitiba (óleo)	65	62	72	114	279	534	313	659	729	1.369	
Pequi (amêndoas)	2.412	798	2.454	695	2.992	1.475	4.040	1.325	11.898	4.293	
Piaçava (fibra)	81.348	54.166	84.990	62.053	93.965	78.970	95.380	83.151	355.683	278.340	
Total	84.873	55.166	88.492	63.016	98.113	81.139	100.578	85.283	372.056	284.604	

Fonte: IBGE 1997, 1999).

Mais de 50 espécies nativas do bioma Cerrado produzem frutos com grande aceitação pela população local, como o pequi, o baru, a cagaita, o jatobá, a mangaba, o buriti e o murici entre outras. Infelizmente, os produtos dessas espécies são obtidos quase que exclusivamente por meio do extrativismo e do comércio *in natura* (Almeida et al., 1998; Ribeiro et al., 2000a; b).

Espécies com potencial econômico presentes na fisionomia Cerrado sentido restrito são amplamente distribuídas no bioma (Ratter et al. 2003), com destaque para a sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides*), a faveira (*Dimorphandra mollis*) o pacari (*Lafoensia pacari*), o pequi (*Caryocar brasiliense*), a mama-cadela (*Brosimum gaudichaudii*), a pimenta-de-macaco (*Xylopia aromática*), o gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium*), a mangaba (*Hancornia speciosa*) e o murici (*Byrsonima verbascifolia*). Essa informação oferece subsídios para o uso da paisagem como “Cerrado em pé”. Como essas espécies já crescem juntas nessa paisagem e apresentam densidade e produção suficientes para justificar um ganho econômico para o pequeno agricultor, o que falta é avaliar essa produção localmente e agregar-lhe valor. Informações sobre fruteiras e outras espécies de potencial econômico estão sendo ampliadas pelos estudos do grupo de pesquisa do projeto **Conservação e Manejo da Biodiversidade do Bioma Cerrado - CMBBC**, cooperação técnica entre a Embrapa Cerrados, Universidade de Brasília (Departamentos de Botânica e de Engenharia Florestal), Ibama, Royal Botanic Garden de Edinburgh e DFID (www.cpac.embrapa.br).

Seria muito importante que o tema agricultura ecológica pudesse ser ampliado e desenvolvido nos cursos de ecologia, engenharia florestal e de agronomia nas universidades brasileiras. Esse tema poderia contribuir para o entendimento das leis que regem o comportamento em um plantio agroflorestal são basicamente as mesmas da ecologia, mas adicionadas àquelas do mercado financeiro. Sendo assim, essas leis deveriam ser compatibilizadas e associadas com as “leis sociais” para que pudéssemos estabelecer o tripé do desenvolvimento sustentável, ou seja, os aspectos ambiental, financeiro e social.

Outra opção importante para a biodiversidade do bioma Cerrado é o artesanato, especialmente, as chamadas flores secas ou sempre-vivas e, ainda, os pequenos objetos de madeira, ambos apresentam grande potencial ainda pouco explorado. Em localidades do norte de Minas Gerais e na Chapada dos Veadeiros, em especial, as sempre-vivas são colhidas, processadas e comercializadas in natura ou em arranjos. Pequenos objetos de madeira, especialmente, adornos esculpidos em pedaços de troncos, galhos e raízes secos, encontrados na natureza, têm sido fabricados e comercializados em Alto Paraíso, em pequena escala, muitas vezes em arranjos com sempre-vivas. Jogos, pequenos móveis e adornos são fabricados com composição natural de cores e texturas de diferentes madeiras, inspirados no trabalho realizado pelo ateliê do arquiteto Maurício Azeredo em Pirenópolis. Móveis rústicos com o uso de madeiras antigas, restos de serraria troncos abandonados respeitando a forma da madeira e do corte alcançaram destaque com o artesão “Balança” em Alto Paraíso e estão ganhando espaço em Goiás e Distrito

Federal. O artesanato com palha, extraída da folha de buriti, é tradicional nos sertões da Bahia e de Goiás, em especial, para a confecção de esteiras para cobertura de tetos e até para mobiliário. Em Mato Grosso, utilidades domésticas, móveis e adornos em madeiras de rara beleza também se destacam. No entanto, verifica-se que esses produtos se destacam devido aos esforços isolados de alguns artesões talentosos. Assim sendo, essas atividades não são permanentes em virtude, principalmente, da ausência de programa de treinamento que possa habilitar outros artesões e garantir a produção em maior escala assim como a falta de vinculação da produção com *marketing*.

Outro mercado promissor é o comércio de plantas medicinais nativas. De acordo com relatório preliminar, elaborado pelo Ibama, no período de 1994 a 1997, foram exportadas quase 4,5 mil toneladas de plantas medicinais para Alemanha, Austrália, Estados Unidos, Japão, Coréia entre outros, rendendo ao País cerca de 22,5 milhões de dólares naquele mesmo período (Tabela 3). A maior provedora de plantas medicinais é a Floresta Amazônica seguida da Mata Atlântica e do Cerrado. A Tabela 4 apresenta a lista das empresas exportadoras de plantas medicinais e sua receita anual.

O pior disso é que o produto bruto, colocado no mercado externo, muitas vezes, retorna ao Brasil em forma de medicamentos (Gomes, 1998), ou seja, a agregação de valor aqui no País é fundamental.

A fitoterapia, onde a planta ou parte dela é utilizada de modo que seus constituintes e princípios ativos ajam conjuntamente ao invés de um único princípio ativo isolado,

vem crescendo nos diversos países do mundo a uma taxa de 10% a 15% ao ano (Laird, 1999). Por sua vez, apenas entre 5% e 15% das plantas superiores já foram investigadas com vistas a descobertas de compostos bioativos.

Tabela 3. Principais países importadores de plantas medicinais do Brasil.

Países	1994		1995		1996		1997	
	(t)	US\$1000 FOB						
Alemanha	169	714	206	738	132	402	708	2539
Austrália	5	70	3	65	3	34	3	36
Coréia	34	134	4	25				
Espanha	18	139	2	46	7	27	2	12
França	43	263	69	340	98	607	40	249
Hong kong	44	517	26	240	13	116	16	148
Itália	27	102	11	208	39	227	31	136
Japão	46	312	59	977	54	682	74	842
Países baixos	149	571	229	867	369	1426		
Portugal	28	32	40	47	34	41	41	63
Reino unido	20	137	6	50	1	17	2	18
Suíça	7	94	5	97	4	41		
Taiwan	12	94	50	741	6	131	4	35
Usa	324	1477	274	845	384	1797	317	1645
Outros	25	218	46	469	33	308	25	285
Total	951	4874	1030	5755	1177	5856	1263	6008

Fonte: MICT/Secex/Decex.

Elaboração: Ibama/Diren/Decom.

Muitas das descobertas da indústria farmacêutica derivam do conhecimento tradicional como é o caso do jaborandi (*Pilocarpus microphyllus* Satapf ex Holm., *P.*

jaborandi Holm., Rutaceae) no Maranhão cujas folhas são a fonte de pilocarpina. Essa substância é usada para contrair a pupila e no tratamento de glaucoma e para atenuar a secura na boca depois da irradiação para tratamento de câncer no cérebro e no pescoço. As folhas são utilizadas por serem uma opção mais barata em relação à síntese do produto. O nome jaborandi significa: o que causa salivação e foi dado pelos índios Tupi-Guarani que já conheciam essas propriedades (Laird & Kate, 1999).

Tabela 4. Principais empresas exportadoras de plantas medicinais, Brasil.

EMPRESAS	1994	1995	1996	1997
	US\$1000 FOB	US\$1000 FOB	US\$1000 FOB	US\$1000 FOB
AgroExotic Com. Exterior Ltda.	121	308	367	159
Albano Ferreira Martins Ltda.	75	27	119	100
Alimentos Naturais do Brasil ind/com.			21	85
Amazônia Ind. E Com. de Guaraná S/A.	94	28		
BA Agropecuária Ltda.	55	35		
Bomplex Comercial Ltda.				13
Caiba Ind. E Com. S/A.	63	37		40
Central Research Com. e Agric. Ltda.	198	67		
Colina Imp. e Exp. Ltda.	57	108	240	150
Comércio e Navegação Baixo Amazonas	183	112		
Cooperativa Agríc. Mista do Pros. Onça	10	24		33
Distribuidora Iracema Ltda.			23	
Fitomed Produtos Farmacêuticos Ltda.	5	17		
Herbarium Laboratório Botânico Ltda.	89	232		120
IB Sabra S/A.	790	102	286	366
IFF Essências e Fragrâncias Ltda.		1		71
Inerba Produtos Naturais Ltda.	324		93	222
Laboratório Centroflora Ltda.		70		4
Laboratório Farmaervas Ltda.	23	100		
Mercantil Ind. Mississipi Ltda.	120	311	81	135

Continua...

Tabela 4. Continuação.

EMPRESAS	1994	1995	1996	1997
	US\$1000 FOB	US\$1000 FOB	US\$1000 FOB	US\$1000 FOB
Mundial Exp. Comercial Ltda.		20		
Onobras Com. e Exp. Ltda.		18	6	
PRB Produtos Regionais do Brasil Ltda.	169	46	33	
Protam Produtora Amazônia Ltda.	135	38		
Reims Ind. E Com. de Prod. Químicos Ltda.	110	129	148	190
Report Busines Intern. Com. Ltda.		116		
Sanrisil S/A Importação e Exportação	490	908	939	859
Santos Flora Com. de Ervas Ltda.			24	
Santos Tranding S/A.		29		
Solana Agropecuária Ltda.	562			2124
SRA Com. Ltda.		26		
Sumitomo Corporation do Brasil S/A.	40	240	271	215
Takashi Kamisono	25	42	42	
Trans Continental Com. e Transportes Ltda.	689	407	1017	930
Tropical Com. e Exp. De Guaraná Ltda.	11	33	54	
Weleda do Brasil Lab. E Farmácia Ltda.		14	5	
Outros		2087	1829	480
Total	4438	5755	5856	6015

Fonte: MICT/Secex/Decex.

Elaboração: Ibama/Diren/Decom.

A comercialização em escala de fitoterápicos passa essencialmente pela trilogia: identificação botânica correta, Extração do princípio ativo e padronização. Somente extratos padronizados contêm quantias específicas e replicáveis do ou dos compostos químicos de modo que as companhias possam ter a certeza de que o comprador estará adquirindo a quantidade requerida para assegurar a eficácia do produto.

