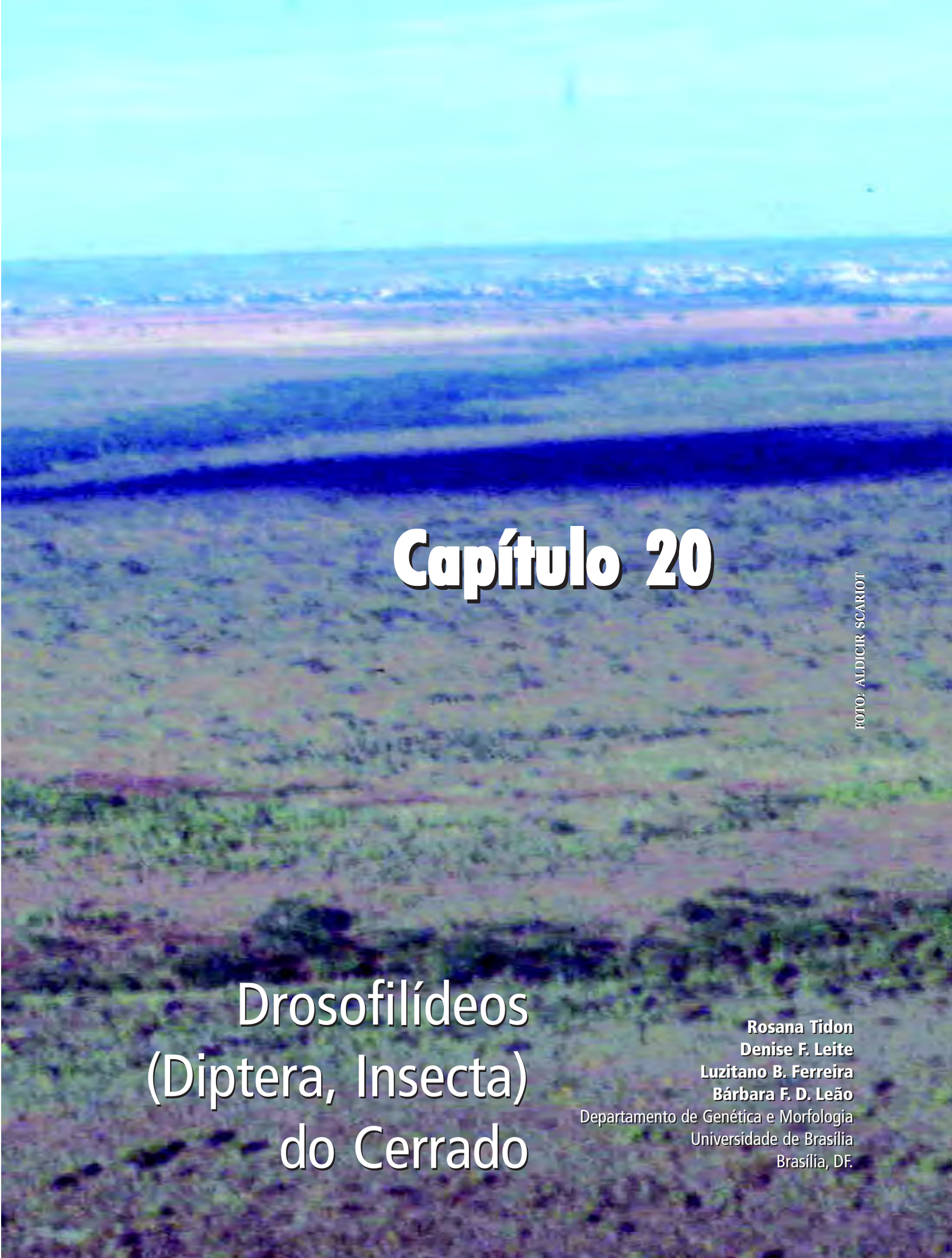


Capítulo 20

FOTO: ALDICIR SCARIOT

Drosofilídeos (Diptera, Insecta) do Cerrado

Rosana Tidon
Denise F. Leite
Luzitano B. Ferreira
Bárbara F. D. Leão
Departamento de Genética e Morfologia
Universidade de Brasília
Brasília, DF.

INTRODUÇÃO

Os insetos são excelentes organismos para investigar questões ecológicas, tais como a proposição de modelos que visem o desenvolvimento sustentável do planeta, em face das acentuadas modificações ambientais causadas pelo homem (Lawton, 2001). Drosofilídeos, em particular, são extremamente apropriados para explorar tais questões, uma vez que são pequenos e numerosos em termos de indivíduos e de espécies, amplamente distribuídos, sensíveis a modificações ambientais, facilmente coletados, possuem ciclo de vida curto e são facilmente manipulados nos laboratórios. Devido a essas características, esses insetos têm sido intensivamente utilizados em pesquisas, produzindo uma vasta literatura em várias áreas da Biologia. Nenhum outro modelo biológico tem sido estudado com tanta freqüência e em níveis tão diversos quanto as moscas do gênero *Drosophila*: em 1900 já havia 358 citações desse gênero em trabalhos científicos (Powell, 1997).

A família Drosophilidae possui representantes em praticamente todas as regiões biogeográficas, em diversos tipos de ecossistemas. Algumas espécies são endêmicas de determinadas áreas e outras são cosmopolitas, sendo que muitas desta última categoria dispersaram-se pelo mundo devido à sua capacidade de associação ao homem. São conhecidas mais de 2.800 espécies de Drosophilidae, quase 60% delas pertencentes ao gênero *Drosophila*. Wheeler (1986) se refere a 1.595 espécies desse gênero no "Catalog of the World Drosophilidae", e desde então dezenas de espécies novas foram registradas na literatura, inclusive, no Brasil (Val & Marques, 1996; Vilela & Bächli, 2000; Tidon-Sklorz & Sene, 2001). Certamente, a fauna das regiões temperadas é muito melhor conhecida do que a das regiões tropicais, onde provavelmente existem centenas de espécies ainda por descrever (Wheeler, *op. cit.*).

Em geral, as moscas dessa família são pequenas (cerca de 3mm) e apresentam coloração amarela, marrom ou preta, algumas vezes com padrões coloridos na parte dorsal do tórax. As asas geralmente são claras e o abdome

freqüentemente possui faixas ou manchas que podem estar presentes em alguns ou em todos os tergitos (Wheeler, 1981). A maioria dos drosofilídeos alimenta-se de microorganismos, principalmente leveduras, presentes em fungos ou vegetais em decomposição. Algumas espécies são restritas ecologicamente, utilizando como sítio de reprodução somente uma espécie hospedeira; outras são mais versáteis, podendo utilizar uma variada gama de recursos em diferentes fungos e(ou) plantas.

Embora os primeiros dados sobre espécies brasileiras de *Drosophila* tenham sido publicados por Duda em 1925, levantamentos mais sistemáticos foram realizados apenas a partir da década de 1940 (Pavan & Cunha, 1947; Dobzhansky & Pavan, 1943, 1950; Pavan, 1950, 1959; Mourão *et al.*, 1965). Posteriormente, com base nas informações dos trabalhos precedentes e de um extensivo programa de coletas, Sene *et al.* (1980) e Vilela *et al.* (1983) discutiram a fauna drosofiliana dos domínios morfoclimáticos brasileiros, visando conhecer a distribuição geográfica das espécies mais comuns. A fauna de drosofilídeos do Brasil Central, entretanto, foi pouco amostrada nesses trabalhos.

Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi o de listar as espécies de drosofilídeos atualmente conhecidas no Cerrado, discutindo sua ocorrência na região em termos ecológicos e biogeográficos.

METODOLOGIA

A presente compilação foi elaborada com base em dois tipos de fontes. A primeira refere-se aos registros de ocorrência de drosofilídeos publicados na literatura, no período compreendido entre 1950 e 2001. Nesse levantamento, foram incorporadas apenas as localidades incluídas no bioma Cerrado *sensu* Ab'Saber (1977). Áreas com vegetação de cerrado *sensu stricto* situadas além dos domínios desse bioma não foram consideradas. Adicionalmente, foram considerados dados de coletas realizadas por nós, em diversas localidades do Brasil Central, no período compreendido entre 1997 e 2002. Nesta categoria, incluem-se visitas mensais ao Parque Nacional de Brasília (PNB: 15º 40' S; 47º 54'W) e à Reserva Ecológica do IBGE (RECOR: 15º 56' S; 47º 53' W) durante um período de dois anos, em ambientes urbanos da cidade de Brasília durante um ano, além de outras coletas esparsas mencionadas oportunamente.

A captura de drosofilídeos geralmente envolve o uso de iscas de frutas fermentadas (em armadilhas ou depositadas diretamente sobre o solo), cujos microorganismos atraem essas moscas. Os insetos atraídos, coletados com rede entomológica, em geral são levados vivos para o laboratório, onde são identificados sob lupa binocular (Dobzhansky & Pavan, 1943; Pavan & Cunha, 1947; Freire-Maia & Pavan, 1949; Frota-Pessoa, 1954). Em alguns casos a determinação das espécies é feita mediante a análise da genitália masculina, cuja morfologia é diagnóstica (Val, 1982; Vilela & Bachli, 1990; Vilela, 1992). Assim, é importante ressaltar que as espécies de Drosophilidae mencionadas neste trabalho restringem-se àquelas atraídas por iscas de frutas fermentadas, não incluindo, portanto espécies associadas a fungos, flores e eventuais outros substratos.

ESPÉCIES DE DROSOFILÍDEOS REGISTRADAS NO BIOMA CERRADO

A Tabela 1 lista as espécies cuja ocorrência já foi registrada no Cerrado.

Tabela 1. Relação das espécies de drosofilídeos registradas no Bioma Cerrado

Espécie	Registro da ocorrência	*Habitat*
D. albirostris	11	mg
D. ananassae	11	
D. annulimana	15	mg
*D. aragua**	16, 17	ce, mg,
D. aff. *arapuan*	15	mg
D. ararama	8, 13, 16, 17	ce, mg
*D. arauna**	16, 17	mg, po
*D. atrata**	16, 17	mg
D. aureata	15	mg
D. austrosaltans	4, 8, 16	ce, mg
D. bandeirantorum	8, 11, 17, 16	ce, mg, po
*D. bifilum**	19	mg
D. bocainensis	2, 8, 16, 17	ca, ce, mg
D. bocainoides	15	mg
D. borborema	9, 14	ar
D. bromelioides	15	mg
D. busckii	6, 8, 9, 11, 16, 17, 18	ca, ce, mg, po, au
D. buzzatii	11, 14, 20	ce, rg
D. camargoi	5, 7	
D. canalinea	2	ce
D. caponei	11, 15	mg, rg
D. capricorni	2, 5, 8, 11	ce, rg
D. cardini	8, 9, 11, 16, 17, 18	ca, ce, mg, po, au
D. cardinoides	5, 8, 11, 16, 18	ca, ce, mg, po, au
D. coroica	14	ce
D. dreyfusi	15	mg
D. fumipennis	2, 6, 8, 11, 16	ce, mg, po
D. fuscolineata	2, 11, 16	ce, mg, po
D. gouveai	10, 20	ar
D. griseolineata	11, 15	ce, mg
D. guaraja	11, 15	mg, rg
*D. guaru**	16, 17	mg
D. hydei	9, 11, 14, 16, 17, 18	ca, ce, mg, po, au
D. immigrans	2, 8, 11, 16, 17, 18	ca, ce, mg, po, au
D. impudica	8	ce, mg
D. kikkawai	8	ce
D. maculifrons	2, 5, 8, 11, 16, 17	ca, ce, mg
D. malerkotliana	8, 9, 11, 12, 16, 17, 18	ca, ce, mg, po, au
D. medioimpressa	15, 16, 17	ce, mg
D. mediopicta	15	mg
D. mediopunctata	11, 13, 16, 17	ce, mg
D. mediostriata	2, 5, 11, 16, 17	ca, ce, mg, po
D. melanogaster	8, 18	ce, au
D. mercatorum	9, 11, 14, 16, 17, 18	ca, ce, mg, po, au
D. meridionalis	11	ce
D. mesostigma	11	mg
D. nebulosa	2, 5, 8, 9, 11, 16, 17, 18	ca, ce, mg, po, au
*D. neocardini**	15, 16	ce, mg
D. neocordata	8	ce
D. neoelliptica	4, 5	ce
*D. neoguaramunu**	16, 17	mg
D. nigricruria	2, 6, 9, 16, 17	ca, ce, mg, po

(continuação)

Tabela 1. Relação das espécies de drosofilídeos registradas no Bioma Cerrado

Espécie	Registro da ocorrência	*Habitat*
D. onca	15, 17	ce, mg
D. ornatifrons	11, 16, 17	ca, ce, mg, po
D. pallidipennis	2, 8, 9, 11, 16	ce
D. parabocainensis	11, 15	mg
D. paraguayensis	15, 16, 17	mg
*D. paramediostriata**	16, 17	mg
D. paranaensis	14, 16,17, 18	ca, ce, mg, po, au
D. paulistorum	15	mg
D. polymorpha	2, 6, 8, 9, 11, 16, 17, 18	ce, mg, po, au
D. prosaltans	4, 5, 7, 11, 16, 17, 18	ca, ce, mg, po, au
D. pseudorepleta	11, 15	rg, mg
D. repleta	14, 16, 17	ca, ce, po
D. rosinae	15, 17	mg
D. seriema	9	ar
D. schildi	1, 12, 16, 17	ce, mg
D. simulans	8, 9 , 11, 16 ,17, 18	ca, ce, mg, po, au
D. sturtevanti	2, 4, 5, 8, 9, 11, 16, 17, 18	ca, ce, mg, po, au
D. trapeza	15	mg
D. tropicalis	3	
D. unipunctata	15	mg
D. virilis	11	
D. willistoni	3, 17	ca, ce, mg, po
D. zottii	15	mg
S. latifasciaeformis	2, 5, 8, 9, 11, 16, 17, 18	ca, ce, mg, po, au
Z. indianus	16, 17, 18	ca, ce, mg, po, au

*: novos registros para o Cerrado
Registros - **1**. Burla & Pavan, 1953; **2**. Dobzhansky & Pavan, 1950; **3**. Ehrman & Powell, 1982; **4**. Magalhães, 1962; **5**. Pavan, 1950; **6**. Pavan, 1959; **7**. Pavan & Breuer, 1954; **8.** Sene *et al*., 1980; **9**. Tidon-Sklorz & Sene, 1995a; **10**. Tidon-Sklorz & Sene, 2001; **11**. Tidon-Sklorz *et al.*, 1994; **12**. Val & Sene, 1980; **13**. Val, *et al.*, 1981; **14**.Vilela *et al.*, 1983; **15.** Vilela & Mori, 1999; **16**. Coletas na RECOR; **17**. coletas no PN; **18**. Coletas em ambientes urbanos de Brasilia-DF **19**. Coletas na Fazenda Água Limpa, DF; **20** Coletas em Pirenópolis-GO. - ca = *cerradão*, ce = *cerrado sensu stricto*, mg = mata de galeria, po = pomar, ar = afloramento rochoso, au = ambientes urbanos.

Após o nome da espécie seguem as referências que a registram no bioma e os tipos de ambientes onde foi feita a captura (informação nem sempre disponível).

Foram identificados três gêneros de Drosophilidae no bioma Cerrado. *Drosophila*, o maior na Região Neotropical, contempla 75 das 77 espécies listadas. *Scaptodrosophila* e *Zaprionus* estão representados por apenas uma espécie cada um.

Dentre as 77 espécies de drosofilídeos reconhecidas, 67 são endêmicas da Região Neotropical e 10 nela introduzidas (*D. ananassae, D. busckii, D. hydei, D. immigrans, D. kikkawai, D. malerkotliana, D. melanogaster, D. simulans, Scaptodrosophila latifasciaeformis* e *Zaprionus indianus*). Várias dessas espécies são sinantrópicas e colonizaram a área após a chegada do homem, alterando a composição da fauna drosofiliana da região. Espécies da fauna nativa são encontradas em todas as fitofisionomias do bioma, demonstrando o alto grau de plasticidade adaptativa dessa família.

A seguir, são apresentadas algumas informações a respeito de cada uma das espécies encontradas no Cerrado. Os gêneros e subgêneros estão ordenados segundo sua importância relativa na Região Neotropical. As categorias

"grupo" e "subgrupo", embora não reconhecidas formalmente pela taxonomia, têm sido amplamente utilizadas para reunir espécies de drosofilídeos presumivelmente aparentadas (Patterson & Stone, 1952; Vilela, 1983). Tais agrupamentos, definidos com base na morfologia do adulto, das formas imaturas, e dos cromossomos, são elaborados com o intuito de refletir grupos monofiléticos de espécies. Informações detalhadas sobre a classificação dos drosofilídeos, bem como referências relativas às descrições das espécies, podem ser consultadas *on line* no banco de dados TaxoDros (Bächli, 1999).

Gênero *Drosophila*

Subgênero Drosophila

Grupo *annulimana*

Este grupo compreende 15 espécies neotropicais, encontradas principalmente em florestas úmidas (Tosi & Pereira, 1993). Cinco delas estão registradas no Cerrado.

D. aragua (Vilela & Pereira) e *D. arauna* (Pavan & Nacrur) já eram conhecidas de áreas florestadas do Estado de São Paulo (Vilela & Pereira, 1982; Tidon-Sklorz & Sene, 1992; Tosi & Pereira, 1993) e, no caso de *D. aragua*, também da Argentina. Este é o primeiro registro dessas espécies no Cerrado, onde foram capturadas em matas de galeria e cerrados *sensu stricto* (neste último apenas *D. aragua*).

D. ararama (Pavan & Cunha) ocorre em ambientes onde normalmente não se coletam espécies deste grupo, tais como cerrados e restingas (Mourão, 1966; Sene *et al.*, 1980). No Brasil Central, essa espécie foi registrada em cerrados e matas de galeria.

D. annulimana (Duda) e *D.* aff. *arapuan* (Cunha & Pavan) foram coletadas apenas na *Serra do Cipó* (Vilela & Mori, 1999), localizada no extremo leste do bioma Cerrado.

Grupo *aureata*

D. aureata (Wheeler), a única espécie deste grupo, já havia sido registrada do México ao Panamá. Sua ocorrência na Serra do Cipó (Vilela & Mori, 1999) ampliou sua distribuição para a América do Sul continental.

Grupo *bromeliae*

O único espécime de *D. bromelioides* (Pavan & Cunha) registrado no Cerrado foi coletado na Serra do Cipó (Vilela & Mori, 1999). Todas as espécies deste pequeno grupo neotropical criam-se e alimentam-se em flores, não sendo, portanto, comuns em iscas de frutas fermentadas.

Grupo *calloptera*

As oito espécies deste grupo (Val *et al.*, 1981) possuem manchas escuras nas asas, compondo desenhos peculiares. No Cerrado foram capturadas duas espécies, ambas em matas de galeria: *D. schildi* (Malloch), que ocorre desde o sudeste do Brasil até a América Central (Burla & Pavan, 1953), e *D. atrata* (Burla & Pavan), espécie amplamente distribuída em florestas da América do Sul (Val *et al.*, *op. cit.*). Este é primeiro registro de *D. atrata* no domínio do Cerrado.

Grupo *canalinea*

D. canalinea (Patterson & Mainland) foi registrada em diversas localidades brasileiras na década de 1950 (Dobzhansky & Pavan, 1950; Pavan, 1959), inclusive nos cerrados de Goiás. Expedições mais recentes não fazem referência a este grupo, que inclui outras 10 espécies.

Grupo *cardini*

Segundo Heed e Russell (1971) o grupo inclui 16 espécies ecologicamente versáteis, amplamente distribuídas nas Américas. Quatro delas foram encontradas no Cerrado.

D. cardini (Sturtevant) e *D. cardinoides* (Dobzhansky & Pavan) são morfologicamente muito semelhantes, e suspeita-se que vários dos inventários realizados no Brasil possam ter confundido essas duas espécies (Vilela *et al.*, 2002). De qualquer maneira, ambas já haviam sido registradas no Cerrado (Sene *et al.*, 1980), onde ocorrem em diversos tipos de ambientes.