Princípios para o aproveitamento econômico da biodiversidade do Cerrado em bases sustentáveis

As experiências, recomendações, legislação e tratados nacionais e internacionais relativos às plantas medicinais e alimentícias devem ser considerados com vistas ao desenvolvimento sustentável.

A Organização Mundial de Saúde – OMS - vem promovendo discussões, investigações, financiamentos para tratar da medicina tradicional com abordagem científico-cultural sob os seguintes princípios:

- Necessidade de uma abordagem integral da saúde.
- Direito à autodeterminação dos povos indígenas.
- Respeito à revitalização das culturas indígenas.
- Direito à participação sistemática das comunidades tradicionais.
- Reciprocidade entre essas relações.

As organizações que tratam de certificação de madeiras consideram sustentáveis os reflorestamentos efetuados em áreas já devastadas e exigem que os direitos dos trabalhadores, as leis ambientais e os direitos dos povos indígenas sejam respeitados. O manejo florestal sustentável implica a exploração periódica de árvores de um povoamento de modo que este mantenha as condições para sua regeneração e possa, em determinado período de tempo, voltar a apresentar um estoque similar de madeira.

Na sustentabilidade de atividades extractivas, deve-se incluir um modelo com a domesticação da espécie e ou o

manejo de populações selvagens. Assim, é necessário planejar o desenvolvimento regional de modo a aliviar a pressão nos ecossistemas naturais que apresentam elevada biodiversidade (Laird & Kate, 1999) especialmente naqueles em que os produtos da biodiversidade exercem papel secundário na economia regional pela falta de racionalização da atividade, como é o caso do bioma Cerrado. Entre os vários procedimentos para um desenvolvimento regional que inclua a utilização de produtos da biodiversidade recomendam-se:

- Construir capacidade científica em áreas relacionadas com o manejo da biodiversidade, incluindo-se inventários nacionais, regionais e locais, estudos taxonômicos, ecológicos e etnobotânicos.
- Construir bases para estocagem e manejo de informação sobre biodiversidade, incluindo bancos de dados, redes de informação, programas específicos de computador, herbários, xilotecas, carpotecas, arboretos e outras facilidades *ex situ*.
- Desenvolver indústrias locais que processem produtos da biodiversidade, criando, portanto, incentivos locais tanto do ponto de vista econômico quanto do de conservação.
- Aplicar políticas de proteção à biodiversidade, acompanhadas por estudos de valoração de produtos com potencial econômico, apoio às parcerias e geração de riquezas para as comunidades locais.
- Adotar políticas de financiamento de atividades produtivas que contemplem as peculiaridades das atividades extrativistas tais como estacionalidade e longo prazo de retorno.

Potencial do bioma Cerrado para o desenvolvimento de atividades extrativistas sustentáveis por meio de políticas públicas

O Cerrado apresenta-se atrativo para investimentos governamentais que fomentem o uso múltiplo de seus recursos naturais. Trata-se de um ambiente bastante diversificado e lembra em muitos pontos ao “novo rural brasileiro”, proposto por Graziano da Silva (1998). Neste caso, as semelhanças de perfil que encaixam o Cerrado nessa descrição são:

- Diversificação das atividades desenvolvidas nas propriedades, com o fomento do extrativismo de plantas empregadas no artesanato, na medicina e na alimentação.
- Presença de chácaras de lazer, turismo ecológico que viabilizam a crescente demanda por entretenimento no meio rural.
- Infra-estrutura existente (estradas e rodovias), estabelecimento de indústrias e agroindústrias para absorver maior produção, proximidade dos principais mercados e disponibilidade de energia elétrica.

Esses elementos são citados por Graziano da Silva (1998) como sendo típicos da modernização agrícola dos países desenvolvidos, observados claramente na realidade do bioma Cerrado. Porém, aliada a esses pontos positivos, observa-se para o bioma Cerrado grande tendência para o desenvolvimento de projetos que favoreçam o crescimento industrial e agrícola em detrimento da degradação ambiental e cultural (Clay & Sampaio, 2000).

Apesar das vantagens listadas, anteriormente, para o completo sucesso desse “novo rural” no bioma Cerrado seria necessário desenvolver uma economia baseada nas características peculiares desse ecossistema. Essa economia envolveria o extrativismo, a domesticação e o manejo florestal de diversas espécies nativas assim como promoveria melhorias no gerenciamento e no marketing dos produtos dessas espécies, afigurando-se como uma opção que integrasse a utilização e a conservação dos recursos naturais na região.

Dentro do arcabouço jurídico, as reservas legais das propriedades rurais, que perfazem 20% das respectivas áreas, são espaços com grande potencial para extrativismo e manejo sustentável, requerendo parcerias entre todos os atores envolvidos, sejam os órgãos de fomento à assistência técnica governamental e aos proprietários rurais.

Alternativas de manejo

Para as florestas estacionais ou matas secas remanescentes em várias localidades do bioma Cerrado, o manejo da regeneração consiste, em primeiro lugar, na proteção do fragmento florestal por meio de aceiros e cercas. O isolamento desse fragmento da área de pasto, agricultura ou outra cobertura vegetal previne incêndios enquanto a condução da regeneração por meio de limpezas periódicas favorece o crescimento das árvores de espécies valiosas como aroeiras, ipês, cedros e cerejeiras. Esse procedimento facilita, ainda, a emergência e o estabelecimento de mudas dessas espécies, seguidas de extração de baixo impacto, como, por exemplo, o corte de

árvores com motosserra e o arraste por animais. Além disso, a regeneração artificial, que consiste no plantio de mudas dessas espécies nos locais explorados, pode incrementar a produtividade desses remanescentes.

Entretanto, esse manejo deve ser precedido de um plano elaborado por Engenheiro Florestal, aprovado pelo Ibama para que, futuramente, a exploração de madeiras seja autorizada legalmente por aquele órgão. Planos de manejo podem ser executados, inclusive, nas reservas legais, gerando receita adicional à propriedade, além de ser executado com o cuidado de promover a reposição das espécies exploradas, evitar a degradação dos fragmentos de florestas estacionais pelo fogo, pastoreio e pela invasão de plantas exóticas tais como a *Brachiaria*, o capim-meloso e outros. Produtos não madeireiros de valor comercial podem também ser extraídos dessas florestas como frutos de cajá, cirigüela, sementes de amburana e outros.

Para as áreas de Matas de Galeria ou Ciliares que excedem a faixa de preservação permanente, consideradas intocáveis conforme o Código Florestal, podem ser adotadas práticas de manejo menos lesivas que sua total retirada para pecuária ou agricultura. A área de preservação permanente estabelecida pelo Código Florestal representa o trecho mínimo de mata o qual deve permanecer íntegro para evitar o assoreamento dos córregos e rios além da sua poluição. Em vários estudos entre os quais o de Silva Júnior (2001), tem-se mostrado a necessidade de preservar um trecho bem maior para realmente manter as comunidades vegetais e para conter o assoreamento em longo prazo. A água é o bem maior em

uma propriedade rural, portanto, recomenda-se que sua captação seja feita de modo a evitar-se o desmatamento na borda do curso d'água assim como a confecção de barragens, o que altera a vazão da água e compromete a existência da floresta no local e rio abaixo. Na tomada de decisões como estas, deve-se avaliar o custo/benefício pensando no futuro da propriedade, assim como na manutenção do recurso água para as gerações futuras, pois, a água é um bem social mesmo quando ocorre em terrenos particulares.

A seguir, são feitas algumas sugestões para manejo de uso múltiplo na porção da mata além da área de preservação permanente com vistas a melhor proteger sua fonte de água e auferir alguma renda, sem derrubar a floresta. Um requisito para a adoção dessas atividades é demarcar os limites da porção de mata de preservação permanente com piquetes bem visíveis.

Uma alternativa para o manejo, visando ao uso múltiplo das faixas adjacentes às áreas de preservação permanente nas Matas de Galeria consiste na marcação de matrizes para coleta de sementes, nas quais árvores saudáveis são selecionadas, identificadas, marcadas e, periodicamente, visitadas para constatar a época de dispersão das sementes que então podem ser coletadas e comercializadas para viveiros de produção de mudas ou podem suprir um viveiro comercial na própria propriedade rural. O Fundo Nacional do Meio Ambiente está fomentando o estabelecimento de redes de sementes para divulgação daqueles produtores que dispõem de sementes e mudas de plantas brasileiras. A rede de sementes do

Cerrado já está entrando em funcionamento. A demanda desse produto para a recuperação de matas degradadas é elevada, principalmente, como compensação ambiental de grandes obras. Desse modo, se o produtor divulgar seu viveiro na Secretaria do Meio Ambiente e em outros órgãos ele deverá ter boas opções de comercialização dos produtos ali disponíveis.

Outra possibilidade é usar a cobertura e a estrutura da mata como viveiro natural para a reprodução de orquídeas, bromélias e outras plantas de alto valor comercial e ornamental tanto nativas da própria mata quanto trazidas para cultivos. O ambiente natural, sombreado e úmido é ideal para o cultivo dessas plantas, dispensando a construção de casas de vegetação e outras estruturas, barateando o custo.

A extração de mel de abelhas nativas é outra possibilidade em função do grande interesse por esse produto natural.

A extração moderada de resinas de almescla, óleo de copaíba, seiva de jatobá, folhas, cascas e fibras de plantas medicinais e têxteis produzirá também renda adicional e constante sendo necessário que o produtor identifique possíveis compradores e organize a extração de modo que tenha suprimentos regulares e não ultrapasse a capacidade de suporte das espécies desse ambiente.

É importante ressaltar que para cada planta explorada deve-se “adotar pelo menos cinco mudas” da mesma espécie em região próxima, mas espaçadas de pelo menos 10 m umas das outras e cuidar delas para garantir

seu crescimento e o estabelecimento na mata. Se não houver mudas próximas, devem-se coletar sementes, produzir mudas e plantá-las nesse ambiente.

As Matas de Galeria devem ser isoladas das áreas de pasto, agricultura e outras coberturas vegetais para impedir a penetração de fogo que as degrada (Felfili et al., 2000). O cercamento é também muito importante para impedir o acesso de animais domésticos que degradam a mata pelo pisoteio, trazendo sementes de capins e ervas-daninhas no seu pêlo e fezes, comendo as mudas ainda pequenas, assim como destruindo ou afugentando a fauna silvestre que é responsável pela polinização de muitas plantas e pela dispersão de sementes. Ampla revisão sobre a caracterização e a recuperação de ambientes ribeirinhos é discutida em Ribeiro et al. (2001) na qual estão apresentados resultados sobre solo, vegetação, fauna, microrganismos e aspectos socioeconômicos como parte dos resultados conseguidos durante a execução do subprojeto **Conservação e Recuperação da Biodiversidade em Matas de Galeria do Bioma Cerrado**, coordenado pela Embrapa Cerrados e executado em parceria com a Universidade de Brasília (Departamentos de Engenharia Florestal, Fitopatologia e Zoologia) e a Universidade Federal de Uberlândia (Instituto de Biologia), apoiado pelo Pronabio/Probio/MMA/CNPq/Bird-GEF.