D. polymorpha (Dobzhansky & Pavan) ocorre da Guatemala até o Brasil, onde vem sendo coletada desde os primeiros levantamentos (Dobzhansky & Pavan, 1943, 1950), em diversos tipos de ambientes: florestas, cerrados, restingas, e até mesmo em associação com o homem. Trata-se de uma espécie relativamente abundante nos diferentes domínios morfoclimáticos, exceto nas caatingas (Sene *et al.*, 1980).

D. neocardini (Streisinger) também é uma espécie amplamente distribuída no Brasil, mas geralmente rara nas coletas (Sene *et al.*, 1980), este é seu primeiro registro no Cerrado onde foi capturada em matas de galeria e cerrado *sensu stricto*.

Grupo *coffeata*

Este grupo inclui quatro espécies neotropicais (Vilela & Bächli, 1990), e apenas *D. fuscolineata* (Duda) foi coletada no Cerrado até o momento (tanto em matas de galeria como em cerrado *sensu stricto*). Essa espécie, que possui ampla distribuição geográfica, do México até o Brasil, foi descrita também como *D. castanea* e *D. fumosa* (Vilela & Bächli, *op cit*.).

Grupo *dreyfusi*

As nove espécies que compõem este grupo são, aparentemente, restritas a florestas. Embora *D. camargoi* (Dobzhansky & Pavan) tenha sido registrada no Cerrado na década de 1950 (Pavan, 1950; Pavan & Breuer, 1954), não tem sido coletada no Brasil Central. *D. dreyfusi* (Dobzhansky and Pavan), por outro lado, foi recentemente encontrada na Serra do Cipó (Vilela & Mori, 1999).

Grupo *guarani*

Este grupo é formado por 13 espécies neotropicais (Tidon-Sklorz *et al.*, 1994), cinco delas registradas no Cerrado. *D. maculifrons* (Duda) é amplamente distribuída no Brasil em vários ambientes, com a exceção das caatingas (Sene *et al.*, 1980), e vem sendo registrada no Cerrado desde a década de 1950. Em contraste, *D. griseolineata* (Duda) e *D. guaraja* (King) foram coletadas apenas na *Serra do Cipó*.

D. ornatifrons (Duda) ocorre na Mata Atlântica (Sene *et al.*, 1980) e em diversos ambientes do bioma Cerrado. *D. guaru* (Dobzhansky & Pavan), coletada no Estado de São Paulo nos levantamentos pioneiros (Dobzhansky & Pavan, 1943), não vinha sendo registrada em coletas mais recentes; entretanto, em 1999 ela foi encontrada em mata de galeria no Parque Nacional de Brasília, seu primeiro registro no Cerrado.

Grupo *immigrans*

D. immigrans (Sturtevant) é uma espécie introduzida e cosmopolita, a única deste grupo que ocorre na Região Neotropical (Val *et al.*, 1981). Ela já havia sido coletada em associação com o homem e em áreas de cerrados e florestas, entretanto nunca foi registrada em caatingas e dunas (Sene *et al.*, 1980).

Esta espécie tem sido capturada regularmente em diversos ambientes do Cerrado.

Grupo *pallidipennis*

D. pallidipennis (Dobzhansky & Pavan) distribui-se em diversos tipos de ambientes, com exceção das caatingas (Sene *et al.*, 1980). Tem sido capturada esporadicamente em cerrado *sensu stricto*.

Grupo *repleta*

Este é o maior grupo de drosófilas neotropicais abrangendo, atualmente, mais de 100 espécies. Inclui seis subgrupos (Rafael & Arcos, 1989), cinco deles presentes no Cerrado.

Subgrupo *fasciola*

É formado por 20 espécies predominantemente associadas a matas, embora algumas delas tenham cactáceas como local de criação. Três delas foram registradas no Cerrado. *D. coroica* (Wasserman) foi encontrada nos cerrados de Campo Grande (MS), Bolívia, Argentina, e em matas mesofíticas do Estado de São Paulo (Vilela *et al.*, 1983; Tidon-Sklorz & Sene, 1992). *D. rosinae* ocorre na região oriental da América do Sul, incluindo a Serra do Cipó, e *D. onca* (Dobzhansky & Pavan) distribui-se desde o Cerrado até o sul do Brasil (Vilela *et al.*, *op. cit.*).

Subgrupo *hydei*

O subgrupo *hydei* é formado por seis espécies nominais que se distribuem na parte norte da América do Sul, América Central, e sudeste da América do Norte. *D. hydei* (Sturtevant) é a única espécie cosmopolita do subgrupo. Foi registrada por Vilela *et al.* (1983) em vegetação aberta na América do Sul, incluindo o Cerrado, especialmente em áreas alteradas pelo homem e continua sendo registrada com regularidade em diversos tipos de ambientes desse bioma, em baixas freqüências.

Subgrupo *mercatorum*

Das quatro espécies incluídas no subgrupo *mercatorum*, duas ocorrem no Cerrado. *D. mercatorum* (Patterson & Wheeler) é abundante em ambientes naturais, principalmente os de vegetação aberta (Sene *et al.*, 1981; Vilela *et al.*, 1983), e foi encontrada também em quintais e quitandas (Oliveira & Sene, 1993). *D. paranaensis* (Barros) é uma espécie críptica de *D. mercatorum* que, embora mais rara, também é amplamente distribuída, ocorrendo em ambientes naturais do México à Argentina. No Brasil, já foi encontrada em vegetação de cerrado, dunas, e matas secundárias (Vilela *et al.*, 1983; Sene & Santos, 1988). As duas espécies foram registradas tanto em ambientes naturais como urbanos.

Subgrupo *mulleri*

Com mais de 35 espécies descritas, este é o maior subgrupo do grupo *repleta,* e praticamente todas as suas espécies usam cactáceas como local de criação. Em decorrência desta especificidade de nicho, estas espécies ocupam áreas onde ocorrem cactáceas em todo continente americano, predominantemente em regiões semidesérticas ou desérticas.

D. buzzatii (Patterson & Wheeler), provavelmente originada no Chaco argentino, foi levada pelo homem, juntamente com um dos seus hospedeiros, *Opuntia ficus-indica,* para várias partes do mundo. No Brasil ela é abundante nos estados do sul, ocorrendo junto com *O. monachanta*. Embora demonstre preferência por cactos do gênero *Opuntia,* suas larvas também já foram observadas criando-se em cactos do gênero *Cereus* (Pereira *et al.*, 1983).

Essa espécie, que já havia sido registrada no Cerrado (Vilela *et al.*, 1983), foi capturada por nós em afloramentos rochosos próximos à cidade de Pirenópolis-GO.

D. nigricruria (Patterson & Mainland) possui ampla distribuição geográfica, já havia sido registrada no Estado de Goiás (Vilela *et. al.*, 1983), e tem sido capturada em cerrados *sensu stricto* e matas de galeria.

D. meridionalis (Wasserman) ocorre em diversos locais com vegetação seca na América do Sul, incluindo os limites orientais do bioma Cerrado, onde há áreas com esse tipo de vegetação (Tidon-Sklorz *et al.*, 1994). *D. Borborema*, uma espécie endêmica da Caatinga, também ocorre nos limites orientais do bioma Cerrado (Vilela *et al.*, 1983, Tidon-Sklorz & Sene, 1995a).

D. serido (Vilela & Sene) era considerada uma espécie politípica amplamente distribuída na América do Sul (Sene *et al.*, 1988). Atualmente, as relações filogenéticas que compõem esse conjunto de espécies já estão mais bem esclarecidas (Tidon-Sklorz & Sene, 1995b), de maneira que podemos identificar as duas espécies que ocorrem no bioma Cerrado: *D. seriema* (Tidon-Sklorz & Sene), restrita aos campos de altitude da Cadeia do Espinhaço (Tidon-Sklorz & Sene, 1995c), e *D. gouveai* (Tidon-Sklorz & Sene), distribuída nas áreas mais secas da região central do país (Tidon-Sklorz & Sene, 2001).

Subgrupo *repleta*

D. repleta (Wollaston), uma das sete espécies desse subgrupo, é generalista e encontrada em praticamente todos os ambientes urbanos (quitandas, banheiros, lixões, etc.), sendo dificilmente coletada em ambientes naturais. Dada a sua ampla distribuição e à dificuldade de identificação inerente a todas as espécies do grupo, Vilela (1983) encontrou cerca de 10 sinonímias desta espécie. *D. zotti* (Vilela) e *D. pseudorepleta* (Vilela and Bächli) tem ocorrência registrada nas porções sudeste e sul da América do Sul; no Cerrado, são conhecidas apenas da Serra do Cipó.

Grupo *tripunctata*

Segundo Vilela (1992), este grupo de espécies é o segundo maior de drosófilas na Região Neotropical, de onde é endêmico; a única espécie do grupo que ocorre fora dessa área é *D. tripunctata* (Loew), registrada na Região Neartica. O grupo *tripunctata* foi proposto formalmente por Sturtevant, em 1942, e desde então diversas espécies novas foram nele incluídas (Frota-Pessoa, 1954; Heed & Wheeler, 1957; Pipkin & Heed, 1964).

A identificação das espécies deste grupo geralmente é difícil, devido à grande variação intra-específica e, em alguns casos, à semelhança entre diferentes espécies. Como ocorre com outros grupos de *Drosophila*, a morfologia da genitália masculina tem sido usada como um caráter confiável para discriminar as espécies. Ilustrações sobre a genitália dessas espécies, assim como maiores informações sobre sua sistemática, podem ser obtidas em Vilela (1992) e referências inclusas.

Segundo Sene *et al.* (1980), os espécimes deste grupo são muito abundantes em florestas, podem ser encontrados em baixas freqüências em cerrados, dunas, e estão ausentes das caatingas. Pavan (1959) sugere que as moscas do grupo *tripunctata* são mais freqüentes nas proximidades de rios e lagos durante os meses frios do ano.

Atualmente, 13 espécies deste grupo são conhecidas no Cerrado, sendo que três delas estão sendo registradas nesse bioma pela primeira vez. *D. bandeirantorum* (Dobzhansky & Pavan), *D. medioimpressa* (Frota-Pessoa), *D. mediopunctata (*Dobzhansky & Pavan), *D. mediostriata* (Duda) e *D. paraguayensis* (Duda), já haviam sido registradas no Bioma, e continuam sendo capturadas principalmente em matas de galeria. Por outro lado, *D. albirostris* (Sturtevant), *D. mediopicta* (Frota Pessoa), *D. mesostigma* (Frota Pessoa), *D. trapeza* (Heed & Wheeler) e *D. unipunctata* (Patterson & Mainland) foram coletadas apenas na Serra do Cipó. Por fim, este é o primeiro registro no Cerrado de *D. bifilum* (Frota-Pessoa), *D. neoguaramunu* (Frydenberg) e *D. paramediostriata* (Townsend & Wheeler).

Grupo *virilis*.

D. virilis (Sturtevant) é uma espécie amplamente distribuída, a única do grupo que ocorre na região Neotropical. No Cerrado, foi encontrada apenas na Serra do Cipó.

Não agrupadas

D. impudica (Duda) (syn = *D. para*), espécie com ampla distribuição geográfica, e *D. caponei* (Pavan & Cunha), espécie aparentemente associada a florestas, foram encontradas na periferia do bioma Cerrado.

Subgênero *Sophophora*

Grupo *melanogaster*

Com mais de 160 espécies descritas e, provavelmente, originário do sudeste asiático, este grupo apresenta espécies que foram introduzidas em várias regiões do mundo e que se tornaram cosmopolitas ou subcosmopolitas (Lemeunier *et al.* 1986; Toda, 1991). Quatro delas têm registro do Cerrado.

D. kikkawai (Burla) já era conhecida no Brasil desde a década de 1950 (Freire-Maia, 1953), porém, de acordo com Freire-Maia (1964), nessa ocasião essa espécie era ocasionalmente confundida com *D. montium* (Meijere). Segundo Wheeler (1981), *D. montium* ocorre somente em Java, e *D. kikkawai* é uma espécie subtropical. Embora esta última tenha registro nos cerrados próximos à Brasília (Sene *et al.*, 1980), ela não tem sido encontrada desde 1996.

D. malerkotliana (Parshad & Paika) foi encontrada na América do Sul pela primeira vez em 1976 (Val & Sene, 1980). Acredita-se que tenha sido introduzida também na África, onde se tornou muito abundante (Chassagnard *et al.*, 1989). Há registros de *D. malerkotliana* em diversos biomas incluindo o Cerrado (Sene *et al.*, 1980), onde ocorre em diversos tipos de ambientes.

D. melanogaster (Meigen) é uma espécie sinantrópica e sua presença pode ser considerada um indicador de atividades humanas nas proximidades. Essa espécie já havia sido registrada no Cerrado (Sene *et. al.*, 1980), e continua sendo capturada em freqüências muito baixas.

D. simulans (Sturtevant) tem sido a espécie deste grupo mais abundante em várias localidades, e muito mencionada nos inventários de drosofilídeos (por exemplo: Dobzhansky & Pavan, 1950; Pavan, 1959; Sene *et al.*, 1980; Val & Kaneshiro, 1988; Tidon-Sklorz & Sene, 1992). Das espécies introduzidas na região Neotropical, é a que melhor se adaptou às diferentes regiões fitogeográficas, principalmente em áreas abertas (Perondini *et al.*, 1979). É muito abundante no Cerrado, em diversos tipos

de ambientes (uma notável exceção é a mata de galeria do Parque Nacional de Brasília, onde houve predominância das espécies do subgrupo *willistoni*). Em contraste, *D. ananassae* (Doleschall), uma espécie muito rara na região Neotropical, foi registrada apenas na Serra do Cipó e em baixas freqüências.

Grupo *saltans*

Este grupo é formado por cerca de 20 espécies (Val *et al.*, 1981), todas conhecidas da Região Neotropical. Segundo alguns autores (Pavan, 1959; Sene *et al.*, 1981), estas moscas apresentam acentuada variação sazonal e são muito sensíveis às técnicas de coleta.

D. austrosaltans (Spassky) foi considerada por Mourão (1966) como uma espécie rara. No Cerrado, foi registrada por Sene *et al.* (1980) em Caracol (MS), e tem sido capturada na Reserva Ecológica do IBGE.

Embora *D. neocordata* (Magalhães) tenha sido registrada no Cerrado por Sene *et al.* (1980), não foi identificada em nossas coletas. *D. neoelliptica* (Pavan & Magalhães) já foi reconhecida em Goiás (Pavan, 1950; Magalhães, 1962), mas aparentemente é mais comum na Floresta Atlântica (Sene *et al.*, 1980). Também não foi capturada por nós nas imediações de Brasília.

D. prosaltans (Duda) e *D. sturtevanti* (Duda) são espécies amplamente distribuídas nas Américas Central e do Sul. Ocorrem em diferentes domínios morfoclimáticos, embora tenham maior afinidade pelos cerrados (Sene *et al.*, 1980). As duas têm sido coletadas nesse bioma, inclusive por nós, em diferentes ambientes. No caso de *D. sturtevanti,* é possível que nossas amostras incluam ainda outras espécies crípticas à mencionada, o que deverá ser esclarecido em estudos posteriores.

Grupo *willistoni*

Este grupo, praticamente neotrópico, inclui 23 espécies nominais, e a maioria delas pode ser classificada em dois subgrupos (Val *et al.*, 1981).

O subgrupo *willistoni* é muito homogêneo e inclui seis espécies crípticas de difícil identificação, amplamente distribuídas na América do Sul em diversos tipos de ambientes, principalmente nos florestados. Embora *D. willistoni* (Sturtevant), *D. paulistorum* (Dobzhansky & Pavan) e *D. tropicalis* (Burla & Cunha) já tenham sido coletadas no Cerrado (Ehrman & Powell, 1982), amostras coletadas por nós (Parque Nacional de Brasília) e identificadas pela Dra Marlúcia Martins (Museu Goeldi) acusaram somente *D. willistoni*. Essa espécie esteve ausente nos ambientes urbanos, apresentou baixas freqüências nos cerrados *sensu stricto* e altas freqüências nas matas somente na estação úmida.

Metade das 12 espécies do subgrupo *bocainensis* foi registrada no Cerrado. *D. capricorni* (Dobzhansky & Pavan) e *D. fumipennis* (Duda), registradas nesse bioma na década de 1950, não foram reconhecidas em coletas mais recentes. *D. bocainensis* (Pavan & Cunha), distribuída em diversos pontos da América do Sul, tem sido coletada em cerrados *sensu stricto* e matas de galeria. Por fim, *D. bocainoides* (Carson) e *D. parabocainensis* (Carson) foram encontradas apenas na Serrado Cipó.

D. nebulosa (Sturtevant) é a única espécie deste grupo que é mais abundante em formações abertas, tais como o cerrado e a caatinga, do que em florestas. Distribuída amplamente na Região Neotropical, tem sido capturada com freqüência desde a década de 1950

(Dobzhansky & Pavan, 1950; Pavan, 1959; Mourão, 1966; Sene *et al.*, 1980; Val & Kaneshiro, 1988; Tidon-Sklorz & Sene, 1992). Ocorre em ambientes naturais e urbanos, sendo mais abundante nos cerrados *sensu stricto*.

Subgênero *Dorsilopha*

O subgênero *Dorsilopha* tem origem na Região Oriental, e é constituído por três espécies, das quais apenas uma, *D. busckii* (Coquillett), se tornou cosmopolita (Toda, 1986). Essa espécie introduzida no Brasil é freqüentemente associada a ambientes modificados pelo homem, mas pode ser também encontrada em ambientes naturais, principalmente formações vegetais abertas. Registrada no Cerrado desde 1950, *D. busckii* tem sido encontrada em diversos tipos de ambientes naturais e urbanos, mas principalmente em cerrados *sensu stricto*.

Gênero *Zaprionus*

O gênero *Zaprionus* inclui mais de 50 espécies descritas, distribuídas pelo mundo todo, mas muito abundantes na África (Tsacas *et al.*, 1981; Chassagnard & Tsacas, 1993). *Z. indianus* (Gupta) é uma espécie generalista que se adapta facilmente a diversos tipos de ambientes (Parkash & Yadav, 1993), registrada no Brasil pela primeira vez por Vilela, em 1999. Desde então tem se disseminado rapidamente, de maneira que já se encontra distribuída por todo o território nacional. Como é uma espécie que ataca plantações de figo tem sido monitorada por diversos pesquisadores (Stein *et al.*, 1999). *Z. indianus* tem sido muito abundante na região de Brasília, principalmente em cerrados *sensu stricto* e durante estação chuvosa (Tidon *et al.*, 2003).

Gênero *Scaptodrosophila*

Este gênero possui mais de 170 espécies distribuídas em diversas Regiões Biogeográficas. Duas delas ocorrem no Brasil, sendo que *S. latifasciaeformis* (Duda) é a única presente em diversos tipos de ambientes (Sene *et al.*, 1980). Introduzida e cosmopolita, freqüentemente está associada ao homem (Val & Kaneshiro, 1988). No Cerrado, essa espécie foi mais comum em cerrados *sensu stricto* do que em matas de galeria.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As 77 espécies de drosofilídeos registradas no Cerrado certamente representam uma subestimativa da diversidade desses insetos no bioma, onde inventários regulares passaram a ser efetuados somente a partir de 1997, e concentram-se nas imediações do Distrito Federal. No Estado de São Paulo, que ocupa uma área cerca de oito vezes menor que o Cerrado, já foram registradas 97 espécies desses insetos (Tidon-Sklorz & Sene, 1999). Considerando que em todas as grandes universidades paulistas há laboratórios que estudam drosófilas, essa discrepância pode ser facilmente explicada pela diferença nos esforços de coleta realizados em ambas as regiões. No período decorrido entre 1997 e 2002 foram registradas nas imediações de Brasília oito novas ocorrências de espécies de Drosophilidae, além de diversas outras pertencentes à família, mas cuja determinação em nível de espécie ainda não foi possível. Expedições que investigarem outras regiões do bioma certamente vão aumentar a lista das espécies conhecidas no Cerrado.

É importante ressaltar que, nas coletas de drosofilídeos, geralmente se utilizam iscas de frutas fermentadas, muitas vezes no interior de armadilhas. Isto faz com que cada coleta seja altamente influenciada pelo tipo e localização de iscas e armadilhas, além

da eventual competição entre elas e os substratos naturais presentes na área de coleta (Pavan, 1959; Sene *et al.*, 1981; Carson & Heed, 1983). Mais raramente, são coletados também substratos naturais de criação das moscas, tais como fungos, flores ou frutos em decomposição (Valente & Araujo, 1991), os quais são mantidos no laboratório até a emergência dos adultos. Esse último procedimento permite a captura de espécies que não são atraídas pelas iscas normalmente utilizadas, e, portanto, deveria ser adotado regularmente nos inventários desses insetos.

Apesar das limitações acima, drosofilídeos são considerados excelentes modelos para estudos ecológicos (Powell, 1997), uma vez que, assim como diversos outros artrópodos, apresentam a maioria das características listadas por Hilty & Merelender (2000) para monitorar mudanças ambientais: são sensíveis a variações no ambiente, numerosos em termos de indivíduos e de espécies, possuem ciclo de vida curto, e são facilmente coletados e manipulados. A intensidade com que esses insetos têm sido utilizados em pesquisas é uma vantagem adicional: só nos últimos dez anos foram publicados mais de 15.000 artigos sobre essas moscas (Web of Science, 2004). Essas características, somadas ao relativamente baixo custo das pesquisas com drosofilídeos, sugerem o uso desses insetos como eventuais indicadores de perturbações ambientais (Parsons, 1991, 1995, Mata & Tidon, 2003).

A Tabela 1 mostra que das 10 espécies introduzidas na Região Neotropical e registradas no bioma, sete foram capturadas por nós na Reserva Ecológica do IBGE e no Parque Nacional de Brasília. Isso sugere que, embora mantidas como reservas ambientais, essas áreas estão sofrendo colonizações de espécies que podem alterar a fauna nativa da região. Essas invasões, possivelmente, ocorrem devido ao aumento desenfreado de urbanização nas áreas adjacentes àquelas que estão sendo preservadas. O exemplo mais recente é a invasão da espécie oportunista *Zaprionus indianus*, introduzida na Região Neotropical, provavelmente em 1999, ano em que comprometeu cerca de 50% da safra de figo do Estado de São Paulo (Stein *et al.*, 1999). Desde então tem se tornado uma das espécies de Drosophilidae mais abundantes em vários pontos do território brasileiro, inclusive no Cerrado. Até o momento, nosso programa regular de coletas mensais já capturou cerca de 20.000 indivíduos pertencentes a essa espécie no IBGE (entre 1999 e 2002), 14.000 no Parque Nacional de Brasília (entre 1999 e 2001) e 10.000 em ambientes urbanos (entre 2000 e 2001). É importante ressaltar que os primeiros registros dessa espécie no Brasil (Vilela, 1999) e no Cerrado (Galinkin & Tidon-Sklorz, 2000) são contemporâneos e muito recentes.

Os dados aqui apresentados sustentam a necessidade de se preservar a heterogeneidade espacial do Cerrado. A Tabela 1 mostra o(s) ambiente(s) de ocorrência de 73 espécies, das quais 20 foram registradas somente em matas de galeria, sete apenas em cerrados *sensu stricto*, e três exclusivamente em afloramentos rochosos. As demais espécies, embora registradas em mais de um ambiente, em geral foram mais abundantes em um deles (dados não apresentados).

Em síntese, este trabalho mostra que a fauna de drosofilídeos do Cerrado ainda é relativamente pouco conhecida e que, devido ao potencial desses insetos para a bioindicação, seu estudo pode eventualmente contribuir para o estabelecimento de políticas que visem à conservação desse bioma.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ab' Saber, A. N. 1977. Os domínios morfoclimáticos da América do Sul. *Geomorfologia*. 52:1-23.

Bachli, G. 1999. *TaxoDros*: The database on taxonomy of Drosophilidae. Consultado on-line em abril de 2003. http://taxodros.unizh.ch/

Burla, H. & C. Pavan. 1953. The 'calloptera' group of species (Drosophilidae, Diptera). *Revta Bras. Biol.* 13:291-314.

Carson, H.L. & W.B. Heed. 1983. Methods of collecting *Drosophila*. *In* Ashburner, M., H.L. Carson & J.N. Thompson (eds.) *The Genetics and Biology of Drosophila*. Vol. 3d. pp. 1-28. Academic Press, London.

Chassagnard, M.T. & L. Tsacas. 1993. Le sous-genre *Zaprionus* S.Str. definition de groupes d'especes et revision du sous-groupe *vittiger* (Diptera: Drosophilidae). *Annls Soc. ent. Fr.* 29:173-194.

Chassagnard, M.T., M. Solignac & L. Tsacas. 1989. New distribution records for *Drosophila malerkotliana* and *latifasciaeformis* in Mexico and Cuba. *Annls Soc. ent. Fr.* 25: 247-248.

Dobzhansky, T. & C. Pavan. 1943. Studies on Brazilian species of *Drosophila*. *Bolm Fac. Filos. Ciênc. S. Paulo.* 36:7-72.

Dobzhansky, T. & C. Pavan. 1950. Local and seasonal variations in relative frequencies of species of *Drosophila* in Brazil. *J. Anim. Ecol.* 19:1-14.

Duda, O. 1925. Die sudamerikanischen Drosophiliden (Dipteren) unter Berucksichtigung auch der anderen neotropischen sowie der nearktischen *Arten. Arch. Naturgesch.* 91:1-228.

Ehrman L. & Powell J.R. 1982. The *Drosophila willistoni* species group. *In* Ashburner, M., H.L. Carson & J.N. Thompson (eds.) *The Genetics and Biology of Drosophila.* Vol. 3b. pp. 193-225. Academic Press, London.

Freire-Maia, N. 1953. Frequencies of the two color forms of the Brazilian *Drosophila montium* in natural populations. *D. I. S.* 27:90-91.

Freire-Maia, N. 1964. Segregational load in *Drosophila kikkawai*. II. Experimental populations. *Genetics* 50:221-229, 1453.

Freire-Maia, N. & C. Pavan. 1949. Introdução ao estudo da Drosófila. *Cultus* 1:1-71.

Frota-Pessoa, O. 1954. Revision of the *tripunctata* group of *Drosophila* with description of fifteen new species (Drosophilidae, Diptera). *Arq. Mus. Parana.* 10:253-304.

Galinkin, J. & R. Tidon-Sklorz. 2000. *Zaprionus*: Registro da invasão africana no Brasil Central. *Resumos do XXIII Congresso Brasileiro de Zoologia*:273-274.

Heed, W.B. & J.S. Russell. 1971. Phylogeny and population structure in island and continental species of the *cardini* group of *Drosophila* studied by inversion analysis. *Univ. Texas Publs.* 6:91-130.

Heed, W.B. & M.R. Wheeler. 1957. Thirteen new species in the genus *Drosophila* from the Neotropical region. *Univ. Texas Publs.* 5721:17-38.

Hilty, J. & A. Merenlender. 2000. Faunal indicator taxa selection for monitoring ecosystem health. *Biological Conservation* 92:185-197.

Lawton, J.H. 2001. All creatures great but mainly small. *Ecological Entomology* 26:225-226.

Lemeunier, F., J. David, L. Tsacas & M. Ashburner. 1986. The *melanogaster* species group. *In* Ashburner, M., H.L. Carson & J.N. Thompson (eds.) *The Genetics and Biology of Drosophila.* Vol. 3e. pp.147-256. Academic Press, London.

Magalhães, L.E. 1962. Notes on the taxonomy, morphology and distribution of the *saltans* group of *Drosophila* with description of four new species. *Univ. Texas Publs*. 2:135-154.

Mata, R.A. & R. Tidon 2003. Pequenos informantes. *Ciência Hoje* 192:64-65.

Mourão, C.A. 1966. *Estudos ecológicos e taxonômicos em populações naturais do gênero Drosophila Fállen (1823) que habitam duas matas no município de Mirassol*, S.P. Tese de Doutorado. UNESP, São José do Rio Preto, São Paulo.

Mourão, C.A., A.J. Gallo & H.E.M.C. Bicudo. 1965. Sobre a sistemática de *Drosophila* no Brasil, com descrição de *Drosophila mendeli* sp.n. e relação de espécies brasileiras do gênero *Drosophila*. *Ciênc. e Cult*. 17:577-585.

Oliveira, C.F.B. & F.M. Sene. 1993. Registro da ocorrência de *Drosophila mercatorum pararepleta* em ambientes urbanos. *Revta Bras. Genet.* 16 (Supp):310.

Parkash, R. & J.P. Yadav. 1993. Geographical Clinal Variation at 7 Esterase-Coding Loci in Indian Populations of *Zaprionus indianus*. *Hereditas* 119:161-170.

Parsons, P.A. 1991. Biodiversity Conservation under Global Climatic-Change - the Insect *Drosophila* as a Biological Indicator. *Global Ecology and Biogeography Letters* 1:77-83.

Parsons, P.A. 1995. Evolutionary Response to Drought Stress - Conservation Implications. *Biological Conservation* 74:21-27.

Patterson, J.T. & W.S. Stone 1952. *Evolution in the genus Drosophila.* The Macmillan Company, New York.

Pavan, C. 1950. Espécies brasileiras de *Drosophila*. II. *Bolm Fac. Filos. Ciênc. S. Paulo* 111: 3-36.

Pavan, C. 1959. Relações entre populações naturais de *Drosophila* e o meio ambiente. *Bolm Fac. Filos. Ciênc. S. Paulo.* 221:1-81.

Pavan, C. & M.E. Breuer. 1954. Two new species of *Drosophila* of the *dreyfusi* group (Diptera). *Revta bras. Biol*. 14:459-463.

Pavan, C. & A.B. da Cunha. 1947. Espécies brasileiras de *Drosophila*. *Bolm Fac. Filos. Ciênc. S. Paulo.* 86:20-64.

Pereira, M.A.Q.R., C.R. Vilela & F.M. Sene. 1983. Notes on breeding and feeding sites of some species of the *repleta* group of the genus *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae). *Ciênc. e Cult*. 35:1313-1319.

Perondini, A.L.P., F. M. Sene & L. Mori. 1979. The pattern and polymorphism of some *Drosophila simulans* esterases in Brazil. *Egypt. J. Genet. Cytol.* 8:263-268.

Pipkin, S.B. & W.B. Heed. 1964. Nine new members of the *Drosophila tripunctata* species group (Diptera: Drosophilidae). *Pacif. Ins.* 6:256-273.

Powell, J.R. 1997. *Progress and prospects in Evolutionary Biology*: The *Drosophila* Model. Oxford University Press, Inc., New York.

Rafael, V. & G. Arcos. 1989. Subgrupo *inca*, un nuevo subgrupo del grupo *repleta*, con descripcion de *Drosophila huancavilcae* n. sp. (Diptera, Drosophilidae). *Evol. Biol.* 3:233-243.

Sene, F. M. & T.H.F. Santos. 1988. Chromosomal variability in *Drosophila paranaensis* from Brazil, South America. *Evol. Biol*. 2:261-271.

Sene, F.M., M.A.Q. R. Pereira & C.R. Vilela. 1988. Contrasting patterns of differentiation inferred from traditional genetic markers in the process of speciation. *Pacif. Sci*. 42:81-88.

Sene, F.M., M.A.Q. R. Pereira, C.R. Vilela & N.M.V. Bizzo. 1981. Influence of different ways to set baits for collection of *Drosophila* flies in three natural environments. *D. I. S.* 56:118-121.

Sene, F.M., F.C. Val, C.R. Vilela & M.A.Q. R. Pereira. 1980. Preliminary data on the geographical distribution of *Drosophila* species within morpho-climatic domains of Brazil. *Pap. Avul. Zool*. 33:315-326.

Stein, C., E.P. Teixeira & J.P.S. Novo 1999. *Mosca do figo - Zaprionus indianus*. Consultado on-line em abril de 2003. http://www.iac.br/~cenfit/artigos/zaprionus.

Tidon-Sklorz, R. & F.M. Sene. 1992. Vertical and temporal distribution of *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) species in a wooded area in the state of São Paulo, Brazil. *Revta. Bras. Biol.* 52:311-317.

Tidon-Sklorz, R. & F.M. Sene. 1995a. Fauna of *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae), in the Northern area of the 'Cadeia do Espinhaço', States of Minas Gerais and Bahia, Brazil: Biogeographical and ecological aspects. *Iheringia* 78:85-94.

Tidon-Sklorz, R. & F.M. Sene. 1995b. Evolution of the *buzzatii* cluster (*Drosophila repleta* species group) in middle South America. *Evol. Biol*. 9:71-85.

Tidon-Sklorz, R. & F.M. Sene. 1995c. *Drosophila seriema* n. sp.: new member of the *Drosophila serido* (Diptera: Drosophilidae) superspecies taxon. *Ann. ent. Soc. Am.* 88:139-142.

Tidon-Sklorz, R. & F.M. Sene. 1999. Diptera: *Drosophila*. *In* Brandão, C. R. F. & E. M. Cancello (eds) *Biodiversidade do Estado de São Paulo*: síntese do conhecimento ao final do séc. XX. Vol. 5, pp. 245-261. FAPESP, São Paulo.

Tidon-Sklorz, R. & F.M. Sene. 2001. Two new species of the *Drosophila serido* sibling set (Diptera, Drosophilidae). *Iheringia* 90:141-146.

Tidon-Sklorz, R., C.R. Vilela, F.M. Sene & M.A.Q.R. Pereira. 1994. The genus *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) in the Serra Do Cipó, State of Minas Gerais, Brazil. *Revta bras. Ent.* 38:627-637.

Tidon, R., D.F. Leite & B.F.D. Leão. 2003. Impact of the colonisation of *Zaprionus* (Diptera, Drosophilidae) in different ecosystems of the Neotropical Region: 2 years after the invasion. *Biological Conservation* 112:299-305.

Toda, M.J. 1986. Drosophilidae (Diptera) in Burma. The subgenus *Dorsilopha* Sturtevant of the genus *Drosophila* with descriptions of two new species. *Kontyû* 54:282-290.

Toda, M.J. 1991. Drosophilidae (Diptera) in Myanmar (Burma) 7. The *Drosophila melanogaster* Species-Group, Excepting the *D. montium* Species-Subgroup. *Oriental Insects* 25:69-94.

Tosi, D. & M. Pereira. 1993. Karyotypes and Phylogenetic-Relationships in *Drosophila* Species of the *Annulimana* Group (Diptera, Drosophilidae). *Revta Bras. Genet*. 16:321-333.

Tsacas, L., D. Lachaise & J.R. David. 1981. Composition and biogeography of the Afrotropical drosophilid fauna. *In* Ashburner, M., H.L. Carson & J.N. Thompson (eds.) *The Genetics and Biology of Drosophila*. Vol. 3a. p. 197-259. Academic Press, London.

Val, F.C. 1982. The male genitalia of some Neotropical *Drosophila*: Notes and illustrations. *Pap. Avul. Zool.* 34:309-347.

Val, F.C. & K.Y. Kaneshiro. 1988. Drosophilidae (Diptera) from the Estação Biológica de Boracéia, on the coastal range of the State of São Paulo, Brazil: geographical distribution. *In* Vanzolini, P.E. & W.R. Heyer (eds.) *Proceedings of a Workshop on Neotropical Distribution* p. 189-203. Rio de Janeiro.

Val, F.C. & M.D. Marques. 1996. Drosophilidae (Diptera) from the Pantanal of Mato Grosso (Brazil) with the description of a new species belonging to the *bromeliae* group of the genus *Drosophila*. *Pap. Avul. Zool*. 39:223-230.

Val, F.C. & F.M. Sene. 1980. A newly introduced *Drosophila* species in Brazil (Diptera, Drosophilidae). *Pap. Avul. Zool.* 33:293-298.

Val, F.C., C.R. Vilela & M.D. Marques. 1981. Drosophilidae of the Neotropical region. *In* Ashburner, M., H.L. Carson & J.N. Thompson (eds.) *The Genetics and Biology of Drosophila.* Vol. 3a. pp. 123-168. Academic Press, London.

Valente, V.L.S. & A.M. Araujo 1991. Ecological aspects of *Drosophila* species in two contrasting environments in southern Brazil (Diptera, Drosophilidae). *Revta Bras. Ent.* 35:237-253.

Vilela, C.R. 1983. A revision of the *Drosophila repleta* species group. (Diptera, Drosophilidae). *Revta Bras. Ent*. 27:1-114.

Vilela, C.R. 1992. On the *Drosophila tripunctata* species group (Diptera, Drosophilidae). *Revta Bras. Ent*. 36:197-221.

Vilela, C.R. 1999. Is *Zaprionus indianus* Gupta, 1970 (Diptera, Drosophilidae) currently colonizing the Neotropical region? *D. I. S*. 82:37-39.

Vilela, C.R. & G. Bachli. 1990. Taxonomic studies on Neotropical species of seven genera of Drosophilidae (Diptera). *Mitt. schweiz. ent. Ges*. 63:1-332.

Vilela, C.R. & G. Bachli. 2000. Five new species of Neotropical *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae). *Mitt. schweiz. ent. Ges*. 73:49-65.

Vilela C.R. & Mori L. 1999. The genus Drosophila (Diptera, Drosophilidae) in the Serra do Cipó: further notes. *Revta Bras. Ent.* 43:319-328.

Vilela, C.R. & M.A.Q. R. Pereira. 1982. A new species of the *annulimana* group of the genus *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae). *Revta Bras. Ent*. 26:237-240.

Vilela, C.R., M.A.Q. R. Pereira & F.M. Sene. 1983. Preliminary data on geographical distribution of *Drosophila* species within morpho-climatic domains in Brazil. II. The *repleta* group. *Ciênc. e Cult*. 35:66-70.

Vilela, C.R., A.F.G. Silva & F.M. Sene. 2002. Preliminary data on the geographical distribution of *Drosophila* species within morphoclimatic domains of Brazil. III. The *cardini* group. *Revta Bras. Ent*. 46:139-148.

Web_of_Science 2004. ISI Web of Knowledgement. The Thomson Corporation. Consultado em novembro de 2004.

Wheeler, M.R. 1981. The Drosophilidae: A taxonomic overview. *In* Ashburner, M., H.L. Carson & J.N. Thompson (eds.) *The Genetics and Biology of Drosophila*. Vol. 3a. p. 1-97. Academic Press, London.

Wheeler, M.R. 1986. Additions to the catalog of the world's Drosophilidae. *In* Ashburner, M., H.L. Carson & J.N. Thompson (eds.) *The Genetics and Biology of Drosophila*. Vol. 3e. p. 395-409. Academic Press, London.

Capítulo 21

A complexidade estrutural de bromélias e a diversidade de artrópodes, em ambientes de campo rupestre e mata de galeria no Cerrado do Brasil Central

FOTO: ROSANA TIDON

Ludmilla M. de S. Aguiar
Embrapa Cerrados
Planaltina, DF
Ricardo B. Machado
Conservação Internacional do Brasil-CI
Brasília, DF
Reuber A. Brandão
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA
Brasília, DF
Cristiane G. Batista
Departamento de Ecologia
Universidade de Brasília
Brasília, DF
Jean François Timmers
Departamento de Zoologia
Universidade de Brasília
Brasília, DF

INTRODUÇÃO

A família Bromeliaceae, endêmica à região Neotropical, é caracterizada por plantas terrestres, saxícolas ou epífitas, de pequeno porte, que possuem folhas simples dispostas em forma de roseta, e em sua base central, formam um copo, onde ocorre acúmulo de água e detritos orgânicos (Leme, 1984). A água da chuva acumulada na planta pode ser considerada um ambiente limnológico isolado, um *microhabitat* para muitas micro e macroespécies de animais e plantas (Picado, 1913), que vivem ali em simbiose. Essa comunidade associada supre as bromélias com nutrientes em troca de *habitat* (Por, 1992). Bromélias, portanto, são estruturas biológicas complexas (Beutelspacher, 1971) e não apenas fitotelmatas (Richardson, 1999). Fitotelmatas são plantas não-aquáticas que armazenam água em suas folhas modificadas ou outras estruturas morfológicas, como flores e frutos abertos, ou mesmo uma depressão, que provoque acúmulo de água. Monteiro *et al.* (2001) questionam a caracterização de bromélias apenas como fitotelmatas, pois elas são verdadeiras 'ilhas' biológicas, nas quais a riqueza de fauna está associada ao tamanho das plantas.