Para as áreas de Cerrado sentido amplo (Ribeiro & Walter, 1998), existe a possibilidade de extrativismo de frutos, fibras e sementes para fins medicinais, têxteis e alimentícios. Recomenda-se identificar as espécies úteis mais abundantes na área selecionada e que a extração e o

manejo sejam centrados nelas, mas utilizando as demais como fontes de produtos adicionais. Neste caso, tanto as espécies arbóreas quanto as arbustivas e herbáceas podem ser consideradas no manejo de uso múltiplo. Espécies campestras como a arnica tem reconhecido valor medicinal. Uma vez definidas as espécies a serem exploradas, deve-se traçar um roteiro de coleta, identificando e demarcando as plantas a serem coletadas, deixando-se sempre, pelo menos, 20% delas isentas de coleta para a reprodução natural da espécie. Além disso, devem ser identificadas cinco mudas espaçadas de pelo menos 10 m umas das outras por espécie coletada que serão protegidas de forma a assegurar a reposição de indivíduos para serem utilizados no futuro. Caso não se encontre esse número de mudas, sugere-se coletar sementes, produzir mudas, plantá-las nessa área e protegê-las. A transformação do produto coletado in natura para geléias, doces, licores ou mesmo para artesanatos e produtos medicinais irá sempre agregar valor a eles, assegurando melhor preço para a mão-de-obra local.

O manejo da regeneração natural, para produção de lenha e carvão sob corte raso, é uma alternativa em médio e longo prazos, tendo em vista que as plantas de maior poder carbonífero levam tempo mais longo para regenerar-se em área desmatada do que se considerarmos espécies de tendência pioneira, e, geral, de madeira mais leve (Rezende, 1998). A partir do monitoramento de áreas desmatadas, é possível determinar que o tempo entre um corte e outro é superior a 30 anos, sendo desejável o plantio de espécies de poder carbonífero mais elevado e a adoção de tratos

culturais como limpeza e aceiramento da área para evitar incêndios e acelerar a regeneração.

Outra sugestão importante é a ocupação das áreas desmatadas de Cerrado sentido amplo ao longo das estradas, caminhos e cercas da propriedade rural. Nesse local, sugerem-se plantar espécies úteis que ocorram na região, uma vez que podem ser fontes de fácil acesso para frutos, fibras e sementes, além de ocupar espaços vazios, muitas vezes, sujeitos à erosão.

Para políticas públicas municipais ou estaduais sugere-se a criação de hortos florestais em áreas previamente degradadas, reflorestadas com espécies úteis e que possam ser fonte de sementes e produtos extractivos, além da conservação genética *ex situ*.

Agradecimentos

Ao CNPq, FNMA e ao projeto de cooperação técnica **Conservação e Manejo da Biodiversidade do Bioma Cerrado/DFID-UK** pelo apoio a estudos sobre a biodiversidade do Cerrado. Ao Ibama pelos dados concedidos. Aos alunos, funcionários e colegas com quem temos trabalhado e aos membros das comunidades do Cerrado que nos têm gentilmente apoiado.

Referências Bibliográficas

- ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: espécies vegetais úteis.** Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998. 464 p.
- ARCE, J. E.; FELFILI, J. M.; GAIAD, D.; REZENDE, A. V.; SANQUETTA, C. R. Avaliação do crescimento da vegetação arbórea em uma área de cerrado sensu stricto em Brasília, DF. In: CONGRESSO FLORESTAL LATINOAMERICANO, 2000, Lima, Peru. [Anais...]. Lima: [s. n], 2000. Não paginado.
- BARROS, M. A. G. Avaliação da ação antrópica sobre as plantas do cerrado com potencial econômico. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 3., 1997, Brasília. **Contribuição ao Conhecimento Ecológico do Cerrado:** trabalhos selecionados. Brasília: UnB, 1997. p. 257-261. Editado por LEITE, L. L.; SAITO, C. H.
- 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**, Viçosa-MG, v. 27, n.5, 2003.
- BRITO, M. A. de; PEREIRA, E. B. C.; PEREIRA, A. V.; RIBEIRO, J. F. **Cagaita:** biologia e manejo. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2003. 80 p.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia e da Amazônia Legal. **Primeiro relatório nacional para a conservação sobre diversidade biológica:** Brasil, Brasília, 1998. 283 p.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Balanço energético Nacional.** Brasília, 2000.
- BRITO, J. O. Madeira para energia: a verdadeira realidade do uso de recursos florestais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 5., 1986, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1986. p.188-193.
- CLAY, J. W.; SAMPAIO, P. T. B. **Biodiversidade Amazônica:** exemplos de utilização. Manaus: INPA, 2000. 409 p.
- DAWKINS, H. C.; PHILLIP, M. S. **Tropical moist forest silviculture and management:** an historical study of success and failure. Wallingford: CABI, 1998. 359 p.
- DOAT, J. Le puovoir calorifique des bois tropicaux. **Revue Bois et Forêts des Tropiques,** Montpellier, v. 172, p. 33-48, 1977.
- FELFILI, J. M. Fragmentos de florestas estacionárias do Brasil Central: diagnóstico e proposta de corredores ecológicos. In: COSTA, R. B. (Org.). **Fragmentação e**

Cerrado: ecologia e caracterização

alternativas para o desenvolvimento rural no Centro-Oeste. Campo Grande: UCDB, 2003. p. 139-160.

FELFILI, J. M.; RIBEIRO, J. F.; FAGG, C. W.; MACHADO, J. W. B. **Recuperação de matas de galeria.** Planaltina: Embrapa Cerrados, 2000. 45 p.

FELFILI, J. M. ; SILVA JUNIOR, M. C. Distribuição dos diâmetros numa faixa de cerrado na Fazenda Água Limpa (FAL) em Brasília-DF. **Acta Botânica Brasílica,** Brasília, v. 2, p. 85-104, 1988.

FELFILI, J. M.; SILVA JUNIOR, M. C. A comparative study of cerrado (*sensu stricto*) vegetation in central Brazil. A comparative study of cerrado (*sensu stricto*) vegetation in central Brazil. **Journal of Tropical Ecology,** New York, v. 9, p. 277-289, 1993.

FELFILI, J. M.; HARIDASSAN, M.; MENDONÇA, R. C.; FILGUEIRAS, T. S.; SILVA JUNIOR, M. C.; REZENDE, A. V. Projeto biogeografia do bioma cerrado: vegetação e solos. In: **Cadernos de Geociências,** Rio de Janeiro, v. 12, p. 75-165, 1994.

FELFILI, J. M.; SILVA JUNIOR, M. C (Org). **Projeto biogeografia do bioma cerrado:** estudo fitofisionômico na Chapada do Espigão Mestre do São Francisco. Brasília. Brasília: Unb, 2001. 152 p.

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

GRASSI, G.; PALZ, W. O futuro da biomassa na União Européia. **Álcool & Açúcar,** São Paulo, v. 76, p. 28-34, 1988.

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

IBGE (Rio de Janeiro). Extração vegetal e silvicultura. **Anuário estatístico do Brasil.** Rio de Janeiro, v. 57, p. 3.55-3.60, 1997.

IBGE (Rio de Janeiro). Extração vegetal e silvicultura. **Anuário estatístico do Brasil,** Rio de Janeiro, v. 59, p. 3.51-3.57, 1999.

LAIRD, S. The botanical medicine industry. In: KATE, K. T.; LAIRD, S. **The commercial use of biodiversity.** London: Earthscan, 1999. p. 78-116.

LAIRD, S.; KATE, K. T. Natural products and the pharmaceutical industry. In: KATE, K. T.; LAIRD, S. **The commercial use of biodiversity.** London: Earthscan, 1999. p. 34-77.

MITTERMEIER, R. A.; MYERS, N.; GIL, P. R.; MITTERMAYER, C. G. **Hotspots: earth's biologically richest and Endangered terrestrial ecorregions**. Mexico: CEMEX, 1999. 430 p.

MENDONÇA, R.; FELFILI, J. M.; WALTER, B. M. T.; SILVA JÚNIOR, M. C.; REZENDE, A.V.; FILGUEIRAS, T. S.; NOGUEIRA, P. E. N. Flora vascular do Cerrado. In: SANO, S.; ALMEIDA, S. (Ed.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998. p. 287-556.

MOREIRA, A.G.; KLINK, C. A. Biomass allocation and growth of tree seedlings from two contrasting Brazilian savannas. **Ecotropicos**, Caracas, v. 13, p. 43-51, 2000.

NASCIMENTO, M. T.; SADDI, N. Structure and floristic composition in a n área of cerrado in Cuiabá-MT. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.15, n.1, p. 47-55, 1992.

NUNES, R. V.; SILVA JÚNIOR, M. C.; FELFILI, J. M.; WALTER, B. M. T. Intervalos de classe para abundância, dominância e freqüência do componente lenhoso do cerrado sentido restrito no Distrito Federal. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 173-182, 2002.

PAULILO, M. T. S.; FELIPPE, G. M. Growth of the shrub-tree flora of the Brazilian cerrados: a review. **Tropical Ecology**, v. 39, p.165-174, 1998.

PEREIRA, B. A. de S. Flora nativa. In: DIAS, B. F. de S. **Alternativas de desenvolvimento dos cerrados: manejo e conservação dos recursos naturais renováveis**. Brasília: FUNATURA: IBAMA, 1992. P. 53-62.

PINEIRO, C. U. B. Extrativismo, cultivo e privatização do jaborandi (*Policarpus microphyllus* Stapf ex Holm.; Rutaceae no Maranhão, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Brasília, v. 16, n. 2, p. 141-150, 2002.

REZENDE, A. V. Importância das matas de galeria: manutenção e recuperação. In: RIBEIRO, J. F. (Ed.) **Cerrado: matas de galeria**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998. p. 3-16

RATTER, J. A. ; DARGIE, T. C. D. An analysis of the floristic composition of 26 cerrado areas in Brazil. **Edinburgh Journal of Botany**, Edinburgh, v. 49, p. 235-250, 1992.