Vários estudos têm sido realizados com bromélias, focando a saúde das populações humanas, pois os copos de água formados na planta são *habitats* perfeitos para a ovoposição e o desenvolvimento de larvas (Barrera & Medialdea, 1996), principalmente dos gêneros de mosquitos *Aedes* (Marques *et al.*, 2001), *Anopheles* (Chadee, 1999) e *Culex* (Hogue, 1975). Estudos ecológicos abordam a relação de espécies, populações e comunidades associadas a essas plantas. A importância das bromélias como *microhabitats* para artrópodes e anfíbios é bem documentada para as florestas úmidas tropicais, onde são utilizadas por várias espécies como locais de nidificação, fonte de alimentação e refúgio contra predadores (Monteiro *et al.*, 2001; Teixeira *et al.*, 2002).

O Cerrado (*sensu lato*) é formado por um mosaico vegetacional onde existem desde formações do tipo arbóreo denso até gramíneo-lenhoso, criando assim

situações e contextos ecológicos extremamente diferenciados (Eiten, 1972). Para o bioma Cerrado, essa relação fauna-bromélias ainda não é bem documentada. Em ecossistemas alagados ou arenosos, a presença de bromélias pode compensar a falta de lugares apropriados para a pedofauna e criptofauna, oferecendo condições subótimas comparáveis às suas exigências ecológicas. A peculiaridade das bromélias em guardar umidade na base das folhas e, dependendo das espécies e do tamanho, formar um reservatório de água no centro da roseta, condiciona este papel. Seria esperado, então, que o tamanho e a complexidade estrutural da planta determinem o seu potencial de oferecer uma diversidade de recursos, alimentos e *microhabitat*, podendo assim hospedar uma quantidade e variedade maior de organismos. Fatores do próprio ecossistema, como disponibilidade de *habitat*, estrutura da comunidade, grau de predação e de competição intra e interespecífica por recursos e *habitat*, determinam também o tipo e a intensidade de ocupação das bromélias por artrópodes e outros animais (Monteiro *et al.*, 2001).

Nesse contexto, os objetivos deste trabalho são: 1) determinar a relação entre riqueza e abundância de espécies de artrópodes e a arquitetura de bromélias; 2) comparar dois ambientes: campo rupestre de altitude e mata de galeria, localizados no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, no Cerrado do Brasil Central.

MATERIAIS E MÉTODOS

O Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros está localizado no Planalto Central brasileiro entre as coordenadas 13º50'e 14º12' S e 47º25' e 47º53' W (Figura 1). A altimetria da região varia entre 400 e 1.676m. O clima predominante é tropical-quente-sub-úmido (Köppen), caracterizado por duas estações bem definidas, com um verão chuvoso entre os meses de outubro e abril, e um inverno seco entre maio e setembro. A pluviosidade média anual situa-se entre 1.500 e 1.750 mm, sendo que 50% da precipitação anual ocorre de novembro a janeiro. As temperaturas médias anuais oscilam entre 24 e 26ºC (MMA, 1995). A vegetação do parque é constituída por um mosaico de formações, com campos rupestres localizados nas serras e afloramentos rochosos; áreas de cerrado, nas encostas de menor declividade; veredas, campos úmidos e matas ciliares nos fundos dos vales. As áreas de amostragem foram estabelecidas em duas dessas formações: 1) campo rupestre, com estrato arbóreo médio de 2-3m e uma cobertura arbórea de 1-10% (Ribeiro & Walter, 1998). Ocorre em altitude acima de 900m, com ventos constantes e grande amplitude térmica diária, em solo profundo e rapidamente drenado. São características deste ambiente, as espécies das famílias Cactaceae, Araceae, Bromeliaceae e Orchidaceae (WWF 1995, Felfili *et al.* , 1995); 2) mata de galeria alagada, que ocorre ao longo das linhas de drenagem, ou seja, beira de rios e córregos. É uma mata sempre verde, com altura média do estrato arbóreo entre 20-30m e cobertura arbórea de 80-100% (Ribeiro & Walter, 1998).

Durante o mês de dezembro de 1996 (período de chuva), durante quatro dias, foram estabelecidos em cada um dos ambientes trabalhados um quadrado de 30x30m onde todas as bromélias presentes foram investigadas. Para cada bromélia detectada nos quadrados, foram anotadas as seguintes medidas:

altura em relação ao solo, diâmetro máximo, diâmetro do copo da bromélia (centro da roseta) e número de folhas. Além disso, foi medida a distância entre uma bromélia e outra e sua vizinha mais próxima. Foram coletados exemplares das bromélias presentes nos quadrados para identificação. O material coletado foi comparado com exsicatas do herbário do Departamento de Botânica da Universidade de Brasília (UnB). Os artrópodes presentes nas bromélias (copo e axilas) foram coletados com pinças e armazenados em álcool 70% para posterior identificação. As espécies foram identificadas em nível de ordem ou família, sendo separadas em morfoespécies. As identificações e a nomenclatura estão de acordo com Borror & Delong (1988).

Para as análises de preferência de ocorrência em uma ou outra área foi utilizado o teste Chi-quadrado (χ^2). A relação entre diversidade de artrópodes e morfologia das bromélias foi analisada por regressão múltipla, sendo que os dados foram transformados para uma escala logarítmica (base 10) para um melhor ajuste, conforme Zar (1984). O efeito do ambiente (campo ou mata) sobre a morfologia das bromélias foi testado por análise de variância (Manova) com o teste de Tukey HSD para

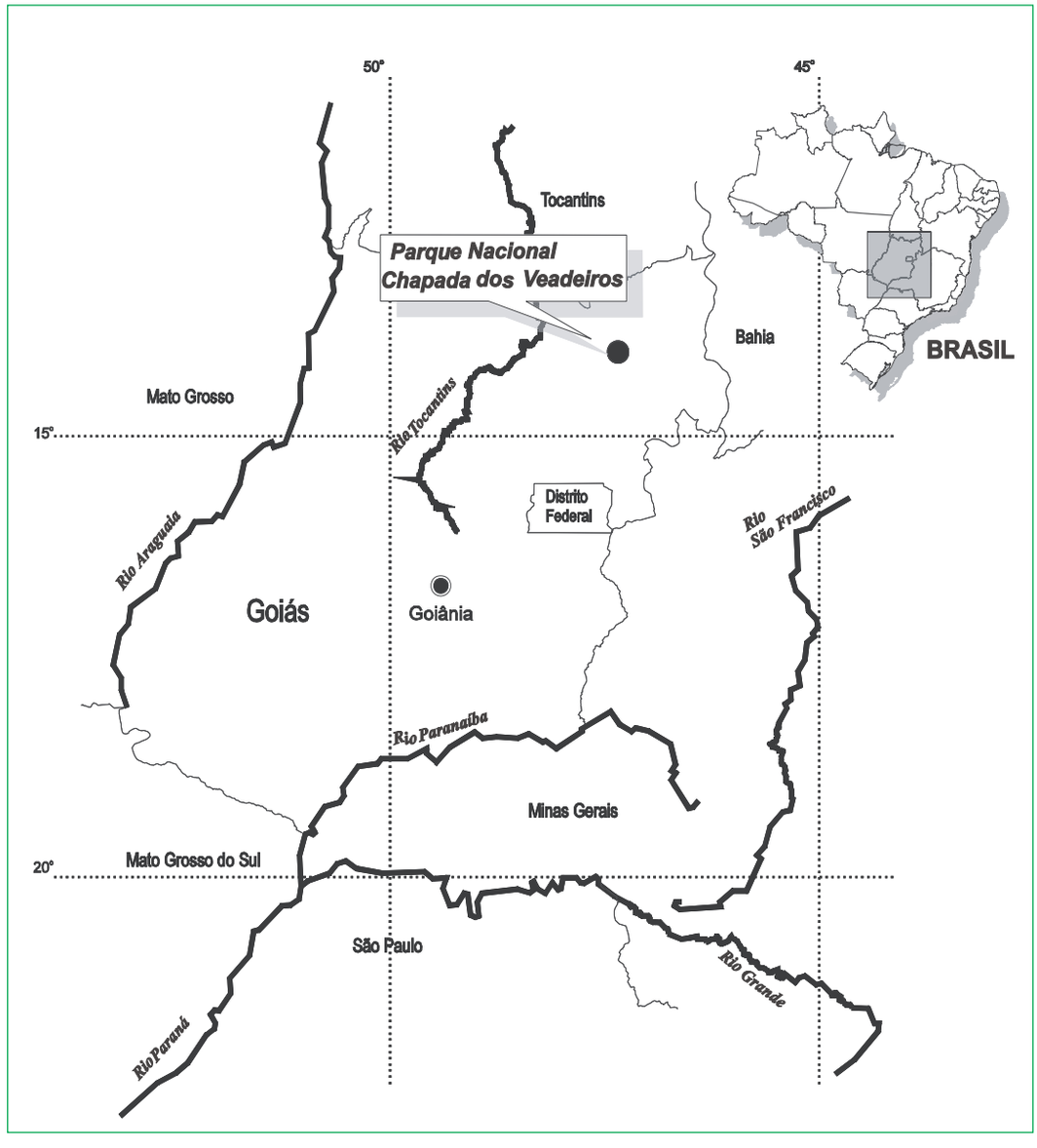


Figura 1
Localização da área de estudo (Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros) no estado de Goiás, Brasil.

amostras desiguais. Foi feita uma análise discriminante canônica para verificar se as espécies de bromélias podiam ser discriminadas em função de sua morfologia. A riqueza de espécies, encontrada nas áreas de mata e campo, foi comparada usando-se o índice de similaridade de Sorensen (Magurran, 1988). Como estavam se comparando bromélias de diferentes áreas, verificou-se, também, se o padrão de distribuição espacial dos indivíduos de bromélias era o mesmo. Para tanto foi utilizado o índice de distribuição espacial (C) dado por

Tabela 1. Relação das morfoespécies de artrópodes com número de indivíduos encontrados nas bromélias de campo rupestre e mata de galeria do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros (GO).

Táxon	Campo	Mata
INSECTA		
Orthoptera		
Gryllidae sp. 1	1	
Tridactylidae sp. 1	1	
Gen. sp. 1	2	
Gen. sp. 2	2	
Phasmida		
Phasmidae sp.		1
Blattaria		
Blattidae sp. 1	4	1
Blattidae sp. 2	5	2
Blattidae sp. 3	1	4
Blattidae sp. 4		1
Blattidae sp. 5		1
Blattidae sp. 6		1
Isoptera		
Termitidae sp. 1	3	4
Hemiptera		
Reduviidae sp. 1	1	
Gen. sp. 1		1
Coleoptera		
Carabidae sp. 1	5	1
Carabidae sp. 2	1	
Carabidae sp. 3		2
Curculionidae sp. 1	2	
Curculionidae sp. 2	1	1
Gen. sp. 1	3	
Gen. sp. 2	1	
Gen. sp. 3		1
Gen. sp. 4		1
Diptera		
Larva 1	1	
Hymenoptera		
Formicidae sp. 1	6	
Formicidae sp 2	11	7
Formicidae sp. 3	3	1
Formicidae sp. 4		39
Formicidae sp. 5		23
Vespidae sp. 1		1
Apoidea sp. 2	2	
Gen. sp. 2	1	
Pseudoscorpiones	1	6
Aranea		
Gen. sp. 1	2	1
Gen. sp. 2	3	4
Gen. sp. 3	2	10
Gen. sp. 4		5
MYRIAPODA		
	2	
Total	67	119

Observação: relacionados apenas os indivíduos adultos das morfoespécies encontradas nas bromélias

Ludwig & Reynolds (1988). O nível de significância considerado para as análises foi de $p \geq 0{,}05$.

RESULTADOS

Foram identificadas 38 espécies de artrópodes em 81 bromélias avaliadas. A maior parte da riqueza corresponde à classe Insecta (32 espécies), seguida da classe Arachnida (cinco espécies) e Miryapoda, com apenas uma espécie. A ordem com maior número de espécies foi a Orthoptera com 11 espécies, seguida de Coleoptera (nove espécies) e Himenoptera (oito espécies). A área de campo rupestre, onde foram investigadas 51 bromélias, apresentou uma riqueza de 26 espécies enquanto que a área de mata de galeria, que teve 30 bromélias investigadas, apresentou 24 espécies (Figuras 2 e 3, Tabela 1). Na área de campo rupestre a presença de artrópodes foi detectada em 49% das bromélias e na mata esse índice foi de 80%. A sobreposição de espécies entre as duas áreas foi de 48%, segundo o índice de similaridade de Sorensen.

A área de mata apresentou um maior número de artrópodes (119) em relação à área de campo rupestre (67 indivíduos). Apenas um grupo de espécies, da família Formicidae, ocorreu preferencialmente na área de mata ($\chi^2 = 7{,}28$; $p < 0{,}05$). As formigas predominaram tanto na área de mata, quanto na área de campo, totalizando 58% e 29,8% dos indivíduos coletados, respectivamente.

Foram encontradas cinco espécies de bromélias, identificadas ao nível de gênero. No quadrado da área de campo rupestre estavam presentes *Dychia* sp. e *Bromelia* sp., e na área de mata de galeria *Bilbergia* sp., *Aechmea* sp. e *Vriesea* sp. Como *Bilbergia* sp. apresentou poucos indivíduos, ela não foi considerada nas análises. A despeito das características taxonômicas, as bromélias estudadas foram classificadas em função de suas arquiteturas (número de folhas, altura da bromélia, diâmetro do copo).

Os resultados da análise de variância, para testar o efeito da área (campo ou mata) sobre as bromélias, indicam que as de mata são diferentes

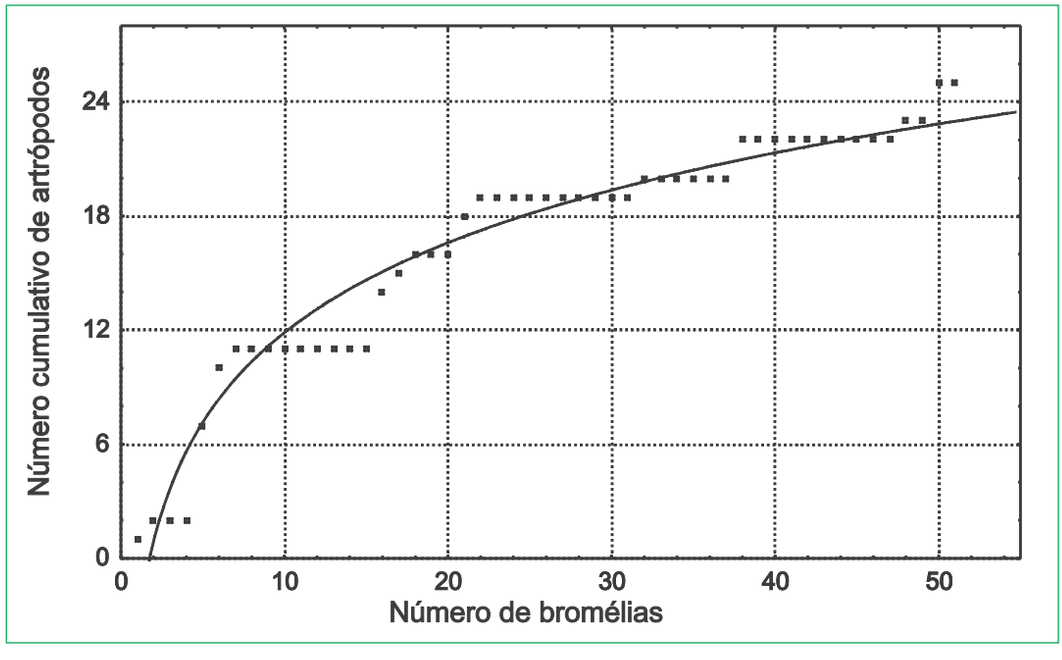


Figura 2
Número cumulativo de espécies de artrópodes em função do número de bromélias examinadas na área de campo rupestre do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros (GO).

das da área de campo ($F_{4,74}$ = 0,291; $p < 0,05$) devido ao diâmetro do copo e ao número de folhas. A análise discriminante (Figura 4 e Quadro 1) corroborou esse resultado, com a separação das bromélias, sendo duas por cada área, em função das variáveis morfométricas escolhidas.

Não foi encontrada uma correlação significativa entre a arquitetura (morfologia) das bromélias e a riqueza de espécies de artrópodes da área de campo rupestre (R_2 = 0,296; $F_{4,20}$ = 2,109; $p < 0,05$), da mata de galeria (R_2 = 0,267; $F_{4,19}$ = 1,732; $p < 0,05$) ou de ambas (R_2 = 0,169; $F_{4,44}$ = 2,247; $p < 0,05$).

A análise de regressão entre a abundância de indivíduos e as variáveis morfométricas, em escala logarítmica, mostra que há um maior número de indivíduos em bromélias que possuem maiores diâmetros de copo (R_2 = 0,100; $F_{1,47}$ = 4,476; $p < 0,05$) (Figura 5). Para abundância de indivíduos e as outras variáveis morfométricas, altura, diâmetro e número de folhas, e entre o número de espécies e o conjunto de variáveis morfométricas das bromélias não há diferenças significativas (R_2 = 0,131; $F_{4,44}$ = 1,666; $p > 0,05$).

As análises de regressão entre a abundância de Formicidae e o diâmetro da bromélia e do copo mostram uma relação significativa (R_2 = 0,692; $F_{1,16}$ = 36,096; $p > 0,05$; R_2 = 0,332; $F_{1,16}$ = 7,973; $p > 0,05$, respectivamente), evidenciando que há mais formigas em bromélias de maior porte.

Foi determinado que o arranjo espacial das bromélias na área de amostragem de campo rupestre é do tipo agrupado enquanto na mata de galeria esse padrão tendeu para homogêneo. As bromélias na área de campo estão, em média, localizadas a 49,9cm umas das outras (N = 51, DP = 30,8) e na área de mata estão a 53,2cm (N = 30; DP = 66,6).

DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de dispersão apresenta algumas diferenças entre animais e vegetais. Nesses últimos, há uma

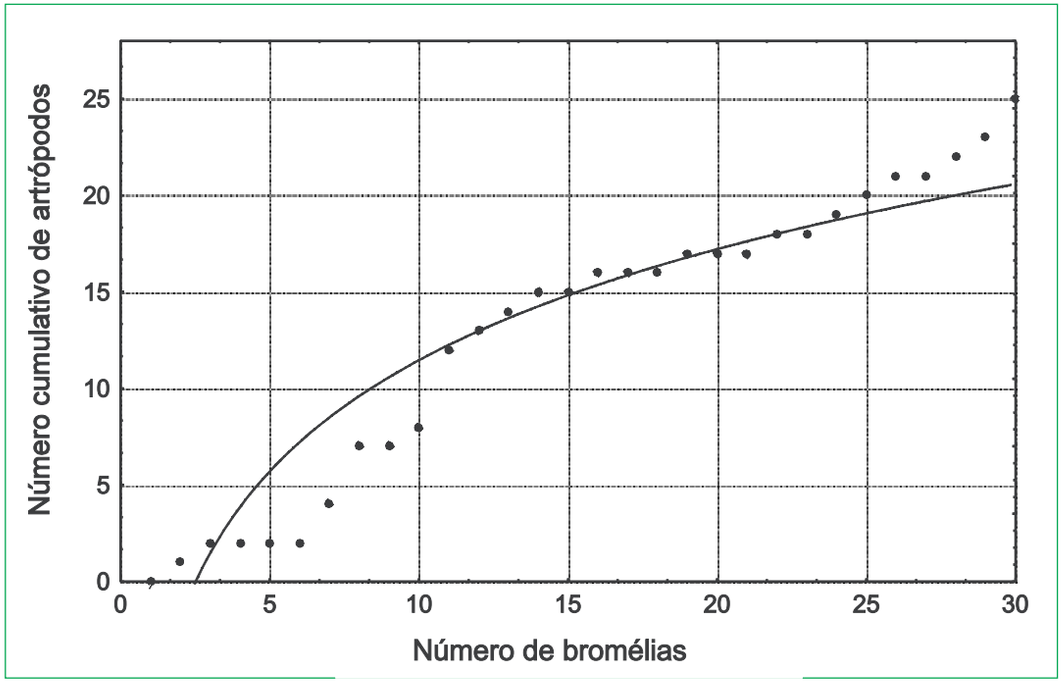


Figura 3
Número cumulativo de espécies de artrópodos em função do número de bromélias examinadas na área de mata de galeria do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros (GO).

movimentação passiva, que depende de fatores alheios ao controle da planta, como a existência de animais dispersores, correntes de ar, água etc. Nos animais, o acaso tem uma menor influência. A maioria dos animais, exceto os sésseis, é capaz de se locomover em busca de outros ambientes, explorando as possibilidades de colonização de novas áreas. Vários fatores estão envolvidos nesse processo, mas os principais são a capacidade específica de locomoção, a amplitude de ambientes que satisfazem as necessidades de estabelecimento e as relações de competição e predação intra e interespecíficas.

Para que o processo de colonização seja bem sucedido, é necessário que o ambiente explorado ofereça condições propícias ao estabelecimento das espécies. As bromélias representam, para alguns animais, locais onde é possível a obtenção de alimentos, nidificação ou mesmo proteção temporária contra predadores.

Mestre *et al.* (2001) coletaram 1.639 macroinvertebrados em 36 bromélias durante estudo de um ano na mata

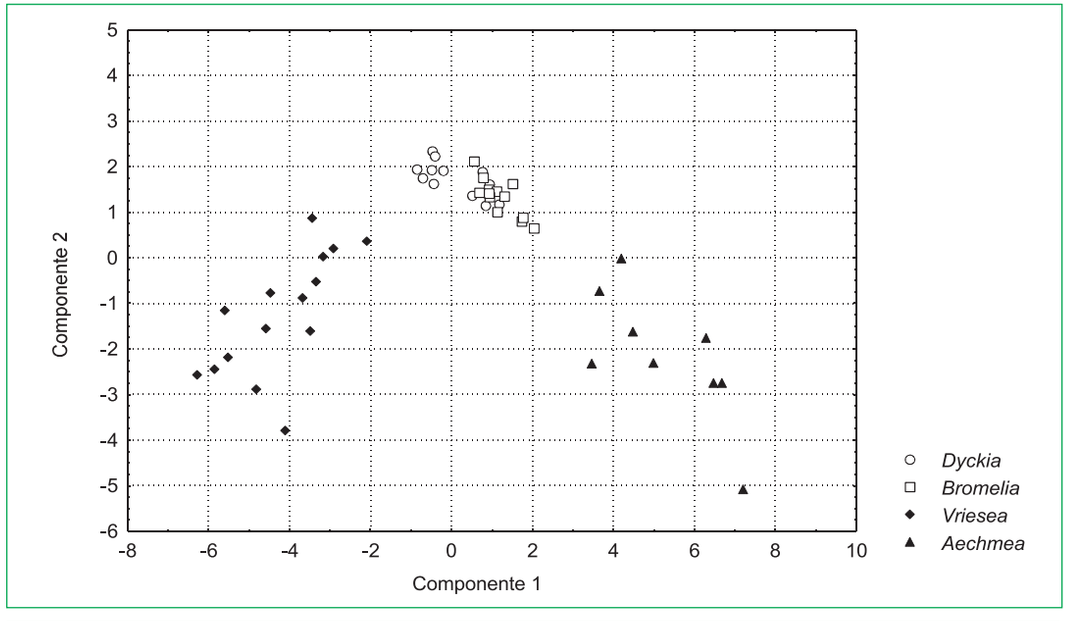


Figura 4
Análise discriminante canônica realizada com as medidas morfométricas de quatro espécies de bromélias nas áreas de campo rupestre e mata de galeria do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros (GO).

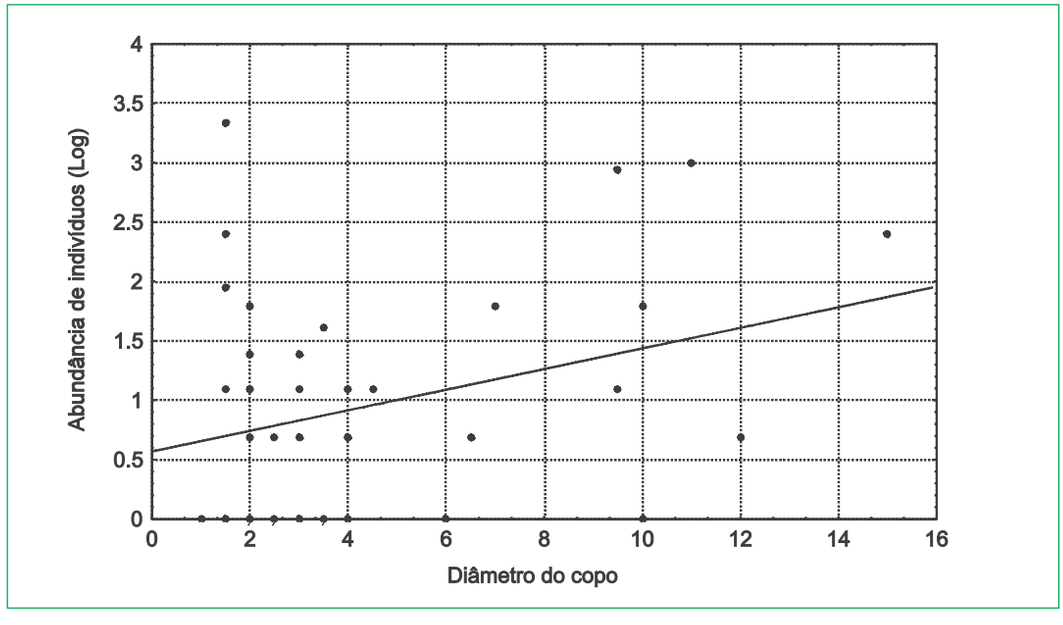


Figura 5
Relação entre a abundância de indivíduos (Log) e o diâmetro do copo das bromélias nas áreas de amostragem do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros (GO). Observação: $R^2 = 0{,}100$; $F_{1,47} = 4{,}476$; $p < 0{,}05$.

Atlântica. Grande parte desses macroinvertebrados consistia em formas imaturas e foram mais abundantes os Coleoptera Scirtidae, Diptera e Hymenoptera. Nesse estudo, encontramos grande número de Orthoptera, Coleoptera e Hymenoptera, sendo Orthoptera o mais abundante, seguido por Coleoptera. Orthoptera nunca havia sido mencionado, em outros estudos, como fauna dominante em bromélias. O segundo táxon mais abundante, Coleoptera, já tem sua ocorrência em bromélias bem conhecida. Um dos motivos dessa ocorrência é a dieta desse grupo que consiste em algas e fungos aquáticos, encontrados na água retida nos copos das bromélias (Mestre *et al.*, 2001).

Diptera são os artrópodes mais estudados em associação com bromélias, focando principalmente ecologia de população (Frank, 1990) e comunidade (Salamandra, 1977; Privat, 1979; Ochoa, 1993). Mestre *et al.* (2001) encontraram a prevalência desse táxon nas bromélias terrestres, embora não existam dados que detectem essa preferência entre bromélias epífitas e terrestres.

Entre os Hymenoptera, como observado por Privat (1979), a predominância é da família Formicidae. No entanto, Oliveira *et al.* (1994) discordam dessa afirmação e não consideram formigas como características da fauna de bromélias. Eles deduziram que a alta freqüência desses animais em bromélias, geralmente, é devida ao comportamento alimentar de formigas de colônias vizinhas. Em nosso estudo na mata de galeria há significante presença de formigas em bromélias, além de uma preferência pela área de mata de galeria. Mestre *et al.* (2001) observaram que a freqüência desse táxon pode variar ao longo do ano e a presença de pupa sugere que as formigas não estão utilizando as bromélias apenas devido ao comportamento alimentar. Nesse estudo, encontramos que a presença de formigas está positivamente associada à arquitetura das bromélias. Uma explicação para a presença das formigas na mata de galeria pode estar relacionada às condições do solo. Como esse ambiente é constantemente inundado, e o nível de água aumenta durante o período de chuvas, há uma restrição para o estabelecimento de colônias sob o solo. Provavelmente o mesmo pode ocorrer com térmitas que nidificam no solo. A opção mais viável é a ocupação das bromélias.

Algumas hipóteses poderiam explicar a maior utilização das bromélias por artrópodes na área de mata de galeria: o espaçamento das bromélias, a arquitetura ou a existência de locais alternativos na área do cerrado para o abrigo dos artrópodes. Uma vez que o padrão de distribuição das bromélias na área de campo foi agrupado e a distância média entre as bromélias foi pequena, a distribuição espacial das bromélias não explicaria a falta de artrópodes. Caso tal variável fosse importante, seria de se esperar que na mata, onde o padrão de distribuição não é agrupado e as mesmas localizam-se suspensas em árvores (não foi verificada a presença de bromélias terrestres na área estudada), a presença de artrópodes fosse menor. Outra hipótese, a da arquitetura das bromélias, poderia explicar a variação na colonização. As maiores bromélias deste estudo (*Bilbergia* sp. e *Aechmea* sp.) foram encontradas na área de mata e essas se distinguem das do campo rupestre (*Bromelia* sp. e *Dychia* sp.). As bromélias do campo rupestre apresentam uma arquitetura mais semelhante entre si, possuem menor porte do que as de

mata e quase não concentram água entre suas folhas. A existência de locais alternativos como locas entre pedras, para o abrigo dos artrópodes seria a hipótese mais razoável para explicar a ausência desse tipo de fauna nas bromélias do campo rupestre.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Prof. Alexandre B. Araújo, pelo incentivo ao desenvolvimento desse estudo. Também à administração do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros que deu permissão para o trabalho na área. Obrigada também a Naíldes P. da Silva que ajudou nas coletas, e a J. A. de Carvalho e Dr. J. Ratter pela assistência. Agradecemos ao CNPq e CAPES pelo apoio financeiro durante nosso curso de doutorado. E finalmente agradecemos aos dois revisores desse trabalho que forneceram valiosas contribuições.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barrera, R. R. & V. Medialdea. 1996. Development time and resistance to starvation of mosquito larvae. *Journal of Natural History* 30: 447-458.

Beutelspacher, B. C. R. 1971, Una bromeliácea como ecosistema. *Biología* 2: 82-87.

Borror, D. J. & D. M. Delong. 1988. *Introdução ao estudo dos insetos.* Editora Edgard Blücher Ltda, São Paulo.

Chadee, D. D. 1999. Laboratory studies of diel oviposition, fecundity, survival, and gonotrophic cycles of *Anopheles bellator* Dyar and Knab in Trinidad, West Indies. *Journal of Vector Ecology* 24: 83-90.

Eiten, G. 1972. The Cerrado vegetation of Brazil. *The Botanical Review* 38(2): 201-341.

Felfili, J. M., A. V. Rezende, M. C. Silva Jr, P. E. N. Silva & B. M. T. Walter. 1995. Fitossociologia da vegetação do Cerrado. In J. M. Felfili, A. V. Rezende, M.C. Silva Jr, T. S. Filgueiras, M. Haridassan, P. E. N. Silva & R. Mendonça (eds.), *Projeto biogeografia do bioma Cerrado:* Vegetação. Chapada dos Veadeiros. Relatório técnico não-publicado apresentado ao FNMA, Brasília, DF.

Frank, J. H. 1990. Bromeliads and mosquitoes. Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Division of Plant Industry. *Entomology Circular* 331: 1-2.

Hogue, C. L. 1975. A new species of bromeliad-breeding *Culex* (*Culex*) from Cocos Island. *Mosquito Systematics* 7: 357-362.

Leme, E. M. C. 1984. Bromélias. *Ciência Hoje* 3: 66-72.

Ludwig, J. A. & Reynolds, J.F. 1988. *Statistical Ecology:* a primer on methods and computing. John Wiley and Sons, New York, EUA.

Magurran, A. E. 1988. *Ecological Diversity and its Measurement.* Princeton University Press. New Jersey, USA.

Marques G. R. A. M., R. C. Santos & O. P. Forattini. 2001. *Aedes albopictus* em bromélias de ambiente antrópico no Estado de São Paulo, Brasil. *Rev Saúde Pública* 35(3): 243-248.

Mestre, L. A. M., J. M. R. Aranha & M. DE L. P. Esper. 2001. Macroinvertebrate fauna associated to the bromeliad *Vriesea inflata* of the Atlantic Forest (Paraná State, southern Brazil). *Braz. arch. biol. technol.* 44(1): 89-94.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. 1995. *Plano de ação emergencial para o Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros.* MMA/GTZ/PNMA/Ibama, Brasília.

Monteiro, G. R. A, R.L.C. M Santos & O. P. Forattini. 2001. *Aedes albopictus* em bromélias de ambiente antrópico no Estado de São Paulo, Brasil. *Rev. Saúde Pública* 35(3): 54-61.

Ochoa, M. G. Lavin, M. C. Ayala F. C. & A. J. Perez. 1993. Arthropods associated with *Bromelia hemisphaerica* (Bromeliales: Bromeliaceae) in Morelos, Mexico. *Florida Entomologist* 76: 616-621.

Oliveira, M. G. N., C. F. D. Rocha & T. BAGNALL. 1994. A comunidade animal associada à bromélia-tanque *Neoregelia cruenta* (R. Graham) L. B. Smith. *Revista da Sociedade Brasileira de Bromélias* 1: 22-29.

Picado, C. 1913. Les Broméliacées épiphytes considérées comme milieu biologique. *Bull Scient. France et Bel.* 5: 215-360.

Por, F. D. 1992. *Sooretama the Atlantic rain forest of Brazil*. SPB Academic Publishing. 130 p.

Privat, F. 1979. Les Broméliacées, lieu de developpement de quelques insects pollinisateurs des fleurs de cacao. *Brenesia* 16, 197-212.

Ribeiro, J.F. & B.M.T. Waler. 1998. Fitofisionomias do bioma Cerrado. *In*: Sano, S.M. & Almeida, S.P. (eds.). *Cerrado: ambiente e flora*. Planaltina: Embrapa-CPAC. p. 89-166.

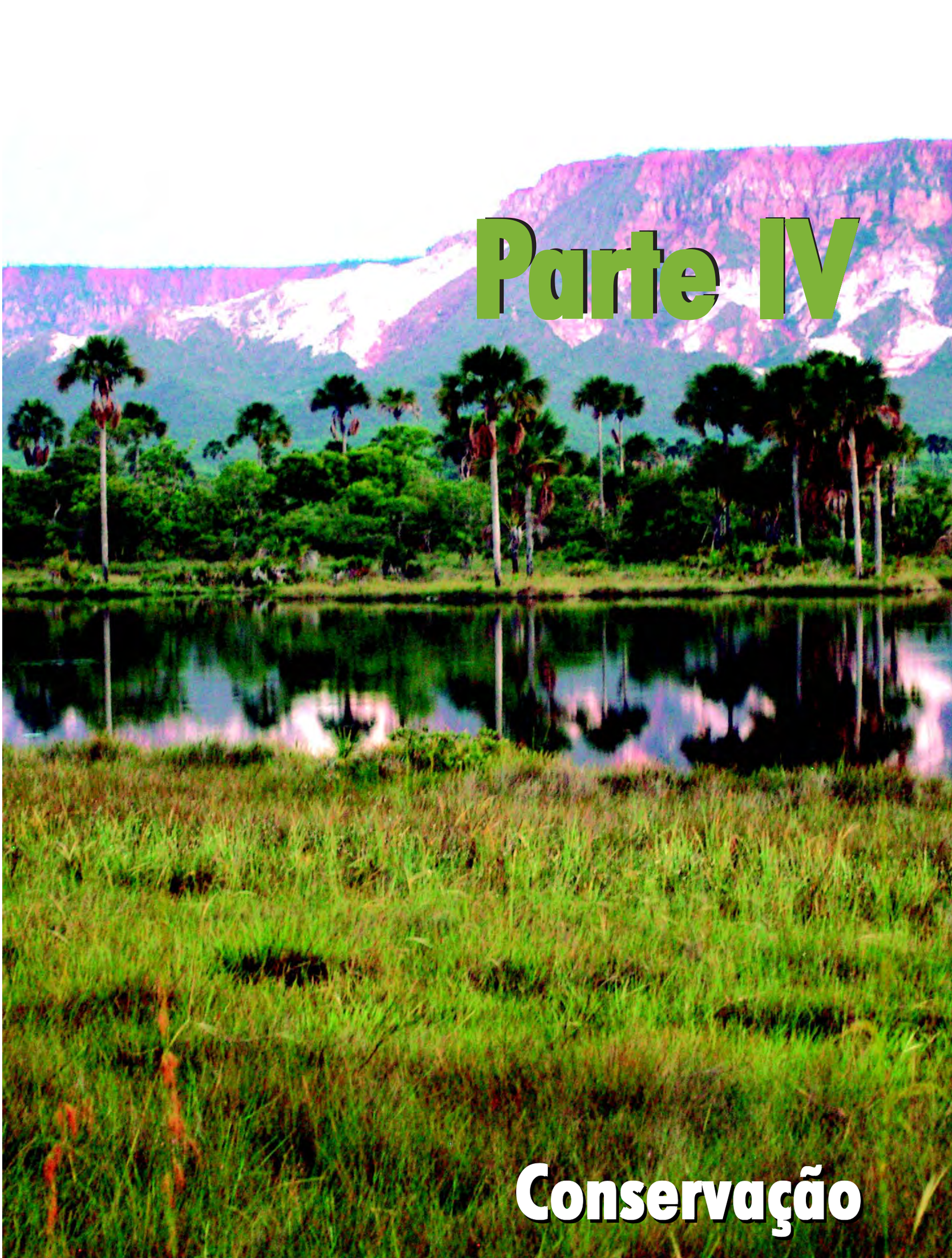
Richardson B. A. 1999. The bromeliad microcosm and the assessment of faunal diversity in a neotropical forest. *Biotropica* 31:321-36.

Salamandra, N. S. 1977. Biota en *Gusmania berteroniana* y *Vriesea sientenisii* (Bromeliaceae), en bosque pluvial de Luquillo, Puerto Rico. *Actualidades Biologicas* 6: 2-7.

Teixeira, R. L., J. A. P. Schineider & G. I. Almeida. 2002. The ocurrence of Amphibians in Bromeliads from a Southerastern Brazilian Restinga Habitat, with special reference to *Aparasphenodon brunoi* (Anura, Hylidae). *Brazilian Journal of Biology* 62(2): 263-268.

WWF - Fundo Mundial para a Natureza. 1995. *Levantamento da biodiversidade do bioma Cerrado:* um estudo para promover sua conservação, região de Alto Paraíso de Goiás. Fundo Mundial para a Natureza - WWF. Brasília.

Zar, J. H. 1984. *Biostatistical Analysis*. 2nd Edition. Departament of Biological Sciences. Northen University. Prentice Hall, Engewood Cliffs, New Jersey, USA.



Parte IV

Conservação

FOTO: M. HARIDASAN

Capítulo 22

Desafios para a conservação do Cerrado, em face das atuais tendências de uso e ocupação

Cleber J. R. Alho
Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal
Campo Grande, MS.

INTRODUÇÃO

Este trabalho sobre conservação do Cerrado motiva mais uma oportunidade de se concentrar foco nos valores da sociedade brasileira e nas direções que devem ser tomadas diante da necessidade de progresso e das ameaças à biodiversidade. O ciclo de vida na natureza, agora, não apenas muda por causa dos eventos naturais, como estações de seca e chuva, ou, numa escala mais ampla, pela força da seleção natural, mas, muda drasticamente pela ação do homem, eliminando e reduzindo *habitats* naturais e suas espécies associadas.