RATTER, J. A.; BRIDGEWATER, S.; ATKINSON, R.; RIBEIRO, J. F. Analysis of the floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation II: Comparison of the woody vegetation of 98 areas. **Edinburgh Journal of Botany**, Edinburgh, v. 53, p. 153-180, 1996.

Cerrado: ecologia e caracterização

RIBEIRO, J. F.; BRITO, M. A. de.; SCALOPPI JÚNIOR, E. J.; FONSECA, C. E. L. da. **Araticum (*Annona crassiflora* Mart.).** Jaboticabal: Funep, 2000b. 52 p. (Funep. Frutas Nativas Series, 12).

RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L.; SOUSA-SILVA, J. C. (Ed.). **Cerrado:** caracterização e recuperação de Matas de Galeria. Brasília: Embrapa Cerrados, 2001. 899 p.

RIBEIRO, J. F.; SANO, S. M.; BRITO, M. A. de; FONSECA, C. E. L. de. **Baru (*Dypteryx alata* Vog.).** Jaboticabal: Funep, 2000a. 41p. il. (Funep. Série Frutas Nativas, 10).

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

SCARIOT, A.; SEVILHA, A. C. Diversidade, estrutura e manejo de florestas deciduais e as estratégias para a conservação. In: CAVALCANTI, T. B.; WALTER, B. M. T. (Ed.). **Tópicos atuais em botânica.** Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia: Sociedade Botânica do Brasil, 2000. p. 183-188.

SILVA, J. G. da. Políticas não agrícolas para o Novo Rural Brasileiro. In: AGUIAR, D. R. D.; PINHO, J. B. (Ed.). **O agronegócio Brasileiro:** desafios e perspectivas: volume 1. Brasília: SOBER, 1998. p. 117-142.

SILVA, S. R.; SILVA, A. P.; MUNHOZ C. B.; SILVA JÚNIOR, M. C.; MEDEIROS, M. B. de. **Guia de plantas do Cerrado:** utilizadas na Chapada dos Veadeiros. Brasília: FUNATURA, 2002. 132 p.

SILVA JÚNIOR, M. C. Comparação entre matas de galeria no distrito Federal e a efetividade do Código Florestal no Distrito Federal na proteção de sua diversidade arbórea. **Acta Botânica Brasílica,** Brasília, v. 15, n. 1, p. 139-146, 2001.

VALE, A. T. **Caracterização da biomassa lenhosa de um cerrado sensu stricto da região de Brasília para o uso energético.** 2000. 111 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

VEGETAÇÃO no Distrito Federal: tempo e espaço. Brasília: UNESCO, 2000. 74 p.

Anexo 1. Biomassa seca (kg ha^{-1}) e Poder Calórfico Superior (PCS, kcal kg^{-1}) de material lenhoso das espécies de Cerrado stricto sensu na Fazenda Água Limpa, Universidade de Brasília, DF.

Espécie	Família	Nome comum	Biomassa seca (kg ha^{-1})	Poder Calórfico Superior (kcal kg^{-1})
<i>Acosmium dasycarpum</i> (Vogel) Yakov.	Fabaceae	Amargozinho	15,16	5.081
<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart.	Apocynaceae	Bolsinha	42,57	5.292
<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	Apocynaceae	Guatambu	60,9	4.717
<i>Byrsinima coccocalobaefolia</i> Kunth	Malpighiaceae	Murici-vermelho	7,99	5.047
<i>Byrsinima crassa</i> Nied.	Malpighiaceae	Murici	23,43	4.850
<i>Byrsinima verbascifolia</i> (L.) DC.	Malpighiaceae	Murici	8,68	4.909
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O. Berg	Myrtaceae	Maria-preta	418,82	4.805
<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	Caryocaraceae	Piqui	697,07	4.762
<i>Connarus suberosus</i> Planch.	Connaraceae	Coração-de-negro	5,88	5.206
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	Fabaceae	Jacarandá-do-cerrado	1.361,92	5.097
<i>Drimorphandra mollis</i> Benth.	Fabaceae	Faveira	9,04	5.178
<i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.) J.F. Macbr	Fabaceae	Orelha-de-negro	5,68	5.240
<i>Eremanthus glomerulatus</i> Less.	Asteraceae		8,16	4.968
<i>Eriotheca gracilipes</i> (K. Schum.) A. Robyns	Bombacaceae	Paineira	7,24	4.858
<i>Eriotheca pubescens</i> (C. Marli & Zuccarini) Schott & Endl.	Bombacaceae	Paineira-do-cerrado	96,42	4.985
<i>Erythroxylum deciduum</i> A. St.-Hil.	Erythroxylaceae	Fruto-de-passarinho	0,88	4.985
<i>Erythroxylum suberosum</i> A. St.-Hil.	Erythroxylaceae	Muchiba	2,12	5.028
<i>Erythroxylum tortuosum</i> Mart.	Erythroxylaceae	Muchiba-comprida	2,94	5.148
<i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell	Nyctaginaceae		39,84	4.188
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	Fabaceae	Jatobá-do-cerrado	300,27	4.795
<i>Kilmeyera coriacea</i> Mart. var. <i>coriacea</i>	Gutiferae	Pau-santo	28,14	5.502

Continua...

Anexo 1. Continuação.

Espécie	Família	Nome comum	Biomassa seca (kg ha ⁻¹)	Poder Calorífico Superior (kcal kg ⁻¹)
<i>Kielmeyera speciosa</i> St. Hil.	Guttiferae	Pau-santo	37,88	5.577
<i>Lafõesia pacari</i> St. Hilaire	Lythraceae	Mangaba-brava	14,25	4.987
<i>Niconia ferruginata</i> DC.	Melastomataceae	Lacre	33,43	4.570
<i>Niconia polhiana</i> Cogn.	Melastomataceae	Lacre	154,96	4.596
<i>Nyrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	Myrsinaceae	Cabelo-de-negro	754,76	5.117
<i>Curatea hexasperma</i> (A. St.-Hil.) Baill.	Ochnaceae	Bate-caixa	4,62	5.230
<i>Palicourea rigida</i> Kunth	Rubiaceae	Grão-de-galo	41,13	5.096
<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	Sapotaceae	Coração-de-negro	101,67	5.073
<i>Piptocarpha rotundifolia</i> Baker	Asteraceae	Araçá	7,05	4.959
<i>Psidium warmingianum</i> Kiaersk.	Myrtaceae	Sucupira-branca	2,72	4.928
<i>Pterodon pubescens</i> (Benth.) Benth.	Fabaceae	Pau-terra-de-folha-grande	1340,72	4.918
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	Vochysiaceae	Pau-terra-liso	830,57	4.723
<i>Qualea multiflora</i> Mart.	Vochysiaceae	Pau-terra-roxo	113,65	4.323
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	Vochysiaceae		769,59	4.664
<i>Rourea induta</i> Planch.	Connaraceae		6,08	4.986
<i>Schefflera macrocarpa</i> (Seem.) Frodin	Araliaceae	Mandiocão-do-cerrado	250,86	4.854
<i>Sclerolobium paniculatum</i> Vogel var. <i>subvelutinum</i> Benth.	Fabaceae	Carvoeiro	2.886,11	4.956
<i>Strychnos pseudoquina</i> A. St.-Hil.	Loganiaceae	Quina-do-cerrado	27,66	5.740
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	Fabaceae	Barbatimão	103,8	4.869
<i>Syrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	Styracaceae	Laranjeira-do-cerrado	46,8	5.192
<i>Symplocos rhamnifolia</i> A.DC.	Symplocaceae		0,43	4.682
<i>Tabeauias ochracea</i> (Cham.) Standl.	Bignoniaceae	Ipê	4,19	5.016

Continua...

Anexo 1. Continuação.

Espécie	Família	Nome comum	Biomassa seca (kg ha ⁻¹)	Poder Calorífico Superior (kcal kg ⁻¹)
<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) G. Nicholson	Bignoniaceae	Ipê	6,88	4.834
<i>Vochysia elliptica</i> Mart.	Vochysiaceae	Pau-doce	43,09	4.630
<i>Vochysia rufa</i> Mart.	Vochysiaceae		1,89	4.417
<i>Vochysia thyrsoides</i> Pohl	Vochysiaceae	Gomeira	1.662,21	4.747
Biomassa seca total (kg ha)			12.394,00	

Educação ambiental e participação: estratégias para a preservação e para a conservação ambiental

Rosana Pinheiro Rezende

Suzana Machado Padua

Carlos Eduardo Lazarini da Fonseca

Camilo Cavalcante de Souza

Introdução

A perda acelerada das riquezas culturais e naturais, a concentração de poder e as iniquidade sociais têm sido preocupações constantes no modelo atual de desenvolvimento socioeconômico do País. Grande parte da sociedade tem-se aglomerado em centros urbanos, o que vem contribuindo para seu distanciamento da natureza e para a adoção de práticas não sustentáveis em relação ao meio ambiente. Muitos dos que permanecem no meio rural, ainda desconhecem a importância de proteger o ambiente em que vivem e, também, adotam práticas de baixa sustentabilidade, tais como o uso indevido dos recursos naturais, caça predatória, desmatamento de áreas ribeirinhas, entre outras. Esse distanciamento do ser humano em relação ao ambiente natural é perceptível pelas pressões sobre a natureza, o que vem causando a perda da diversidade biológica e cultural dos ecossistemas naturais.

Em face desse cenário, a preocupação com a sobrevivência das espécies e dos ecossistemas fez a

humanidade despertar para a necessidade de se criar unidades de conservação ou áreas naturais que visem à continuidade dos processos evolutivos indispensáveis ao desenvolvimento da vida, com a manutenção da riqueza biológica existente no planeta. No entanto, essas áreas vêm-se tornando “ilhas de vida” ou “bancos de diversidade biológica” e, como tais, precisam ser devidamente protegidas para que a perpetuação dessa riqueza seja mais efetiva.

É nesse sentido que o envolvimento de comunidades locais passa a ser um dos mais promissores meios de conservação dos recursos naturais e de proteção das áreas naturais. A maioria dessas áreas, muitas vezes localizadas em regiões remotas e longe dos centros de decisão, enfrenta desafios diários para manter sua integridade. Desse modo, buscar o apoio local para a conservação é, portanto, fundamental, pois além de aumentar as chances de proteção, possibilita a participação efetiva das comunidades que antes eram banidas do processo decisório.

As atividades pedagógicas propostas nos programas de educação ambiental podem beneficiar tanto a realidade social quanto a ecológica, pois têm o potencial de ser ferramenta didática eficaz de transformação, ao envolver as comunidades no processo de participação para a melhoria da qualidade de vida e de proteção das áreas naturais. Ações de educação ambiental dirigidas a essas populações podem ajudá-las a elevar a auto-estima pela aquisição do conhecimento e sensibilizá-las para a importância da preservação e da conservação ambiental. Assim, as áreas naturais podem ser utilizadas como laboratórios vivos, propiciando o aprendizado por meio da

experimentação direta com o ambiente natural. Isso permite abrir canais para a aquisição de valores e uma possível motivação, incentivando o engajamento e a participação em mudanças que refletem a integração ser humano/natureza. Se as áreas naturais fossem vistas como motivo de orgulho, seria mais fácil trabalhar a auto-estima individual e a coletiva, contribuindo, para um envolvimento mais efetivo e amplo que favoreceria a conservação.

Neste capítulo, a educação ambiental será apresentada como ferramenta potencial de sensibilização ao envolvimento de comunidades em programas de monitoramento ambiental, bem como uma estratégia para favorecer a participação ativa dessas comunidades e que possa despertá-las para a importância da preservação e da conservação ambiental.

Educação ambiental

O termo *educação ambiental* foi criado pela Royal Society of London, em 1965, e remetia-se, a uma definição mais relacionada à preservação dos sistemas de vida (Gayford & Dorian, 1994). Contudo, a primeira definição internacional surgiu em 1970 com a União Internacional de Conservação da Natureza (IUCN), limitando esse conceito à conservação da biodiversidade.

A definição mais conhecida de educação ambiental, no entanto, foi formulada, em 1977, durante a Conferência de Tbilisi adotada, também, no Brasil como sendo:

um processo de reconhecimento de valores e classificação de conceitos, objetivando o desenvolvimento das habilidades e modificando as atitudes em relação ao meio, para entender e apreciar as inter-relações entre os seres humanos, suas culturas e seus meios biofísicos (Ibama, 1997).

Esse conceito está relacionado à prática de tomadas de decisão e à ética que inclui a vida e sua qualidade, tanto humana quanto dos demais seres vivos. É vista como um aspecto da educação que busca não só a utilização racional dos recursos naturais, mas, basicamente, a participação nas discussões e decisões sobre a questão ambiental (Reigota, 1994).

Com o passar do tempo, os pesquisadores em educação ambiental (Trajber & Manzochi, 1996; Cascino et al., 1998; Dias, 1998; Noal et al., 1998; Layrargues, 2001; Leff, 2001; Santos & Sato, 2001; Trajber & Costa, 2001; Pedrini, 2001, 2002; Philippi Jr. et al., 2002; Sorrentino, 2002) passaram a entendê-la como um processo dinâmico e em constante evolução. As definições são muitas, mas as mais recentes acentuam a necessidade de se considerar os vários aspectos que compõem determinada questão, sob uma abordagem integradora e holística (Dias, 1998). Seguindo essa linha de pensamento, Carvalho (1995) vai além, pois define a educação ambiental como uma prática política:

É preciso situar a educação ambiental dentro de uma matriz que considere as relações sociais e ambientais sob o primado da política. Isto significa considerar o meio ambiente como um espaço físico simbólico em disputa,

habitado pelos atores que estão envolvidos no uso e na gestão dos recursos, e atravessado pelas relações de força que configuram as diferentes situações de acesso ou inacesso aos recursos. É nesta esfera política que a educação ambiental, como qualquer outra prática social, pode se articular aos atores da democratização, na construção de novas bases éticas, políticas e ambientalmente sustentáveis para as interações entre sociedade e natureza.

Dias (1998) parece concordar com tais princípios e acredita que somente fomentando a participação comunitária de forma articulada e consciente é que um programa de educação ambiental atinge seus objetivos. Segundo o autor, o programa deve fornecer subsídios técnicos que permitam à comunidade compreender seu ambiente de modo a despertar uma consciência social que possa gerar atitudes capazes de reverter comportamentos agressivos ao ambiente.

Uma condição para que isso aconteça é a definição do público-alvo como enfatiza Rocha (1997). Saber para quem está sendo conduzido o programa é condição para a elaboração de atividades apropriadas. Inclui aqui atividades que motivem comunidades e lideranças, ajudando a definir recursos disponíveis e problemas a serem enfocados, bem como caminhos à implementação, ao desenvolvimento e respectiva avaliação.

Essas atividades contribuem para sedimentar as conquistas que vem sendo feitas, nos últimos anos, no campo da educação ambiental. No entanto, esse ainda é um processo em evolução.

O importante nesse cenário é tentar acertar, sem temer errar. Os maiores ensinamentos têm nascido de reflexões de experiências vividas a partir de atitudes ousadas, bem sucedidas e outras tantas sem muito efeito. Só ousando é que se pode aprender quais os caminhos promissores (Padua, 2001).

A adoção de processos mais sistematizados tem sido fundamental para o fortalecimento da educação ambiental como um campo promissor.

Conceitos-chave

No passado, a imensidão de territórios a serem conquistados, a aparente inesgotabilidade dos recursos naturais e sua capacidade de recuperação e a dispersão dos habitantes eram princípios comuns que levaram a visões distorcidas do valor da natureza. O entendimento de que o adequado uso da propriedade correspondia à sua utilização por inteiro contribuiu para a concepção equivocada de que a exploração econômica integral da terra era a única destinação que ela deveria ter (Benjamin, 2001). Além disso, a ganância incentivada pelo modelo de desenvolvimento vigente acabou impactando os ecossistemas naturais. Tais posturas culminaram com a necessidade de se criarem áreas, que visassem à conservação da biodiversidade.

Atualmente, a legislação permite modificar a destinação do uso da terra ao estabelecer a criação de áreas de proteção natural e de reservas legais. O Código Florestal estabelece que:

As florestas existentes no território nacional e as demais formas de vegetação, reconhecidas de utilidade às terras que revestem, são bens de interesse comum a todos os habitantes do País, exercendo-se os direitos de propriedade com as limitações que a legislação em geral e especialmente esta lei estabelecem.

O Código Florestal determina como reserva legal a área de, no mínimo, 20% de cada propriedade onde não é permitido o corte raso, devendo ser averbada à margem de inscrição de matrícula do imóvel, no registro de imóvel competente, sendo vedada a alteração de sua destinação, nos casos de transmissão, a qualquer título ou de desmembramento da área (Lei 4.771/1965, alterada pela Lei 7.803/1989).

O mesmo código considera ainda que as áreas de preservação permanentes são as florestas e demais formas de vegetação natural situadas: ao longo dos rios ou de qualquer outro curso d'água; ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água, naturais ou artificiais; nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados “olhos d'água”; no topo de morros, montes, montanhas e serras; nas encostas ou partes delas; nas restingas e dunas ou estabilizadoras de mangues; nas bordas dos tabuleiros ou chapadas; em altitude superior a 1800 metros, qualquer que seja a vegetação.

A necessidade legal de proteger tanto a reserva legal como as áreas de preservação permanentes nas propriedades deve ser de conhecimento de todo dono de terra. Contudo, nem sempre as razões pelas quais essa proteção é importante são compreendidas devidamente, o que leva à utilização não sustentável dos recursos naturais.

Além do freqüente desconhecimento dos donos de terra, Viana (2000) chama a atenção para o fato de que são raros os técnicos e autoridades que conhecem a ecologia dos ecossistemas naturais e a forma de vida mais harmônica das populações tradicionais. O resultado é que as decisões são tomadas com base em informações e interpretações equivocadas da realidade.

As afirmações de Viana (2000) vêm corroborar as observações de Rezende et al. (2001) quando realizaram, estudos sobre Matas de Galeria. De acordo com esses autores, os proprietários em sua maioria, desconhecem os conceitos biológicos, agindo de forma inconsciente e predatória. Desconhecem ainda alternativas de manejo sustentável que possibilitam a proteção ambiental, e que lhes tragam algum retorno financeiro quando tais questões são levadas em conta. Diante desse fato, é importante reforçar os conceitos de preservação, conservação e manejo para a utilização coerente dos recursos naturais.

A preservação compõe-se de ações que garantem a manutenção das características próprias de um ambiente e as interações dos seus componentes sem a interferência humana. Na legislação brasileira, a conservação, em termos ambientais, significa proteção dos recursos naturais com a utilização racional, garantindo a sustentabilidade e a existência desses recursos para as futuras gerações. Esse conceito pressupõe a integração do ser humano com a natureza a fim de assegurar o uso sustentável de seus recursos naturais como o ar, a água, o solo, a flora e a fauna, bem como, coibir o uso não sustentável dos recursos não renováveis. O ideal é conseguir manter o volume e a

qualidade dos recursos naturais em níveis adequados de modo a atender às necessidades atuais e àquelas das gerações futuras (Rocha & Naves, 1992). Por sua vez, o manejo é definido como a interferência humana nos sistemas naturais, visando à:

aplicação de programas de utilização dos ecossistemas, naturais ou artificiais, baseada em teorias ecológicas sólidas, tendo, da melhor maneira possível, as comunidades vegetais e/ou animais como fontes úteis de produtos biológicos para o homem e também como fontes de conhecimento científico e de lazer (ACIESP, 1987).

Resumidamente, o manejo, nada mais é do que a tomada de decisão, ou seja, o processo sociocultural e político pelo qual a natureza e a sociedade são transformadas. As ações para envolver as comunidades locais na proteção dos recursos naturais, em qualquer empreendimento ambiental, devem estar presentes desde o período de conceituação e definição de áreas, até sua execução. Portanto, o processo de consulta e de diálogo com os membros das comunidades locais deve ser parte integrante de qualquer atividade de planejamento e gestão (Moreira et al., 1996).

A decisão sobre a área a ser plantada ou destinada à preservação e que estratégias poderão ser adotadas em um empreendimento serão definidas pelo produtor e compõe parte do que pode ser incorporado no manejo de uma propriedade. Depois de tomadas as decisões a respeito de determinada área, é importante monitorar, ou seja, acompanhar as etapas desenvolvidas, avaliar cada procedimento para facilitar a busca de resultados mais eficientes.

As técnicas de proteção e de manejo visam a minimizar o problema da redução da biodiversidade provocada pela fragmentação do habitat e o uso inadequado da terra (Fonseca & Aguiar, 1992). Leopold (1949) já afirmava:

uma decisão sobre o uso da terra é correta quando tende a preservar a integridade, a estabilidade e beleza da comunidade biótica que inclui o solo, a água, a fauna e flora e também as pessoas.