A ausência de conhecimento científico e de tecnologia para uso e ocupação do Cerrado, hoje, está significantemente compensada pelo avanço e contribuição da pesquisa e da experimentação. Entretanto, é essencial uma conscientização e uma firme atitude a ser tomada pela implementação de políticas públicas, para a conservação e o uso sustentável deste bioma. O conhecimento científico sobre o Cerrado, acumulado nos últimos anos, tem oferecido contribuição valiosa para a Biologia da Conservação, ciência que consiste, em resumo, nas bases biológicas da conservação da natureza que prevêem as conseqüências da ação do homem sobre os ecossistemas naturais e as espécies do bioma.

AMEAÇAS: A QUESTÃO MAIS AMPLA DA EXTINÇÃO DE ESPÉCIES

Na década passada, a questão da conservação do Cerrado foi discutida a partir de argumentos conflitantes, com posições de pessoas que defendiam o preservacionismo (meio ambiente intocável), chegando a extremos, com acusações de iniciativas antidesenvolvimentistas. Hoje, a diversidade de visões sobre a conservação da natureza reflete a diversidade de inspirações e convicções em defesa do Cerrado: para uso sustentável de recursos, inclusive, genético e de biotecnologia; para recreação e turismo; para manter os elos culturais e espirituais de sociedades tradicionais; pelos serviços ecossistêmicos de água limpa, ar puro e controle de epidemias; pelo valor intrínseco e estético da natureza e suas espécies; por questões morais e éticas, e por várias outras razões.

Essa diversidade de visões e convicções, também, se consolida entre cientistas, como ocorreu em agosto de 2001, na reunião internacional em Hilo, Havaí, organizada pela Society for Conservation Biology, onde manifestações desesperadas, diante da perda da biodiversidade, contrastaram com opiniões mais conservadoras (Gibbs, 2001). Entre muitos cientistas há um quase desespero, diante do nível alarmante de espécies que estão desaparecendo (Levin, 2001; Lomborg, 2001; Regan *et al.*, 2001). Contudo, tem sido difícil determinar com precisão essa taxa de extinção em ambientes de alta diversidade de espécies, como o Cerrado.

O temor manifesto de alguns conservacionistas é que esse "holocausto biótico", segundo alguns, esteja eliminando do patrimônio natural, espécies cujo código genético nunca chegaremos a conhecer.

Tem-se considerado, por exemplo, o peso real das espécies de vertebrados e plantas superiores, tão enfatizadas na preocupação de conservação, mas que são minorias no portfolio da diversidade de vida na natureza. Como cerca de 90% das espécies na natureza (principalmente organismos inferiores na escala biológica como nematódeos, insetos, crustáceos, vírus, bactérias, fungos, algas e outras formas de vida) foram sequer inventariadas, fica difícil estimar o exato nível de extinção e a conseqüente perda da biodiversidade. O próprio enfoque da preocupação em mamíferos (com 4.650 espécies conhecidas no mundo, 195 no Cerrado, contrastando com mais de 1 milhão de espécies de insetos) e, do mesmo modo, em aves e peixes, tem levado os conservacionistas a determinarem os chamados "hotspots" para conservação, o que centraliza a preocupação num componente pequeno do enorme portfolio de espécies na natureza.

Os "hotspots" identificados de biodiversidade apresentam grande variedade de espécies e excepcional perda de *habitats* . Desse modo, o conceito de "hotspot" se apóia em duas bases: endemismo e ameaça (CI, 2000). As espécies endêmicas são mais restritas em distribuição, mais especializadas e mais susceptíveis à extinção, em face das mudanças ambientais provocadas pelo homem, em comparação com as espécies que têm distribuição geográfica ampla. O endemismo de plantas é escolhido como primeiro critério para definir um "hotspot", porque plantas dão suporte a outras formas de vida. O grau de ameaça é a segunda base do conceito de "hotspot" e é, fortemente, definido pelo grau de perda de *habitat* , isto é, quando a área perdeu pelo menos 70% de sua cobertura original onde se abrigavam espécies endêmicas. Segundo o estudo citado da Conservação Internacional, dos 1.783.200 km^2 originais do Cerrado, restam intactos 356.630 km^2, ou 20% do bioma original, justificando a caracterização desses *habitats* como "hotspots".

A questão central da conservação recai sobre o tema político e social, onde o cientista tem participação pouco expressiva na elaboração das políticas públicas. Tem sido difícil persuadir os políticos, diante da pressão social, que o combate à pobreza, à miséria, e também o desejo de desenvolvimento econômico e social, pressupõem a necessidade de conservação da natureza. A perda da biodiversidade, alcançada pela extinção irremediável de espécies de flora e fauna só agrava os problemas da população humana. A prática tem demonstrado que, no caso de destruição da natureza, como desmatamento, sobre-

pesca, sobre-caça etc., destruindo às vezes irreversivelmente os *habitats* naturais, a população local pobre é a primeira que sofre as conseqüências da degradação da natureza.

Por que a Convenção da Biodiversidade, assinada por 178 países durante a conferência mundial Rio 92, ainda não foi plenamente implementada? Apesar de hoje haver bom conhecimento do potencial dos recursos da biodiversidade, com aplicações na biotecnologia, nos alimentos, nos medicamentos e em outros fins, o principal empecilho levantado é o nível de pobreza das populações humanas nos países ricos em biodiversidade.

Além disso, têm-se enfatizado os "serviços ecossistêmicos", prestados pela biodiversidade, tais como qualidade da água, do ar, estoques pesqueiros, proteção contra pragas e outros aspectos pragmáticos, para persuadir os tomadores de decisão, reservando o enfoque moral da extinção de espécies e o tema estético e ético da conservação da natureza ao âmbito dos conservacionistas.

O grande problema da persuasão sobre a importância da conservação da biodiversidade está relacionado sempre ao aspecto socioeconômico da questão, isto é, ao argumento utilitário. O Governo e os produtores rurais defendem que o avanço da soja no Cerrado tem contribuído substancialmente para a riqueza da região, aumentando as exportações e gerando divisas para o país. Economistas apontam para o fato de a produção rural ter registrado expansão mais estável e superior à média da economia. A safra de grãos de 2003/2004 teve números expressivos: 47,4 milhões de hectares de área plantada e colheita de 119,3 milhões de toneladas, com a soja acusando significativo ganho de produtividade, principalmente em Mato Grosso. Para a safra 2004/2005, está prevista a colheita de cerca de 130,9 milhões de toneladas de grãos, segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Os custos da produção da soja no Cerrado, com as experimentações e a tecnologia que a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e o setor privado conduziram, são cerca de a metade do custo da produção nos Estados Unidos. No ano de 2003, as vendas externas de produtos agropecuários renderam ao Brasil US$ 36 bilhões, com superavit de US$ 25,8 bilhões (MAPA, 2004).

Embora esses dados variem de ano para ano, em função da produção de outros países e do comércio internacional, o fato inconteste é que a agricultura e a pecuária têm tido expressão no Cerrado. Enquanto se celebra esse sucesso econômico, a custo da conversão da vegetação natural em campos produtivos, por outro lado, a conservação dos diferentes ecossistemas naturais (campos, Cerrado, Cerradão, mata de galeria etc.) não tem acompanhado esse progresso.

A cultura da soja, com a utilização de sementes geneticamente modificadas, tem-se expandido no Brasil, com maior expressão entre pequenos e médios produtores do estado do Rio Grande do Sul. A legislação vigente, preocupada com as conseqüências dessa prática, faz recair sobre os produtores a responsabilidade de possíveis danos ao meio ambiente e a terceiros, devendo eles responderem, solidariamente, pela indenização ou reparação integral do dano, independentemente da existência de culpa (MAPA, 2004).

Outros argumentos econômicos e utilitários, resistentes à necessidade da

conservação, afunilam para um ponto ainda mais radical: por que proteger centenas e milhares de espécies, se somente cerca de 30 espécies de vegetais cultivados suprem cerca de 90% das calorias da dieta do homem e somente cerca de 14 espécies de animais contribuem com 90% da dieta de proteína animal?

AMEAÇAS: REDUÇÃO, PERDA, MODIFICAÇÃO OU DEGRADAÇÃO DE *HABITATS*

Há consenso em concluir que tem havido um processo de extirpação significante da biodiversidade do Cerrado pela ação do homem. Esse impacto adverso é devido à magnitude da escala da ocupação do bioma pelo homem. É bom lembrar que o conceito de biodiversidade se apóia num tripé: diversidade de espécies (representando o número de formas de vida no nível de espécies e suas populações), diversidade genética (representando as diversas variedades subespecíficas ou genéticas das formas de vida) e diversidade ecossistêmica (representando as diversas paisagens naturais como campo, campo sujo, campo úmido, cerrado no sentido restrito, campo-cerrado, cerradão, mata-seca, mata-ciliar e de galeria, vereda etc.). Cada um desses elementos pode sofrer influência de pelo menos três tipos de pressão: física (degradação ou perda de *habitats*), química (ação de contaminantes ambientais e poluição), e biológica (introdução de espécies exógenas, perturbação na cadeia trófica, eliminação de espécies-chave da comunidade ecológica) e outros fatores.

Há diversas causas ou fatores identificados como ameaças ao Cerrado: fogo (sem controle, ateado durante a época de seca para "limpar" o pasto); desmatamentos para diversos objetivos; expansão da fronteira agrícola e pecuária (sem ordenamento ecológico-econômico); contaminantes ambientais (emprego desordenado de pesticidas, herbicidas e outros tóxicos ambientais, provocando a bio-magnificação na cadeia trófica, além da poluição das águas e do solo); erosão, assoreamento de corpos d'água, lixiviação e perda de solos devido ao emprego de técnicas não apropriadas de uso do solo; uso predatório de espécies (sobre-explotação de espécies da flora e fauna); implantação de grandes obras de infra-estrutura (impactos causados pela abertura de rodovias, hidrovias, construção de hidrelétricas e outras grandes obras); turismo desorganizado e predatório e outras causas.

Dois fatores têm sido identificados como empecilhos para a implementação da legislação ambiental: a fragilidade institucional, com a conseqüente deficiência na fiscalização, e a falta de conscientização sobre a necessidade da proteção do meio ambiente. Dois casos podem ser ressaltados para ilustrar essas deficiências: a dificuldade de implementar integralmente a chamada Lei de Crimes Ambientais ou Lei da Natureza (Lei n.o 9.605/98) e o cumprimento da Lei de Recursos Hídricos (Lei n.o 9.433/97) para, por exemplo, proteção das nascentes e matas ciliares.

A análise e interpretação dessas ameaças merecem um estudo mais refinado para caracterizar melhor o grau e a escala da perda e modificação, do impacto sobre as espécies locais, inclusive com a introdução de espécies exógenas e dispersão de doenças. Essa análise, por exemplo, poderia focar sobre as espécies oficialmente listadas como ameaçadas de extinção, de acordo com a Lista Nacional de Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção,

elaborada pelo MMA (Ministério do Meio Ambiente) e parceiros, publicada em 27 de maio de 2003. Igualmente, a Portaria 37-N, de 3 de abril de 1992, do IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis), relaciona 107 espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção (IBAMA, 2004).

O foco a partir de algumas espécies ameaçadas começa a ser feito, com a elaboração de aproximadamente dez planos de manejo para espécies animais listadas, como a jaguatirica *Leopardus pardalis* e o lobo-guará *Chrysocyon brachyurus* e de plantas, como a cerejeira *Amburana cearensis* e o cedro *Cedrela fissilis*. Contudo, é necessário o enfoque a partir da visão de grau de ameaça para tentar categorizar a perda e destruição de *habitats* do Cerrado.

A questão histórica das ameaças e de suas tendências atuais estão documentadas na literatura (Alho e Martins, 1995). Por outro lado, enquanto a ocupação do Cerrado se intensifica, as medidas de implantação de áreas protegidas e mesmo a efetiva participação de projetos conservacionistas têm sido tênues, de vez que as áreas efetivamente protegidas estão bem aquém do planejado. Lista de Unidades de Conservação no Cerrado, de acordo com a Diretoria de Ecossistemas do IBAMA, atualizada em 15/6/2004 (www.ibama.gov.br) mostra que há 1.867.430ha de área protegida na categoria de Parques Nacionais (PARNAs); 3.461ha de Reservas Biológicas (REBIOs); 502.517ha de Estações Ecológicas (ESECs); 128.521ha de Refúgios de Vida Silvestre (); 1.516.219ha como Áreas de Proteção Ambiental (APAs); 2.329ha como Áreas de Relevante Interesse Ecológico (ARIEs.); 20.172ha como Reservas Extrativistas (RESEXs) e 16.331ha como Florestas Nacionais (FLONAs), perfazendo um total de 4.056.980ha de áreas protegidas pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), a cargo do IBAMA (excetuando-se aqui as Reservas Particulares do Patrimônio Natural – RPPNs). Esse total representa 2,06% da área do bioma, o que está muito longe do alvo indicado pelo Congresso Internacional de Áreas Protegidas ocorrido em Caracas, Venezuela, e adotado pelo Governo Brasileiro como um alvo a ser atingido. Deve-se ressaltar ainda a carência de implementação efetiva dessas unidades de conservação, em particular das APAs, cujo objetivo conservacionista tem sido, na prática, bastante contestado.

O 5° Congresso Internacional sobre Parques (Fifth World Parks Congress) que ocorreu em Durban, África do Sul, em setembro de 2003, e o Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação, ocorrido este ano de 2004, em Curitiba-PR, mostraram que pouco se alcançou quanto ao objetivo de proteger a diversidade de espécies que ocorre no bioma (Rodrigues *et al*., 2004)., Embora tenha havido expansão das áreas protegidas, no sentido de atingir o alvo de 10% da área do bioma, estabelecido pelo congresso internacional anterior, ocorrido em Caracas, Venezuela. Quando os autores cruzam a distribuições de espécies do bioma com a distribuição das unidades de conservação existentes, aplicando análise de vazios (gap analysis), concluem que as atuais áreas protegidas não abrigam todas as espécies do bioma. Cerca de 20% das espécies ameaçadas são identificadas como espécies de falhas, isto é, não são protegidas pelas unidades de conservação existentes.

A meta anunciada do Governo tem sido proteger pelo menos 10% da área

do bioma, o que evidentemente, na prática, está longe de ser atingido no caso do Cerrado. Além disso, os chamados projetos integrados de conservação e desenvolvimento têm tido dificuldades de aferir seus resultados efetivos (Salafsky e Margolius, 1999). De tal modo, que há dúvidas se a intervenção conservacionista, por intermédio dos chamados projetos com enfoque socioeconômicos, está de fato funcionando. Uma dificuldade na implementação e monitoramento de projetos é a falta de definição clara de indicadores ambientais, embora, por exemplo, o Banco Mundial tenha proposto diretrizes para esse fim (Segnestam, 1999).

AMEAÇAS: ESTUDO DE CASO SOBRE A BACIA DE MANSO, MATO GROSSO.

A bacia hidrográfica do rio Manso (com 10.880 km^2, onde hoje há uma represa hidrelétrica) caracteriza-se por um mosaico de fitofisionomias de Cerrado, com diversos tipos de *habitats* e fauna silvestre bem representada (Alho et. al., 2000; Alho *et al.*, 2003). A expansão da agricultura e pecuária reduziu as áreas naturais em 30%, entre 1985 e 1997, e a vegetação remanescente perdeu outros 3% com a implantação da usina hidrelétrica, conforme documenta estudo baseado em imagens de satélites e verificação no campo (Schneider e Alho, no prelo; Schneider *et al.*, no prelo). Dentre os indicadores de paisagem do local, o percentual da vegetação natural remanescente foi o indicador que sofreu ação mais desfavorável, devido ao seu decrescente percentual, durante os 12 anos analisados e em virtude da alta vulnerabilidade diante da pressão das ameaças (conversão de *habitats* naturais para agricultura e pecuária).

Os estudos consideraram também a questão da perda de *habitats*, no período entre 1985 e 1997, sobre a fauna regional, tomando mamíferos silvestres como indicadores. No enfoque do estudo, a perda de *habitat*s pondera o percentual de *habitat* potencial de cada espécie de mamífero silvestre estudada durante os 12 anos considerados. Foram selecionadas 100 espécies de mamíferos silvestres ocorrendo no local, representadas por nove ordens e 25 famílias, dentre as quais há 13 espécies consideradas sob algum grau de ameaça de extinção em nível nacional (lista do IBAMA) ou internacional (lista vermelha da UICN e anexos da CITES). Os resultados apontaram para cinco grupos de animais. O primeiro grupo, com 14 espécies de mamíferos, sofreu redução de *habitat* superior a 40%, e era representado por espécies que utilizavam prioritariamente ambientes florestados e arborizados (matas de galeria e cerrado sentido restrito). O segundo grupo de mamíferos perdeu entre 30 e 40% do *habitat* , representado por espécies que habitam ambientes florestados, arborizados e campos. O terceiro grupo sofreu redução de 8 a 12% do *habitat* potencial. O quarto grupo de mamíferos, capazes de explorar *habitats* alterados, sofreu redução de *habitat* potencial em 4%. E, finalmente, o quinto grupo de mamíferos, representado por seis espécies, se beneficiou das alterações, pois são espécies que exploram ambientes abertos e modificados.

Dentre as 17 espécies identificadas com maior grau de risco, na área de estudo, estão o tatu-canastra *Priodontes maximus* e primatas como *Ateles chamek* e *Aotus azarai*, para citar somente três exemplos. Em síntese, a perda de

habitats potenciais afetou drasticamente 24% das espécies de mamíferos silvestres que ocorrem no local, sendo que 17% das espécies estudadas estão em situação de risco.

DIVERSIDADE DE ESPÉCIES E MOSAICO DE *HABITATS*: EVIDÊNCIAS COM VERTEBRADOS

Com o advento da Biologia da Conservação, os pesquisadores em Ecologia passaram a enfatizar o papel da diversidade e abundância de espécies da fauna silvestre em seus *habitats* naturais como a expressão de interações ecológicas, particularmente competição por recursos alimentares, reprodutivos, de uso de espaço e outros. Os processos ecológicos que anualmente - ou em períodos esporádicos maiores – influenciam nos ciclos de vida da fauna silvestre, como os períodos sazonais de seca e chuva do Cerrado, atuam nas escalas temporal e espacial, estabelecendo diferenças locais ou regionais, quando comparadas, em larga escala biogeográfica com os biomas vizinhos (Alho *et al.*, 2002; Alho *et al.*, 2003).

Em Ecologia, há consenso de que a diversidade de espécies é fruto de uma variedade de processos ecológicos e evolutivos, com causas históricas e geográficas. Contudo, o número de espécies coexistindo numa escala espacial ampla, como no Cerrado, varia significantemente em abundância local, em função de recursos sazonais regionais.

A oferta sazonal desses recursos leva a dois fenômenos: (1) associações e agregações de espécies que interagem entre si, resultando no compartilhamento de unidades ecológicas, que formam as chamadas guildas, com a característica de que há forte interação entre essas espécies dentro de cada guilda, mas com interações fracas entre guildas diferentes; e (2) sincronização na escala de tempo de agregação de espécies (abundância) com a oferta de recursos sazonais, notadamente, alimento e nichos reprodutivos.

Há indícios de que a cadeia trófica, nesse caso, faculta maior abundância de espécies da fauna, e no caso de vertebrados, principalmente aves, anfíbios e alguns répteis e mamíferos, onde os elos alimentares sazonais atuam mais no nível da abundância local, sendo mais ou menos independentes da diversidade (Alho *et al.*, 2003).

Desse modo, a distribuição de espécies, numa escala ampla, varia desde os limites máximos de onde a espécie ocorre (distribuição geográfica) a uma área de maior ocorrência da espécie (distribuição regional). Já o termo abundância é usado para designar o tamanho (ou densidade) da população local. Na prática, o termo "local" se refere sempre à área amostral de um determinado estudo.

É bem conhecido que as espécies capazes de explorar um leque amplo de recursos se tornam, no decorrer de sua evolução, de distribuição geográfica ampla e localmente abundante. Algumas espécies de vertebrados do Cerrado parecem seguir essa tendência: têm distribuição geográfica ampla, ocorrendo em todo o bioma e em outros biomas brasileiros, mas ocorrem em altas densidades em certos períodos sazonais da região. Por exemplo, parece não haver diferenças interespecíficas de vertebrados entre o Cerrado e o Pantanal (não parece haver diferença no grau de especiação ecológica), mas algumas populações que ocorrem no Pantanal usam recursos que são mais abundantes

ou mais produtivos (Alho *et al.*, 2002 e Alho *et al.*, 2003).