A forma como o ser humano se relaciona com a terra pode tender à preservação, à conservação ou a práticas de manejo. No entanto, é necessário que haja percepção do valor e das interconexões entre os seres vivos existentes no ambiente. Aqui entra a educação ambiental. A participação dos indivíduos, grupos e comunidades é cada vez mais necessária devido às pressões que o ambiente vem sofrendo.

Introduzir a educação ambiental no processo de envolvimento exige uma série de cuidados. Da-Ré (2001), por exemplo, alerta para a importância que os programas de educação ambiental devem ter em não se restringir apenas à transmissão de informações nem sempre assimiladas por aqueles que já dispõem da sua própria bagagem cultural. Para o autor, antes da informação, é necessário haver a motivação que tem como precursores os laços de confiança, a identificação mútua e a aproximação cultural. Ainda segundo esse autor, o resultado gera o interesse das pessoas pelas questões sociais e ambientais e ainda favorece a cumplicidade, a mobilização e a participação delas na proposição de alternativas que

beneficiem tanto o ser humano quanto o ambiente. O autor estabeleceu assim, o conceito de comunidade de conservação, que é a colaboração de indivíduos, visando a um fim comum que facilita a participação efetiva, individual e coletiva.

A conservação e o desenvolvimento sustentado dependem muitas vezes da efetiva participação e do envolvimento de populações locais no processo decisório. Considerando que a sociedade não tem o hábito de participar das decisões tomadas e, na maior parte das vezes, não há incentivo, abertura do poder público ou dos líderes para tal, o processo de fortalecimento de cidadão atuante precisa ser consolidado. Segundo a UNESCO (1980), a característica mais importante da educação ambiental é a que aponta para a resolução de problemas concretos.

Nesse contexto, a participação inclui a identificação de problemas e a busca de soluções que possam contribuir para maior engajamento dos diversos públicos nas questões sociais e ambientais. Uma condição nesse processo é o respeito e a valorização de quaisquer indivíduos, o que pode elevar a auto-estima e o orgulho, sentimentos fundamentais para que se tenha a coragem de se agir em prol de mudanças que possam vir a ser significativas para muitos (Padua, 2001).

Diegues & Viana (2000) vão além ao afirmarem que:

faz-se necessário o estímulo à criação e ao fortalecimento da organização das comunidades locais e da sociedade regional através de associações de base e ONG'S para a criação, fortalecimento, financiamento e implementação

de grupos de trabalho, de parceiros, de projetos para superação de entrave às atividades produtivas de forma sustentável, ecologicamente equilibrada, socialmente justa e economicamente viável.

Tais questões são pertinentes quando relacionadas a produtores ou a comunidades que possam ser estimulados a adotar formas alternativas e sustentáveis de uso da terra.

Envolvimento das comunidades locais

Uma das maneiras mais eficazes no envolvimento comunitário é a adoção de uma abordagem participativa. São raras as iniciativas em que se prevêem a capacitação de técnicos e de pesquisadores para a utilização de métodos que estimulem a participação efetiva e obedeçam a um código de ética básico, resultando numa transferência de poder. A pergunta-chave é: como interferir numa comunidade para introduzir ações de educação e de um manejo? As etapas podem ser compreendidas na forma que se segue:

Identificação de problemas

A identificação pode ser feita durante as reuniões previamente organizadas por qualquer pessoa da comunidade ou por técnicos, pesquisadores, professores, associações comunitárias ou lideranças. É fundamental estimular a participação de todos. Os problemas identificados devem sempre refletir as expectativas e as necessidades da população em questão. Portanto, é importante que, desde o primeiro momento, haja participação, pois as pessoas externas à comunidade

(técnicos, pesquisadores etc.) devem atuar apenas como facilitadores do processo. Mesmo quando a escolha é identificada pelo facilitador ou grupo externo, sendo o processo participativo, essa escolha passa a ser fruto da coletividade, e a busca e a adoção de soluções, de responsabilidade de todos. Dessa forma, há estímulos para se enfrentar os desafios e o entendimento de que todos precisam contribuir para as soluções. Nessa etapa, são fundamentais o respeito, a empatia e a receptividade para que a construção se faça com o grupo. Identificados os problemas, os participantes discutem sobre a identificação dos possíveis atores que podem contribuir para mudanças.

Reflexão sobre os potenciais e identificação de valores locais

Segundo os autores abaixo esse tipo de reflexão também deve ser feita na forma de reuniões participativas e usando estratégias de dinâmicas de grupo (Dietz & Tamaio, 2000; Militão & Militão, 2000; BRASIL, 2001; BRASIL, 2001a; Gonçalves & Perpétuo, 2002; Vila & Falção, 2002), pesquisa-ação (Barbier, 1985, 1996, 1998; Thiollent, 1992), diagnóstico rural participativo (Chambers, 1992, 1994), educação global (Selby, 1999; Pike & Selby, 1999, 2001), essa etapa inclui aspectos humanos, culturais e ecológicos. Vale ressaltar a importância de serem feitos, previamente, levantamentos e diagnósticos do perfil socioeconômico e cultural da população local. Essas informações são básicas para que possam ser traçados os objetivos, levantados os recursos regionais e as necessidades mais prementes a serem enfocadas.

Nessa fase, trabalha-se a auto-estima que, comumente, é baixa em comunidades rurais e localizadas em regiões afastadas dos grandes centros, já que raramente exercem o papel de agentes de mudanças. A valorização de aspectos locais, tais como espécies raras e endêmicas, elementos naturais, festas folclóricas, costumes, arte, paisagens, entre outros, pode despertar a autoconfiança para que o indivíduo seja capaz de acreditar em si e agir em prol de um ideal. Quando isso ocorre, é possível haver maior motivação e engajamento, pois o problema pode tornar-se um desafio que merece ser enfrentado. Mesmo quando se trata de um processo individual, as mudanças desencadeadas podem ampliar o interesse coletivo, as possibilidades de atuação e a postura ética de todos os envolvidos.

Idealização da solução dos problemas identificados

Nessa etapa é importante averiguar qual é a vontade da comunidade em questão. Qual é a situação ideal para reverter a situação problemática? A vontade passa a ser o ponto de partida para a identificação das ações a serem trabalhadas. Essa etapa estimula a criatividade, a intuição e a afetividade, elementos básicos para inspirar situações ideais.

Desenvolvimento de estratégias

Só é possível implementar essa etapa quando se define, em conjunto, aonde se pretende chegar. Os desafios dos quais se originam as vontades devem ser a base para a identificação das estratégias a serem adotadas. Essa etapa

inclui o delineamento dos passos que vão da identificação dos problemas às situações ideais, preferencialmente, a partir das potencialidades locais ou externas quando necessário. Sendo assim, volta-se aos valores locais como forma de resolver os problemas e trabalha-se com humildade, entusiasmo, ousadia e persistência. A responsabilidade de efetivar as estratégias definidas pode ser individual ou coletiva, dependendo do processo de criação e do grau de interesse despertado nos participantes. Aqui são consolidadas as estratégias educacionais sempre acompanhadas de avaliações para que possam ser modificadas e melhoradas continuamente. Nessa fase, buscam-se o apoio e a participação dos diversos segmentos das comunidades locais.

Parcerias

Essa etapa é de fundamental importância para o fortalecimento da proposta e das possibilidades da adoção das estratégias criadas. Quando as parcerias são locais, aumenta-se a valorização do que é regional, e os agentes de mudanças podem sentir-se orgulhosos de participar das soluções propostas. Dessa forma, trabalham-se a solidariedade e a cooperação ao incentivar a diversidade de parcerias e evita-se que a liderança se estabeleça por alguns ou que se concentre em determinados indivíduos ou instituições.

Avaliação das estratégias desenvolvidas

Acompanhar a execução das ações é fundamental para se refletir sobre os processos percorridos e que se

façam ajustes e melhorias nas estratégias aplicadas. As avaliações contínuas permitem detectar falhas, ajudando a evitar desperdício de tempo, energia e recursos. Informações oriundas de avaliações podem ser de grande valia para obter recursos, disseminar resultados e retroalimentar os processos executados. Os participantes devem ser continuamente informados sobre os aspectos já discutidos e quais os que necessitam de mudanças. Isso exige flexibilidade, altruísmo, poder de transformação e de renovação, além de humildade, pois há sempre a possibilidade de se constatar que os resultados não foram tão eficazes quanto se esperava.

Incluem nesse contexto as avaliações mais específicas da eficácia do programa como um todo, o que permite a disseminação dos resultados e a busca de apoio para a continuidade dos programas. O ideal seria que os resultados fossem analisados, avaliados e apresentados às comunidades participantes para que houvesse engajamento efetivo em todas as etapas do processo.

Trabalhos comunitários concluídos podem dar origem a publicações e a atividades pedagógicas visando a divulgar na comunidade as informações coletadas ou os resultados alcançados. Na redação desse material, a linguagem deve ser adequada para atingir públicos diferenciados: infantil, juvenil, professores, produtores etc. Além disso, é importante selecionar técnicas apropriadas para se repassar a informação para cada público, podendo-se usar cartilhas, cartazes, jogos, cursos, palestras ou ainda a combinação de mais de um desses veículos.

Estudos de Caso

Modelo participativo desenvolvido pelo IPÊ - Instituto de Pesquisas Ecológicas

Torna-se mais fácil despertar em cada pessoa o senso de responsabilidade, motivação e interesse coletivo quando seus anseios, preocupações e potencial individual são considerados. A transparência na execução das ações de educação ambiental e o respeito pela forma de vida dessas comunidades são pressupostos básicos para fortalecer a confiança coletiva, quesito essencial para viabilizar qualquer processo de cooperação. O ideal é que houvesse a interação entre todos os segmentos, de forma a contemplar os diversos interesses e prioridades e é nesse processo participativo que o potencial de cada indivíduo pode ser fortalecido.

No modelo participativo proposto por Padua et al. (1999), cada passo é direcionado com vistas a refletir melhorias sociais e ambientais, conjuntamente estabelecidas nessas comunidades. Os educadores ambientais do IPÊ, com o uso desse modelo, têm obtido respostas significativa de como os diversos públicos ligados a diferentes categorias de unidades de conservação, localizadas no bioma da Mata Atlântica. Nesse modelo, a participação é a base para que nas várias etapas, sejam considerados os anseios de todos (Tabela 1).

Tabela 1. Modelo participativo. (A numeração é de baixo para cima porque se assemelha a uma construção).

	Etapas do Processo	Valores Correspondentes
o	6. Acompanhamento • mudança de estratégias • disseminação de resultados • obtenção de apoio	Flexibilidade Altruísmo Transformação Renovação
á	5. Parcerias	Solidariedade Cooperação
c	4. Desenvolvimento de estratégias: • buscar recursos locais – humanos, ambientais e materiais • trazer inputs externos – humanos, ambientais e materiais	Humildade Entusiasmo Ousadia Persistência
a	3. Sonho ou visão • objetivos e metas	Criatividade Intuição Afetividade
v	2. Reflexão sobre potenciais locais • troca de idéias, experiências e conhecimentos	Auto-estima Ética
A	1. Identificação de desafios, problemas e temas	Respeito Empatia Receptividade

Fonte: Modificado de Padua & Tabanez (1997); Padua et al. (1999) e Padua (2001).

O modelo inicia-se com a identificação de problemas ou temas locais que nem sempre refletem as prioridades do educador ou facilitador externo. O respeito e a receptividade são essenciais para facilitar o senso de inclusão de todos no processo. Ao se refletir sobre potenciais locais, passa-se a valorizar o que existe na região, aumentando a auto-estima e o orgulho, fatores fundamentais para motivar o engajamento em ações de mudanças. O sonho ou visão pode ser um exercício sobre a criatividade na qual a afetividade pelo local é mais facilmente expressada. No momento em que as situações ideais tornarem-se claras, será possível idealizar estratégias que ousem direcionar esforços para se alcançar determinados resultados. A colaboração via parcerias representa uma soma de esforços para se chegar mais rapidamente aonde se pretende, além de ajudar a integrar diversas facções de uma comunidade. Finalmente, um monitoramento constante é necessário para que se possa ajustar e melhorar ações, sem desperdiçar tempo, energia e recursos, como pode ser observado na Tabela 2 (Padua, 2001).

Todas as opiniões passam a ser importantes e assim todos são incluídos nos processos decisórios, o que ajuda a valorizar o indivíduo, sua sociedade e sua cultura. A não-imposição de idéias e de valores pode resultar em nova ética que se fundamenta na busca de caminhos que incluem e constroem, coibindo a imposição e a dominação.

Tabela 2. Modelo de avaliação.

Planejamento	Processo	Produto
Levantamento dos problemas / temas / questões	Criação de estratégias / atividades para alcançar os objetivos	Avaliação do processo (melhoria do programa)
Levantamento dos potenciais locais	Levantamento do material já existentes e/ou elaboração de novo	Análise de resultados esperados
Definição dos objetivos		Análise de resultados não-esperados
Identificação dos públicos-alvo	Elaboração de um cronograma de atividades	Utilização dos resultados para apoio
Analise dos recursos disponíveis e possíveis parcerias	Capacitação de pessoal envolvido	Disseminação dos resultados
Seleção dos instrumentos de avaliação	Cada etapa deve ser avaliada continuamente (avaliação formativa)	A avaliação geral indica eficácia ou ineficácia (avaliação somativa)

Fonte: Padua, 2001.

Um exemplo de resultado obtido da aplicação desse modelo participativo, desenvolvido pelo Ipê, é o programa de educação ambiental que visa a proteger o mico-leão-preto (*Leontopithecus chrysopygus*) no Parque Estadual do Morro do Diabo e na Estação Ecológica dos Caetetus, ambas as unidades de conservação administradas pelo Instituto Florestal de São Paulo (Padua & Valladares-Padua, 1997; Padua, 2001). Todos os segmentos das comunidades foram considerados na identificação dos problemas. A própria comunidade demandou a continuidade do

programa de educação ambiental no caso da primeira unidade ou a implementação de um programa no caso da segunda. O envolvimento de uma gama diversa de público, como estudantes, fazendeiros, políticos, profissionais liberais e demais interessados acabou resultando em um evidente sentimento de orgulho, na Região, pela existência do mico-leão-preto e das áreas protegidas, além da clara motivação da população local em participar das ações visando a sua conservação. Esse é um exemplo de como um elemento da natureza (o mico-leão-preto) pode levar a sociedade a repensar a questão ambiental, valorizando-a a ponto de desencadear um senso de compromisso, evidenciado em ações que contribuíram para a proteção das unidades tanto apagando incêndios florestais quanto participando de mutirões diversos e auxiliando ativamente em eventos ambientais e manifestações que favorecerão a conservação ambiental.

A pesquisa-ação para o envolvimento em programas de recuperação e conservação

Outro exemplo de trabalho foi o desenvolvido por Rezende et al. (2001) que usaram estratégias da pesquisa-ação no envolvimento dos produtores rurais para a conservação e recuperação das Matas de Galeria do Distrito Federal e Entorno.

A pesquisa-ação é uma ferramenta de compreensão e explicação da realidade dos grupos sociais por eles mesmos, com o intuito de melhorá-la. É uma investigação que tem como objetivo responder a necessidades específicas de transformação dessa realidade. É definida

pelos próprios envolvidos na ação e deve permitir a geração de conhecimentos práticos, necessários para se alcançar as mudanças desejadas. Consiste num método qualitativo que busca o significado mais profundo da realidade a cada momento. É desenvolvida em três etapas distintas: descrição do comportamento verbal ou não verbal das comunidades (identificação dos problemas); organização dos dados levando em consideração as informações mais expressivas daquilo que o pesquisador (facilitador) deseja compreender; a interpretação dos dados (que seria o confronto entre as perguntas do facilitador e as respostas dadas pela comunidade). Supõe o questionamento fundamental das estruturas sociais estabelecidas e busca ser nova prática concreta de análise sociológica dos grupos que desejam *tornar-se sujeitos* e não objetos da ação social (Barbier, 1985, 1996, 1998; Thiollent, 1992).

Nesse contexto, o programa de educação ambiental desenvolvido por Rezende et al. (2001) começou em 1999, com o primeiro contato com os líderes das comunidades selecionadas os quais, logo de início, mostraram descrédito em relação aos trabalhos desenvolvidos por instituições governamentais. Segundo os produtores, nos projetos até então apresentados, prometia-se uma série de mudanças, o que não ocorria, pois resultados concretos não eram observados pela comunidade. No referido projeto, os principais problemas das comunidades foram levantados em reuniões participativas em que seus integrantes podiam expor seus problemas, anseios e frustrações. O que não se podia resolver comunitariamente era encaminhado aos

órgãos de fiscalização das respectivas regiões (SEMARH-DF, Ibama, Femago-GO).

No programa, foram envolvidos aproximadamente 188 produtores e abriu-se um canal para que eles externassem suas opiniões e participassem mais efetivamente das questões ambientais que os afetavam diretamente. A vinculação da informação técnica resultou na sensibilização mais profunda dos produtores rurais que se organizaram para a realização de ações práticas, formando associações para mobilizar a comunidade, despertando nelas o senso de responsabilidade pela recuperação das áreas degradadas, bem como pela compreensão da importância da mata para a manutenção dos recursos hídricos.

Analizando os resultados obtidos da pesquisa-ação, observa-se que elas corroboram as idéias de Pires & Santos (1995) ao afirmarem que:

Somente uma abordagem holística, que verifique causas e efeitos das intervenções humanas e interprete as condições ambientais de toda a área estudada, permitirá traçar diretrizes de desenvolvimento adequado ao ambiente físico e biológico. O desafio está em transformar a questão ambiental no eixo do processo de planejamento, para que as atividades econômicas desenvolvidas sejam duradouras e consequentes, elas devem ser determinadas pelo nível de sustentabilidade ambiental. Nesse tipo de planejamento, a integridade do ambiente deve ser o fator determinante e o nível de atividade desenvolvimentista permitida, a variável dependente.

Conclusões

A educação ambiental é um dos caminhos para sensibilizar as comunidades sobre a importância do meio ambiente. Temas como preservação e conservação vêm despertando cada vez mais o interesse não só da mídia, como também de organizações governamentais e não governamentais, bem como da sociedade em geral, devido às agressões impostas ao ambiente. Mudar as convicções sobre o uso dos recursos ambientais parece depender da internalização de novos valores. Mesmo sabendo que é necessário mudar, o ser humano tem demonstrado enorme resistência em abrir mão do poder e da posse de bens materiais que acabam segmentando e acentuando as diferenças entre os mais abastados e os menos privilegiados. Entre o conhecimento e a ação ou entre o conhecimento e o comportamento harmônico com a natureza, existe uma grande distância que precisa ser compreendida para que as mudanças almejadas possam ser alcançadas. Com os recursos oferecidos pela educação ambiental, é possível intervir na visão racional e fragmentada da sociedade atual, direcionando-a para pensamentos e valores integradores e harmoniosos que permitem despertar o interesse, a autoconfiança, o engajamento e a participação dos indivíduos em melhorias socioambientais (Padua, 2001).

Considerando a educação ambiental como um processo no qual se alia o conhecimento teórico à experimentação direta com o meio, consequentemente, pode-se considerar, também, que as áreas naturais podem ser locais propícios para o aprendizado onde o indivíduo

recebe informações ao mesmo tempo em que tem a oportunidade de trabalhar emoções e sensações. Essa combinação é importante porque pode servir de alicerce a novos valores que incluem a proteção à natureza. O objetivo é proporcionar à comunidade-alvo questionamentos e reflexões mais profundos que possam despertar uma concepção mais ampla de natureza.

Nesse contexto, as estratégias participativas têm sido de grande eficácia em programas de educação ambiental e podem ser adotadas em situações diversas com apoio de instituições governamentais, não governamentais ou de indivíduos. Pode ser um meio útil para o trabalho com quem tem contato com o ambiente natural, incluindo pequenos ou grandes produtores, seja em modelos de agricultura familiar ou em grandes empreendimentos agropecuários. Respeitando as comunidades locais ou os indivíduos com quem se pretende trabalhar, os pesquisadores, educadores ou ambos passam gradativamente a ser facilitadores, já que cada um pode assumir o papel de líder, traçando seu próprio caminho.

A educação ambiental é forte ferramenta de auxílio no envolvimento comunitário, pois traz novas potencialidades para o desenvolvimento de um processo democrático e participativo. Sendo assim, pode contribuir para a formulação e implementação de políticas públicas que busquem a integração do ser humano com o meio ambiente em áreas como agricultura, ciências, tecnologia, educação entre outras. Para implementar esse processo democrático e participativo é necessário que todos estejam dispostos a agir ativamente na construção de um futuro melhor para o ser humano e para as demais espécies vivas no planeta.

Referências Bibliográficas

ACADEMIA DE CIÊNCIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Glossário de Ecologia.** São Paulo: 1987.