Há evidências documentadas por trabalhos científicos que mostram que a variação da estrutura da fauna do Cerrado (composição de espécies e diversidade de aves e pequenos mamíferos) ocorre em escala regional ou biogeográfica, por exemplo, quando esses estudos comparam diferentes bacias hidrográficas (Silva, 1996; Palma, 2002; Alho, no prelo). Essas diferenças em composição de espécies podem estar relacionadas à penetração faunística que historicamente se deu pela malha hidrográfica de outros biomas, como a Amazônia, no caso da bacia do rio Manso. Essa penetração faunística pode, ainda, ser explicada pela expansão de florestas ocorrida no passado sobre a região do Cerrado (Ledru *et al.* 1998).

Há, também, diferenças na composição das comunidades ecológicas, tanto de animais como de plantas, quando os estudos comparam diferenças *intra-habitat*, isto é, no mesmo tipo de *habitat*, e *inter-habitats*, ou seja, entre *habitats* diferentes (Alho, 1981; Alho *et al.* 1986; Silva, 1996; Oliveira-Filho e Ratter, 1995 e Palma, 2002).

Segundo levantamento da Conservação Internacional (2000) há no Cerrado os seguintes números de vertebrados: anfíbios - 150 espécies, sendo 45 endêmicas; répteis - 120 espécies, sendo 24 endêmicas; aves - 837 espécies, sendo 29 endêmicas; mamíferos - 161 espécies, sendo 19 endêmicas; perfazendo um total de 1.268 espécies de vertebrados terrestres (sendo 117 endêmicas). Esse total do Cerrado, comparado com a Mata Atlântica, outro bioma ameaçado (que tem 1.361 espécies de vertebrados terrestres com 567 endêmicas), indica um número bem menor de espécies endêmicas para o Cerrado. Já as plantas vasculares do Cerrado contam com cerca de 10 mil espécies, sendo 4.400 endêmicas, comparadas com 20 mil espécies da Mata Atlântica, sendo 8 mil endêmicas (Eiten, 1993).

Outros estudos (MMA, 1999; Alho *et al.*, 2002) citam para o Brasil 195 espécies de mamíferos para o Cerrado (sendo 95 espécies voantes – morcegos, e 96 que dependem de *habitats* florestados ou arborizados, contra somente 14 espécies que vivem em áreas exclusivamente abertas ou em *habitats* aquáticos). Esses números, no Pantanal (que é um bioma com grande influência de Cerrado, mas com características de uma planície inundável com drástico regime anual de enchente e vazante), mostram 132 espécies de mamíferos para a planície inundável (sendo 62 voantes, 55 dependentes de *habitats* florestados e arborizados e 15 de *habitats* abertos e aquáticos). Estudos mais específicos indicam 144 espécies de morcegos, das quais 80 são citadas para o Cerrado. Levantamentos feitos localmente, por exemplo, no município de Serranópolis, sudoeste de Goiás (18° 25' S e 52° 00' W), em 758 coletas de morcego foram identificadas 25 espécies, com predominância de morcegos insetívoros, seguidos de frugívoros (Zortea, 2001). Os índices de diversidade aplicados nos dados desse estudo mostram que o local é de alta diversidade de espécies e alta abundância para Glossophaga soricina.

Quando se compara a distribuição de anfíbios, répteis, aves e mamíferos do Cerrado com a do Pantanal, e de outros biomas vizinhos, as seguintes conclusões são ressaltadas (Alho *et al.*, 2002):

1. Há 85 espécies de répteis ocorrentes na planície inundável

do Pantanal (sem serem exclusivas da região) e outras 94 somente registradas, até o momento, em áreas do entorno, num total de 179 espécies de répteis para a bacia do Alto Paraguai, isto é, região de Cerrado. Quanto aos anfíbios (anurofauna), são conhecidas pelo menos 45 espécies na planície e 80 no entorno (Cerrado). Apresentando menor heterogeneidade de *habitats* e maior disponibilidade de corpos d'água permanentes (menor número de *habitats* com condições ecológicas contrastantes), a planície inundável abriga espécies de anfíbios em geral abundantes e de ampla distribuição. Já as áreas de entorno da bacia do alto Paraguai, especialmente as altas cabeceiras em área de Cerrado, são virtualmente desconhecidas do ponto de vista de sua anurofauna. Os poucos inventários existentes indicam haver, aí, maior número de espécies num dado sítio e maior "turnover" de espécies entre sítios;

2. Na planície, formas exclusivas de biomas abertos representam cerca de 54% da fauna total de répteis, enquanto que, no planalto, essa contribuição equivale a apenas 42%. Já o número de formas "amazônicas", por exemplo, é duas vezes maior na fauna de répteis de localidade no planalto (Cerrado) do que entre os répteis registrados para o Pantanal;

3. A importância relativa de formas com hábitos aquáticos ou semi-aquáticos e de formas com hábitos fossoriais distingue a herpetofauna da porção norte do Pantanal e da localidade no planalto. Enquanto na primeira a representatividade de anfíbios e de répteis com hábitos aquáticos ou semi-aquáticos é superior à de formas fossoriais, no planalto ocorre o inverso, sendo as formas de hábitos fossoriais relativamente mais numerosas do que na planície;

4. Há 837 espécies de aves ocorrendo no Cerrado (das quais 759 ou cerca de 90%, se reproduzem no bioma, Silva, 1995) contra 444 espécies distribuídas no Pantanal. Cerca de 80% das aves do Cerrado dependem de *habitats* florestados ou arborizados. A grande abundância documentada da avifauna do Pantanal é composta por aves paludícolas que se agregam em torno de recursos sazonais alimentares ou reprodutivos, formando, em muitos casos, guildas de espécies.

5. O comportamento reprodutivo de algumas espécies mostra sincronismo entre o regime de enchente e vazante, com reflexos no sucesso reprodutivo.

6. Há deslocamento sazonal das aves paludícolas entre a planície e o planalto, ou mesmo entre diferentes sub-regiões da planície, embora esses dados ainda sejam incipientes para muitas espécies e contenham evidências para outras, como é o caso do tuiuiú.

7. Tanto no Pantanal quanto no Cerrado, a grande diversidade de espécies resulta da presença de ambientes florestados nesses dois biomas, tais como matas ciliares,

matas de galeria, cerradão e demais formações arborizadas.

8. A ampla distribuição de mamíferos no bioma Cerrado encontra na planície pantaneira ambientes propícios de oferta de nichos alimentares e reprodutivos, dentre outros, que favorecem a abundância, principalmente em áreas abertas, próximas a áreas arbóreas, como é o caso da capivara *Hydrochaeris hydrocheris* e do cervo *Blastocerus dichotomus*;

9. As análises que mostram as espécies de mamíferos mais dependentes de ambientes florestados podem sugerir espécies indicadoras ou espécies-chave para esse tipo de ambiente, como é o caso do bugio *Alouatta caraya* para as matas ciliares ao longo dos rios do Pantanal. Por outro lado, as espécies indicadoras de ambientes abertos, como a capivara e o cervo, têm grande apelo para o ecoturismo da região.

AÇÃO PARA POLÍTICA PÚBLICA: DOCUMENTOS RELEVANTES

Iniciativas do Ministério do Meio Ambiente visando estabelecer diretrizes para a conservação e o uso sustentável do Cerrado/Pantanal resultaram na promoção das "Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade do Cerrado e Pantanal", (MMA, 1999) representando a contribuição oriunda das atividades promovidas em 1997/1998, com a participação de várias instituições. Em prosseguimento, o Ministério criou, pela Portaria nº 298 de 11 de agosto de 1999, um Grupo de Trabalho, estabelecido em cumprimento ao Termo de Compromisso assinado pelo Ministro, por seus Secretários e outras autoridades, para propor subsídios para essas diretrizes e ações.

Esse Grupo de Trabalho, formado por representantes dos Estados, das instituições acadêmicas e de pesquisa científica, das ONGs, em conjunto com a equipe do Ministério, numa feição multidisciplinar e interinstitucional, trabalhou de fevereiro a novembro de 2000, com reuniões mensais em Brasília, sob os auspícios do Ministério do Meio Ambiente, produzindo o documento "Diretrizes para uma política integrada de conservação e uso sustentável para o Cerrado/Pantanal", (MMA, 2000a).

As diretrizes identificadas pelo Grupo de Trabalho (tomando por base também os tópicos ressaltados nos documentos "Subsídios à elaboração da Agenda 21 Brasileira") convergem para ações dos governos federal, estaduais e municipais, da pesquisa científica, do setor privado, mormente da área rural, das ONGs, dos povos locais, enfatizando suas tradições e culturas, enfim, da sociedade (MMA, 2000b). Estas diretrizes dão, ainda, destaque ao compromisso do Governo, no que tange estabelecer áreas protegidas representativas dos ambientes focais do bioma, bem como da implementação no campo da legislação recente, como a de recursos hídricos. As dimensões ambientais, econômicas e sociais do documento orientam as diretrizes e metas para a conservação do Cerrado/Pantanal, ao mesmo tempo em que se inserem no compromisso de repensar e agir com novas ações para o uso do ambiente, em direção do desenvolvimento, para as várias atividades humanas, incluindo o meio urbano e metropolitano e sua dependência do campo.

O impacto dramático das ameaças à biodiversidade e outros recursos naturais, como a água, está bem documentado na literatura (ANA, 2004). Este documento inspira o desejo de expansão, de progresso, de demanda de recursos da natureza, sem se sobrepor ao fato de que há meios identificados que podem conciliar o desenvolvimento, de maneira sustentável, com o compromisso de proteger parcelas representativas da biodiversidade. O desafio não é desmobilizar o conflito, mas indicar o caminho conciliado em busca de necessidades competitivas, por meio da intervenção, da gestão, do manejo, com a aceitação de que tudo isso é para benefício de todos.

O documento mantém a preocupação em conciliar o desenvolvimento econômico e social com os compromissos de conservação e uso sustentável de recursos. Enfoca, ainda, o processo de conscientização e educação ambiental, os temas de biossegurança, o processo participativo e de integração do Cerrado/Pantanal com os outros biomas brasileiros e o contexto dos acordos, tratados e convenções internacionais assumidos pelo País.

Há, portanto, informações consistentes para um plano de ação que se espera possa ser implementado. O IBAMA tem, ainda, identificado novas áreas potenciais para serem protegidas por unidades de conservação. A conversão ou modificação da cobertura natural do complexo Cerrado do país, para diversos usos, tem sido drástica, conforme ressaltado em trabalhos apresentados neste Simpósio. Por outro lado, a literatura científica especializada tem demonstrado a importância do bioma em diversidade de espécies e riqueza genética e ecossistêmica, no mosaico de ambientes que contém essa cobertura natural.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Grupo de Trabalho multidisciplinar interinstitucional, que atuou sob o patrocínio do Ministério do Meio Ambiente, propôs diretrizes prioritárias de políticas públicas para conservação e uso sustentável do Cerrado, as quais devem ser resgatadas para implementação.

Embora se tenha avançado na questão conceitual da conservação do Cerrado, há ainda um longo caminho a percorrer para a implementação concreta, e de fato, de medidas efetivas, em todos os enfoques. Dois exemplos ilustram essa distância entre o ideal e a realidade de ocupação e uso: primeiro, a dificuldade de se aplicar o que determina o código florestal brasileiro, particularmente, a proteção de matas ciliares e de galerias, nos campos onde avançam o cultivo de grãos; segundo, embora o percentual de áreas protegidas no Cerrado ainda esteja bem aquém do nível de compromisso do Governo (idealmente 10% do bioma), muitas unidades de conservação, oficialmente declaradas como tal, não estão apropriadamente implementadas, sendo o que se denomina de “parques de papel”. O grau de vulnerabilidade dos “parques de papel” depende do grau de implementação que a área, oficialmente protegida, de uso indireto, tem experimentado (WWF, 1999).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alho, C.J.R. 1981. Small mammal population of Brazilian Cerrado: the dependence of abundance and diversity on habitat complexity. *Revista Brasileira de Biologia* 41(1): 223-230.

_____, L.A. Pereira e A.C. Paula, 1986. Patterns of habitat utilization by small mammal populations in the Cerrado biome of Central Brazil. *Mammalia* 50(4): 447-460.

_____ e E.S. Martins (eds). 1995. *De grão em grão o Cerrado perde espaço.* Impactos do Processo de Ocupação. WWF, Documento para discussão. Brasília. 65p.

_____; P. N. Conceição; R.Constantino; T. Schlemmermeyr; C. Strussmann; L.A.S. Vasconcellos; D. M. M. Oliveira; M. Schneider,2000. *Fauna silvestre da região do rio Manso* – MT. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; Edições IBAMA; Centrais Elétricas do Norte do Brasil, 268 p.; il.

_____; C. Strüssmann; M. Volpe; F. Sonoda; A.A.B. Marques; M. Schneider; T.S. Santos Júnior e S. R. Marque, 2003. *Conservação da biodiversidade da bacia do Alto Paraguai*. Editora UNIDERP, Campo Grande-MS, 466 p.

_____; C. Strüssmann e L.S. Vasconcellos, 2002. Indicadores da magnitude da diversidade e abundância de vertebrados silvestres do Pantanal num mosaico de *habitats* sazonais. II Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-Econômicos do Pantanal. *Desafios do Novo Milênio.* EMBRAPA. Publicado em meio digital: Centro de Pesquisa Agro-Pecuária da EMBRAPA, Corumbá, MS.

_____. No prelo. *Intergradation of habitats of non-volant small mammals in the patchly Cerrado biome landscape.* Arquivos do Museu Nacional, Número Especial em Homenagem ao Dr. João Moojen.

ANA (Agência Nacional de Águas), 2004. GEF/Pantanal Alto Paraguai. *Implementação de práticas de gerenciamento Integrado de bacia hidrográfica para o Pantanal e bacia do Alto Paraguai.* www.ana.gov.br

Conservation International, 2000. Biodiversity Hotspots. Hotspots: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions . *Nature* Vol. 403, 24 February.

Eiten, G. 1993. Vegetação do Cerrado. In: *Cerrado – segunda edição revista e ampliada.* p. 17-74. Maria Novaes Pinto (organizadora). Editora Universidade de Brasília

Gibbs, W.W. 2001. On the termination of species. *Scientific American* Volume 285 (5):28-37.

IBAMA (Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis), 2004. *Unidades de Conservação* . www.ibama.gov.br

Ledru, P.M.; M.L. Salgado-Laboriau e M.L. Lorscheitter, 1998. Vegetation dynamics in Southern and Central Brazil during the last 10,000 yr B.P. *Review of Paleobotany and Palenology.* 99:131-142.

Levin, S.A. (Editor) 2001. *Encyclopedia of biodiversity.* Academic Press.

Loborg, B. 2001. *The skeptical environmentalist*. Cambridge University Press.

MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), 2004. *Agronegócio brasileiro: uma oportunidade de investimento.* www.agricultura.gov.br

MMA (Ministério do Meio Ambiente). 1999. *Ações prioritárias para a conservação da biodiversidade do Cerrado e Pantanal.* PROBIO, Conservation International, FUNATURA, BIODIVERSITAS e Universidade de Brasília. Brasília, 26p.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). 2000a. *Diretrizes para uma política integrada para a conservação e uso sustentável do Cerrado e Pantanal.* PROBIO, (Relatório do Grupo de Trabalho criado pela Portaria nº 298 do MMA). Brasília, 43 p.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). 2000b. *Subsídios à elaboração da Agenda 21* Brasileira. Gestão dos Recursos Naturais; Redução das desigualdades sociais; infra-estrutura e integração regional; agricultura sustentável; cidades sustentáveis.

Oliveira-Filho, A.T. e J.A. Ratter, 1995. A study if the origin of the central Brazilian forests by the analysis of plant species distribution patterns. *Edinburgh Journal of Botany* 52 (2): 141-194

Palma, A.R.T. 2002. *Estrutura de comunidades de pequenos mamíferos no Cerrado.* Tese de doutorado: orientador C.J.R. Alho. Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília, 126 p.

Regan. H.M *et al.*, 2001. The currency and tempo of extinction. *American Naturalist* volume 157 (Number 1) 1-10.

Rodrigues, A.S.L *et al.* 2004. Effectiveness of the global protected area network in representing species diversity. *Nature* 2422:1-2 (Letter to Nature).

Salafsky, N. e R. Margolius, 1999. Threat redution assessment: a practical and cost-effective approach to evaluating conservation and development projects. *Conservation Biology* Vol. 13 (4):830-841.

Schneider, M. e C.J.R. Alho, No prelo. A fauna de mamíferos da região do rio Manso, Mato Grosso: perda de *habitats* e estado de conservação. In: Santos J.E. e Cavalheiro F. (eds.). *Gestão e planejamento ambiental.* São Carlos, SP – Universidade Federal de São Carlos.

Schneider, M.; A.A. Marques e C.J.R. Alho. No prelo. Análise de indicadores da paisagem em áreas de cerrado: Estudo de caso na bacia hidrográfica do rio Manso, Mato Grosso, Brasil. *In*: Santos, J.E. e Cavalheiro, F. (eds.). *Gestão e planejamento ambiental.* São Carlos, SP – Universidade Federal de São Carlos.

Segnestam, L. 1999. *Environmental performance indicators.* The World Bank. Environment Department Papers. Paper nº. 71.

Silva, J.M.C. 1996. Distribution of Amazonian and Atlantic birds in gallery forests of the Cerrado region, South America. *Ornitologia Neotropical* 71(1): 1-18.

WWF (Fundo Mundial para a Natureza), 1999. *Áreas protegidas ou espaços ameaçados* – o grau de implementação e a vulnerabilidade das unidades de conservação brasileiras de uso indireto. WWF-Brasil, Série Técnica, Volume III, março de 1999, Brasília.

Zortea, M. 2001. *Diversidade, reprodução e dieta de uma taxocenose de morcegos do Cerrado brasileiro.* Tese de doutorado (sob orientação de C. Alho). Ecologia, Universidade Federal de São Carlos, SP‘128 p.

Capítulo 23

FOTO: GUARINO COLLI

Ocupação do bioma Cerrado e conservação da sua diversidade vegetal

José Felipe Ribeiro
Embrapa Cerrados
Planaltina, DF
Samuel Bridgewater
James Alexander Ratter
Royal Botanic Gardens
Edimburgo
Escócia
José Carlos Sousa-Silva
Embrapa Cerrados
Planaltina, DF

INTRODUÇÃO

A conservação da biodiversidade do bioma Cerrado precisa ser inversamente proporcional a sua ocupação? Desenvolvimento implica apenas em ocupar novas e grandes áreas com agricultura mecanizada e grandes cidades? Qualidade de vida pode ser medida apenas com incremento de renda? Apesar de fisionomicamente homogênea, a paisagem savânica do Cerrado apresenta a mesma diversidade florística em todo o bioma? Qual é a riqueza de espécies e o papel das matas ribeirinhas na manutenção dos ambientes vizinhos? Este texto aborda algumas das respostas a estas perguntas, apresentando resultados existentes sobre a intensa heterogeneidade local e regional da flora das matas ribeirinhas e do Cerrado sentido amplo, mostra, também, as tendências do ritmo da ocupação humana na região e sugere alternativas para o ordenamento dessa ocupação por intermédio da definição de novas políticas públicas. Os objetivos específicos deste trabalho são: a apresentação de um rápido histórico da ocupação do Cerrado, a partir da segunda metade do século 20, a caracterização dos aspectos da riqueza de espécies em fitofisionomias desse bioma e, finalmente, a discussão do papel da agricultura de grãos, soja em especial, e da pecuária como elementos de alterações na diversidade natural, no uso do solo e nos meios de vida das populações humanas. Assumindo a continuação do ritmo dessa ocupação, essas informações são úteis no redirecionamento de políticas públicas para o Cerrado.