BARBIER, R. A escuta sensível na abordagem transversal. In: BARBOSA, J. G (Org.) **Multirreferencialidade nas ciências e na educação.** São Carlos: EDUFSCAR, 1998.

BARBIER, R. **A Pesquisa-ação na instituição educativa.** Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1985. 280 p.

BARBIER, R. **La Recherche Action.** Paris: Economica, 1996. 112 p.

BENJAMIN, A. H. V. Desapropriação, reserva florestal legal e áreas de preservação permanente. Disponível em: <<http://crisdireitomarinho.vilabol.uol.com.br/23.html>>. Acesso em: nov. 2001.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros em Ação, Meio Ambiente na Escola.** Brasília, 2001.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Diretoria de Educação Ambiental. **Educação Ambiental:** curso básico a distância. Brasília, 2001a.

CARVALHO, I. Movimentos sociais e políticas de meio ambiente. A Educação Ambiental aonde fica? In: SORRENTINO, M.; TRAJBER, R.; BRAGA, T. **Cadernos do III Fórum de Educação Ambiental.** São Paulo: Gaia, 1995. p. 58-62.

CASCINO, F.; JACOBI, P.; OLIVEIRA, J. F (Org.). **Educação, meio ambiente e cidadania:** reflexões e experiências. São Paulo: SMA: CEAM, 1998. 122 p.

CHAMBERS, R. **Rural Appraisal: rapid, relaxed and participatory.** London: Institute of Development Studies, 1992. 89 p. (IDS. Discussion Paper, 311).

CHAMBERS, R. The origins and practice of Participatory Rural Appraisal. **World Development**, v. 22, n. 7, p. 953-969, 1994.

DA-RÉ, M. A. Ararinha-Azul e comunidade de conservação: abordagem conceitual da prática de uma estratégia. In: ROURE, M.; PADUA, S. M. (Org.). **Empreendedores sociais em ação.** São Paulo: Cultura Editores Associados, 2001. p.101-119.

DIAS, G. F. **Educação ambiental:** princípios e práticas. 5. ed. São Paulo: Gaia, 1998. 400 p.

Cerrado: ecologia e caracterização

DIEGUES, A. C; VIANA, V. M. (Org.). **Comunidades tradicionais e manejo dos recursos naturais da Mata Atlântica.** São Paulo: NUPAUB, 2000. 273 p.

DIETZ, L. A.; TAMAIO, I. (Coord.). **Aprenda fazendo:** apoio aos cursos de educação ambiental. Brasília: WWF Brasil, 2000. 386 p.

FONSECA, G. A. B.; AGUIAR, L. M. S. Enfoques interdisciplinares para a conservação da biodiversidade: a experiência do programa de pós-graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre da UFMG, In: **Abordagens Interdisciplinares para a conservação da biodiversidade e dinâmica do uso da terra no Novo Mundo.** Belo Horizonte: UFMG: Universidade da Flórida, 1995. Atlas de Congresso, Conservation International.

GAYFORD, C.; DORIAN, C. **Planning and Evaluation of Environmental Education in the School Curriculum.** Reading: University of Reading, 1994.

GONÇALVES, A. M.; PERPÉTUO, S. C. **Dinâmicas de Grupos na formação de lideranças.** Rio de Janeiro: DP&A, 2002. 152 p.

IBAMA (Brasília, DF). **Educação ambiental:** as grandes orientações da Conferência de Tbilisi. Brasília, 1997. 154 p. (Coleção meio ambiente. Série estudos Educação Ambiental: edição especial).

LAYRARQUES, P. P. A resolução de problemas ambientais locais deve ser um tema gerador ou atividade fim da educação ambiental? In: REIGOTA, M. (Org.). **Verde Cotidiano:** o meio ambiente em discussão. Rio de Janeiro: DP&A, 2001. p. 131-148.

LEOPOLD, A. **A sandy county.** New York: [s.n.], 1949.

MILITÃO, A.; MILITÃO, R. **Jogos, Dinâmicas e Vivências Grupais:** como desenvolver sua melhor técnica em atividades grupais. Rio de Janeiro: Quality Mark, 2000. 248 p.

MOREIRA, A.; RAMOS, A.; ANDERSON, A.; BENSUSSAN, N.; FREITAS, A.(Org.). Presença Humana em Unidades de Conservação.In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PRESENÇA HUMANA EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 1996, Brasília. **Anais...** Brasília, 1996. 126p.

NOAL, F. O.; REIGOTA, M.; BARCELOS, V. H de L. (Org.). **Tendências da educação ambiental brasileira.** Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 1998. 261 p.

PADUA, S; VALLADARES-PADUA, C. Um programa integrado para a conservação do mico-leão-preto (*Leontopithecus chrysopygus*) -pesquisa, educação e envolvimento comunitário. In: PADUA, S.; TABANEZ, M. (Org.). **Educação**

ambiental: caminhos trilhados no Brasil. Brasília: Instituto de Pesquisas Ecológicas, 1997. p. 119-131.

PADUA, S.; TABANEZ, M. Uma abordagem participativa para a conservação de áreas naturais: educação ambiental na Mata Atlântica. In: CONGRESSO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 1., 1997, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Universidade Livre do Meio Ambiente, 1997. p. 371-379.

PADUA, S. M. Educação ambiental e participação comunitária: chaves para a conservação da Biodiversidade. In: ROURE, M.; PADUA, S. M. (Org). **Empreendedores sociais em ação.** São Paulo: Cultura Editores Associados, 2001. p.183-201.

PADUA, S. M.; TABANEZ, M.; SOUZA, M. G.; VON HÖEFFEL, J. L. Participação: um elemento-chave para envolvimento comunitário: uma experiência em Educação Ambiental na Área de Proteção Ambiental - APA Piracicaba. **Revista de Educação e Ensino**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 75-84, 1999.

PEDRINI, A. G. **Educação ambiental:** reflexões e práticas contemporâneas. 4. ed. Petropólis: Vozes, 2001.

PEDRINI, A. G. **O Contrato social da ciência:** unindo saberes em educação ambiental. Petropólis: Vozes, 2002.

PHILIPPI Jr., A.; COIMBRA, J. A. A.; PELICIONI, M. C. F. Educação Ambiental: Do passado e do presente para alcançar a sustentabilidade. In: PHILIPPI Jr., A.; PELICIONI, M. C. F. (Ed.). **Educação Ambiental:** desenvolvimento de cursos e projetos. São Paulo: USP: Signus, 2002. p.321-330.

PIKE, G.; SELBY, D. **Educação global:** aprendizado global: volume 1. Tradução de Sandra Galeotti. São Paulo: Textonovo, 1999. 119 p. Título original.: Global Teacher, Global Learner.

PIKE, G.; SELBY, D. **Educação Global:** o professor global, o currículo global: volume 2. Tradução de Paulo Pompeu. São Paulo: Textonovo, 2001. 98 p. Título original: Global Teacher, Global Learner.

PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E. Bacias hidrográficas: integração entre meio ambiente e desenvolvimento. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 110, p. 40-45, jun. 1999.

REIGOTA, M. **O que é educação ambiental.** São Paulo: Brasiliense, 1994. 63 p. (Coleção Primeiros Passos, 292).

Cerrado: ecologia e caracterização

REZENDE, R. P.; FONSECA, C. E. L.; SOUZA, C. C.; BALBINO, V. K. Educação Ambiental na Conservação e Recuperação de Mata de Galeria. In: RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L. da; SOUSA-SILVA, J. C. (Ed.). **Cerrado: caracterização e recuperação de Matas de Galeria.** Planaltina: Embrapa Cerrados. 2001. 899 p. (Série Cerrado).

ROCHA, A. J. A.; NAVES, J. C. S. **Guia do meio ambiente:** coletânea de temas. Brasília: Tablóide, 1992. 217 p.

ROCHA, L. M. Unidades de conservação e organizações não-governamentais em parceria: programas de educação ambiental. In: PADUA, S. M.; TABANEZ, M. F.(Org.). **Educação ambiental:** caminhos trilhados no Brasil. Brasília: MEC, 1997. p.237-245.

SANTOS, J. E.; SATO, M. **A contribuição da educação ambiental a esperança de Pandora.** São Carlos: Rima Editora, 2001.

SELBY, D. Global Education: Toward a Quantum Model of Environmental Education: In **Canadian Journal of Environmental Education**, 4 v. p. 125-141, 1999.

SORRENTINO, M. Desenvolvimento sustentável e participação: algumas reflexões em voz alta. In: LOUREIRO, C. F. B.; LAYRARGUES, P. P.; CASTRO, R. S. (Org.). **Educação Ambiental:** repensando o espaço de cidadania. São Paulo: Cortez, 2002. p. 15-21.

THIOLLENT, M. **Metodología da pesquisa-ação.** 3. ed. São Paulo: Cortez: Autores Associados, 1992.

TRAJBER, R.; COSTA, L. **Avaliando a Educação Ambiental no Brasil:** materiais audiovisuais. São Paulo: Fundação Peirópolis e Ecoar, 2001. 156 p.

TRAJBER, R.; MANZOCHI, L. H. (Org.) **Avaliando a Educação Ambiental no Brasil:** materiais impressos. São Paulo: Gaia, 1996. 230 p.

UNESCO. **La educación ambiental:** las grandes orientaciones de la conferencia de Tbilisi. Paris: ONU, 1980.

VIANA, V. M. Envolvimento Sustentável e Conservação das Florestas Brasileiras. In: DIEGUES, A. C; VIANA, V. M (Org.). **Comunidades Tradicionais e Manejo dos Recursos Naturais da Mata Atlântica.** São Paulo: NUPAUB, 2000. p. 23-26.

VILA, M.; FALCÃO, P. **Focalização de Jogos em T&D.** Rio de Janeiro: Quality Mark, 2002.



Na Livraria Embrapa, você encontra
livros, fitas de vídeo, DVDs e
CD-ROMs sobre agricultura,
pecuária, negócio agrícola, etc.

Para fazer seu pedido, acesse
www.embrapa.br/liv

ou entre em contato conosco
Fone: (61) 3448-4236
Fax: (61) 3448-2494
vendas@sct.embrapa.br

Impressão e acabamento
Embrapa Informação Tecnológica

*O papel utilizado nesta publicação foi produzido conforme a certificação
do Bureau Veritas Quality International (BVQI) de Manejo Florestal.*



Cerrados

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



ISBN 85-7383-261-4

A standard linear barcode representing the ISBN number 85-7383-261-4.

CGPE: 4679
9 788573 832617