HISTÓRICO

Preocupados com a exploração de ouro e pedras preciosas, no início do século 18, os pioneiros da ocupação do Cerrado criaram as condições iniciais para o estabelecimento de diversas cidades no Centro-Oeste. Com a depleção desses recursos, a atenção foi transferida para a pecuária extensiva, que ocupou a atenção desta região, até praticamente o

final da década de 1950. Com a construção de Brasília, o desenvolvimento de infra-estruturas viárias (ferrovias e rodovias) e as políticas agrícolas desenvolvimentistas baseadas nos princípios da revolução verde, como o Programa de Desenvolvimento do Cerrado (POLOCENTRO) e o Programa Cooperativo Nipo-Brasileiro para o Desenvolvimento do Cerrado (PRODECER), houve condições para a expansão de uma agricultura extremamente comercial (Alho & Martins 1995). Dentre os principais cultivos havia milho, arroz, feijão e mais recentemente café, mandioca e, principalmente, a soja.

O domínio do bioma Cerrado ocupa 204 milhões de hectares dos quais pelo menos 127 milhões (62% do total) acontecem em solos com boas perspectivas de mecanização agrícola. Sano *et al.* (2001), utilizando um sistema geográfico de informação, estimaram que a área ocupada do bioma Cerrado em 1996 era de cerca de 120 milhões de hectares (59%), com aproximadamente 48 milhões (23%) com pastagem cultivada, 27 milhões (13%) com pastagem nativa, 10 milhões com culturas anuais (5%), 38 milhões (18%) com outros usos (ex.: culturas perenes, florestais e urbanização), restando aproximadamente 85 milhões de hectares (41%) como áreas relativamente intocadas (Figura 1). Entretanto, previsões baseadas em imagens de satélite mostram 67,1% como área ocupada para o Cerrado (MMA-SBF. 2002).

A população total do Centro-Oeste, em 1950, era de 1.736.965 habitantes. Ao final da década, em 1960, a população da região era de 2.942.992 habitantes. A partir dessa data o crescimento demográfico vinculou-se, principalmente, à capacidade de atração migratória da fronteira agrícola regional. No ano 2000, o contingente populacional, praticamente, atingiu os 28 milhões de pessoas (49,8% são do sexo masculino e 50,2% feminino) dos quais 21,64% estão na área rural e 78,36% na urbana. Algumas áreas apresentam até 37% de população rural, como é o caso do Vão do Paranã, no nordeste de Goiás.

A desaceleração do crescimento demográfico, com exceção do norte do Mato Grosso, pode estar acontecendo pelo relativo esgotamento da capacidade de atração migratória da fronteira agrícola. Este fato corrobora a idéia que a ocupação do solo no Cerrado, foi principalmente provocada pelo fluxo migratório da década de 1950 até 1990 e possui relação direta com as atividades agropecuárias nele desenvolvidas (Ribeiro & Barros 2002).

RIQUEZA DE ESPÉCIES

A idade geológica da formação do bioma e as mudanças dinâmicas do

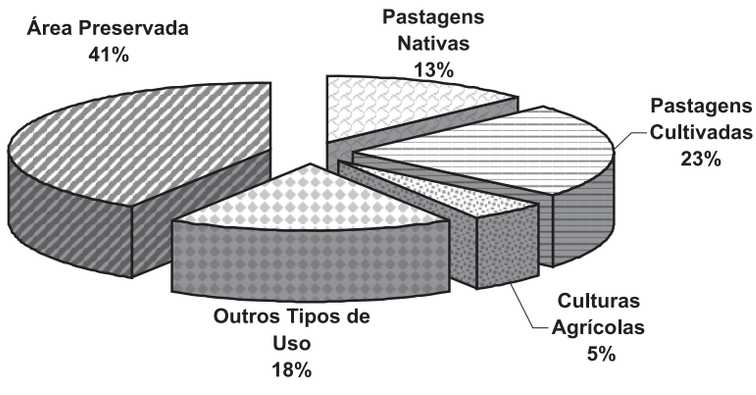


Figura 1
Estimativa de ocupação do Cerrado em 1996 (Sano *et al.*, 2001).

quaternário, assim como fatores espaciais locais e regionais da atualidade, levaram à enorme biodiversidade do bioma Cerrado (Ratter & Ribeiro 1996). Dias (1992) estimou valores superiores a 160.000 para a riqueza de espécies da biota do bioma Cerrado onde insetos, fungos e angiospermas são responsáveis por 87% dessa diversidade. Dessa estimativa, as angiospermas somariam cerca de 10.000 espécies.

Valores publicados, entretanto, mostram o imenso desconhecido que ainda resta, para quantificar adequadamente estas espécies. Os números disponíveis apresentam cerca de 6.500 espécies para plantas vasculares (Mendonça *et al.*, 1998). Já a fauna do Cerrado apresenta baixo grau de endemismo (Vanzolini, 1963; Sick, 1965; Redford & Fonseca, 1986; Marinho-Filho & Reis, 1989) *apud* Marinho-Filho & Guimarães (2001), compreendendo 212 para mamíferos (Marinho Filho & Guimarães, 2001), 180 para répteis (Brandão & Araujo 2001), 837 para aves (Silva 1995, Bagno & Marinho-Filho, 2001). É importante ressaltar que o Cerrado é responsável por mais de 50% das espécies de aves encontradas no Brasil, sendo que 90,7% se reproduzem nesse bioma (Silva 1995) e apenas 32 são endêmicas do Cerrado (Silva, 1997; MMA – SBF. 2002).

Enquanto o número de espécies endêmicas da fauna é relativamente pequeno, o mesmo não acontece para flora. Myers *et al.* (2000) estimaram que 44% da flora do bioma é endêmica. O número de plantas vasculares apontado por Mendonça *et al.*, (1998) no bioma Cerrado chega a 6.429, onde 33% delas, apesar de também ocorrerem em outros biomas, no Cerrado são encontradas apenas nos ambientes ribeirinhos. A biodiversidade do bioma foi mais bem estudada no Cerrado sentido amplo (Cerrado Denso, Típico, Ralo e Campo Sujo) e nas Matas de Galeria.

As Matas de Galeria e Matas Ciliares, com mais de 30% das espécies de plantas vasculares do bioma (Felfili *et al.*, 2001), têm extrema importância na riqueza total do bioma, pois muitos são os elementos itinerantes da fauna das outras fitofisionomias do bioma Cerrado que dependem dessa flora para alimentação, reprodução e nidificação. Com relação aos mamíferos, essas matas abrigam 80% das espécies comuns no Cerrado, 50% dos endemismos e 24% das espécies ameaçadas de extinção da região (Marinho Filho & Guimarães, 2001), para lagartos, das 47 espécies encontradas 25,5% são endêmicas (Brandão & Araújo 2001) e para os anfíbios das 113 espécies, 28,3% também são endêmicas (Brandão & Araújo 2001). Outro fator importante: essas matas são diretamente responsáveis pela quantidade e qualidade da água que corre nos cursos d'água do Brasil Central**.** Ademais, o Cerrado é considerado "o berço da águas", pois abriga nascentes de importantes bacias hidrográficas da América do Sul. Em termos de área o Cerrado abrange 78% da bacia do Araguaia-Tocantins, 47% do São Francisco e 48% do Paraná/Paraguai (Lima & Silva 2002). Estes mesmos autores realçam ainda que, em termos de contribuição para a quantidade de água das bacias, os números são ainda mais relevantes, pois o Cerrado é responsável por 71% na bacia do Araguaia/Tocantins, 94% no São Francisco e 71% no Paraná/Paraguai. Assim sendo, qualquer ocupação no Cerrado vai refletir em outros locais.

O estabelecimento e a distribuição espacial das espécies nas florestas ribeirinhas, em termos locais, parecem

ser mais relacionados às condições hídricas que com a fertilidade natural (Walter & Ribeiro 1997). A distribuição espacial localizada das espécies nas matas (zonação) pode depender da resposta das sementes e plântulas ao encharcamento do solo, como discutido em Ferreira & Ribeiro (2001). Correlacionar topografia, material de origem, características do solo e altura do lençol freático com a distribuição local das espécies têm sido objeto de estudos de variações da vegetação entre Matas de Galeria e dentro delas. Schiavini (1992) e Walter (1995) sugeriram esta estratificação do ambiente sob Matas de Galeria. Walter (1995) descreve que o ambiente é *não-inundável* se o lençol freático é baixo ou é *inundável* se o lençol é mais alto, independentemente se este acontece na borda externa, no meio da mata ou próxima ao córrego. Felfili *et al.* (2001) incluem na flora das matas ribeirinhas 2.031 espécies, em 686 gêneros e 134 famílias, distribuídas em 424 espécies herbáceas, 69 epífitas, 156 subarbustos, 237 trepadeiras, 403 arbustos e 854 árvores. Esses autores ressaltam que, enquanto para as formações florestais Mata de Galeria/ Mata Ciliar a proporção do estrato arbustivo-herbáceo para o arbóreo é de 1:1,1 na formação savânica Cerrado sentido amplo, a proporção é de 4:1.

A forma natural de ocupação do espaço pelas espécies e sua associação com as características ecológicas encontradas nos ambientes florestais podem ajudar a definir grupos de espécies características. Schiavini *et al.* (2001) descreveram para uma toposequência específica para a região de Uberlândia, como *exclusivas* das Matas de Galeria, (*Calophyllum brasiliense, Talauma ovata, Protium heptaphyllum* e *Inga vera* ssp. *affinis*) como *freqüentes*, porém não exclusivas (*Copaifera langsdorffii, Faramea cyanea, Tapirira guianensis* e *Dendropanax cuneatum*), e como *eventuais* (*Acacia glomerosa, Anadenanthera colubrina* var. *cebil, Roupala brasiliensis, Alibertia sessilis* e *Coussarea hydrangeifolia*). Entretanto, como enfatizaram esses autores, esta distribuição não pode nem deve ser generalizada para todas as Matas do Bioma. Concordamos com esse ponto já que a espécie *Protium heptaphyllum* também pode ser encontrada nos Cerradões e Matas Secas em áreas do Brasil Central.

Adicionalmente, Walter (1995) mostrou que diferenças florísticas entre porções da mesma mata podem ser maiores que diferenças entre matas diferentes. A análise de Silva *et al.* (2001) em 21 levantamentos realizados em matas diferentes no Distrito Federal mostrou que a similaridade florística de Sørensen em alguns casos foi tão baixa como 0,3, enquanto a similaridade média de 0.4 indicou a baixa semelhança florística entre os levantamentos. Esse autor listou apenas para o Distrito Federal 378 espécies, 44.1% do total de 854 sugerido por Felfili *et al.* (2001) para as matas do bioma.

A progressiva exploração desordenada e predatória desse ambiente e a ausência ou mesmo ineficácia de políticas públicas ambientais para sua gestão na região do Cerrado podem conduzir à insustentabilidade ecológica e social. Como a legislação ambiental protege esses ambientes, sua preservação resultaria em redução dos espaços produtivos, implicando em impacto direto nos rendimentos de produtores familiares de comunidades que vivem nas regiões ribeirinhas. Por outro lado, vale lembrar que a depredação das mesmas levará à redução da oferta

hídrica essencial para a sustentabilidade da produção agrícola, e que os resultados encontrados mostram que a conservação destas matas ribeirinhas vai manter importantes corredores ecológicos para o deslocamento da fauna e da flora, possibilitando serviços ambientais essenciais para a própria ocupação sustentável do bioma.

Quanto à vegetação savânica, dados disponíveis sobre a flora lenhosa do Cerrado, sentido amplo, indicam que, na área nuclear contínua, o número de espécies em uma área (diversidade alfa) pode variar de 20 a 193 espécies lenhosas arbóreas, enquanto áreas disjuntas do bioma, concentradas nas savanas amazônicas, podem apresentar valores bem menores (Ratter *et al.*, 2002, 2003). É claro que parte dessa variação na área nuclear pode ser oriunda da forma de amostragem, mas existem evidências de que a grande maioria dessa variação seja real e deva ser estudada com maiores detalhes, como é o caso de áreas encontradas em solos mesotróficos. Estes solos apresentam níveis de cálcio e magnésio, na camada superior, maiores que a média e estão associados com a presença de menor número de espécies. Espécies características desses ambientes são *Terminalia argentea*, *Callisthene fasciculata*, *Magonia pubescens*, *Astronium fraxinifolium* entre outras (Ratter *et al.*, 1977; Furley & Ratter 1988).

As análises biogeográficas realizadas por Castro (1994), Castro e Martins (1999), Ratter & Dargie (1992) e Ratter *et al.* (1996) e Ratter *et al.* (2003) permitiram a identificação de padrões de distribuição da flora do bioma. Por exemplo, Ratter *et al.* (1996) reconheceram os grupos *Sul* (São Paulo e sul de Minas Gerais), *Este-sudeste* (principalmente Minas Gerais), *Central* (Distrito Federal, Goiás e porções de Minas Gerais), *Centro-oeste* (maior parte de Mato Grosso, Goiás e Mato Grosso do Sul), e *Norte* (principalmente Maranhão, Tocantins e Pará), assim como um grupo de *vegetação savânica disjunta* na Amazônia. Neste estudo os autores mostraram não apenas que diversidade tende a ser menor nos sítios com solos relativamente mais férteis, onde existe a dominância de espécies indicadoras como *Callisthene fasciculata, Magonia pubescens, Terminalia argentea* e *Luehea paniculata,* mas também a existência de intensa heterogeneidade entre os sítios amostrados (diversidades beta e gama).

A análise da vegetação lenhosa da fisionomia Cerrado sentido amplo compreende hoje levantamentos em 376 sítios (Ratter *et al.*, 2003) com um total de 953 espécies de árvores e grandes arbustos, onde apenas 38 estiveram presentes em 50% ou mais deles (Tabela 1). Este estudo evidencia ainda que 309 espécies (35,3%) ocorreram em apenas um local, enquanto somente 300 espécies ocorreram em mais de oito locais (≥ 2,5%). O padrão de diversidade das espécies lenhosas é principalmente constituído desse um grupo restrito de 300 espécies (cerca de 1/3 do total) relativamente comuns e 2/3 de espécies bastante raras, muitas das quais poderiam ser incluídas como acessórias (Ratter *et al.*, 2003). Este padrão de oligarquia de um grupo de espécies comuns e muitas outras espécies raras, também foi reportado para as Matas de Galeria (Silva Júnior *et al.*, 2001) e para matas amazônicas de terra firme no Equador e Peru (Pitman *et al.*, 2001).

Alguns pesquisadores (*e.g.* Rizzini, 1963, 1979) postularam que na área central do bioma Cerrado haveria mais espécies que na periferia, e consideraram que a riqueza seria principalmente composta por espécies acessórias oriundas dos biomas vizinhos. Entretanto, Ratter *et al.*, (2003) relataram dois pontos relevantes:

1 - Apesar de muitas localidades da região central serem de fato ricas em espécies, localidades na periferia da área nuclear do Cerrado, nas proximidades dos Rios Araguaia, Tocantins e Xingu, ou ainda, no estado de São Paulo, mostraram riqueza tão grande ou até superior que a porção central.

2 - A riqueza da flora periférica é composta de espécies tipicamente savânicas, ou seja, não é formada por espécies oriundas de biomas vizinhos. Isto demonstra não apenas a significante heterogeneidade da flora, mas as particularidades de cada local.

Alguns estudos demonstraram a importância do Cerrado como um dos centros de biodiversidade mais importantes do planeta (Myers et al., 2000). Sem dúvida, a heterogeneidade do ambiente, já demonstrada em termos de precipitação pluviométrica (Assad & Evangelista, 1994), solo (Reatto *et al.* 1998), água (Lima & Silva 2002) e vegetação (Ratter *et al.* 1996; 2002; 2003), é fundamental na manutenção dessa biodiversidade.

Uso agrícola: produção atual e perspectivas futuras

A produção agrícola no Centro-Oeste, até a década de 1950, era pouco expressiva, a indústria não existia e

Tabela 1. Espécies lenhosas presentes em mais de 50% dos 376 levantamentos comparados [Os valores em parênteses são das porcentagens encontradas respectivamente em levantamentos anteriores Ratter and Dargie (1992) e Ratter *et al.* (1996)].

Espécies	%	Espécies	%
1-Qualea grandiflora	85 (96, 96)	*20-Byrsonima crassa*	60 (41, 47)
2-Q. parviflora	78 (75, 71)	*21-Himatanthus obovatus*	59 (41, 45)
3-Bowdichia virgilioides	77 (79, 76)	*22-Vatairea macrocarpa*	59 (58, 48)
4-Dimorphandra mollis	74 (71, 77)	*23-Machaerium acutifolium*	58 (62, 65)
5-Lafoensia pacari	74 (71, 62)	*24-Tocoyena formosa*	58 (75, 58)
6-Connarus suberosus	73 (75, 71)	*25-Davilla elliptica*	58 (66, 47)
7-Hymenaea stigonocarpa	73 (62, 78)	*26-Diospyros hispida*	57 (50, 45)
8-Kielmeyera coriacea	70 (62, 77)	*27-Salvertia convallariodora*	56 (54, 53)
9-Tabebuia aurea	67 (75, 56)	*28-Xylopia aromatica*	55 (58, 57)
10-Tabebuia ochracea	66 (37, 57)	*29-Sclerolobium aureum*	55 (58, 47)
11-Byrsonima coccolobifolia	65 (83, 71)	*30-Astronium fraxinifolium*	55 (58, 52)
12-Pouteria ramiflora	65 (62, 60)	*31-Annona coriacea*	54 (42, 48)
13-Casearia sylvestris	64 (71, 71)	*32-Ouratea hexasperma*	53 (42, 41)
14-Roupala montana	62 (54, 62)	*33-Plathymenia reticulata*	53 (58, 47)
15-Acosmium dasycarpum	62 (58, 60)	*34-Hancornia speciosa*	53 (42, 51)
16-Curatella americana	62 (75, 71)	*35-Aspidosperma tomentosum*	51 (65, 49)
17-Erythroxylum suberosum	62 (71, 54)	*36-Qualea multiflora*	51 (61, 63)
18-Caryocar brasiliense	61 (75, 78)	*37-Byrsonima verbascifolia*	50 (61, 55)
19-Brosimum gaudichaudii	60 (54, 62)	*38-Eriotheca gracilipes*	50 (50, 37)

apenas a pecuária bovina apresentava relevância na região. Este panorama, no entanto, sofreu alterações provenientes da abertura da fronteira agrícola nacional e do conseqüente fluxo migratório em direção ao oeste brasileiro. Na década de 1960, a quantidade de soja produzida no Brasil era de apenas 400 mil toneladas/ano. Em 1997 a produção nacional superou 25 milhões de toneladas e segundo estimativas da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) para a safra 2001/02, este montante pode chegar a 41 milhões de toneladas. Dos 27 estados brasileiros, 15 estão produzindo soja. A Região Sul era a maior produtora do país até meados da década de 1990. Na safra 2000/01, o Sul respondeu com 42,26% da safra nacional, enquanto o Centro-Oeste já produziu 44,35%. Estimativas para a safra de 2001/02 apontam que a produção no Centro-Oeste tende a crescer chegando a 19 milhões de toneladas, o que significaria 46,9% de toda a produção de soja do país. A participação da Região Nordeste cresceu bastante entre 1997 e 2001, quando apresentou percentuais de 3% e 6,87%, respectivamente, com ênfase para o estado da Bahia que responde por cerca de 70% da produção local. Mas qual é essa área de soja plantada e qual é o impacto ambiental?

A área plantada, em 2001, foi de pelo menos de 6.970 milhões de hectares, assumindo que a produção da soja hoje para o Cerrado seja de cerca de 20 milhões de toneladas e a produtividade média de 2.926 kg/ha (www.cnpsoja.embrapa.br./radarsoja/conab0203). Assim, dos 10 milhões de hectares plantados com grãos (Sano *et al.*, 2001), quase 65% da área total de grãos esteve destinada a esta espécie. A partir desses números, verifica-se que em 1986 a soja era responsável pela ocupação direta de mais de 3% da área bioma Cerrado. Além disso, observa-se que a área plantada na região tem crescido intensamente. Com isso, o Cerrado respondia por 41,83% de toda a produção de soja brasileira. Se por um lado a maior ocupação acontece com pastagem cultivada (38%) (Sano *et al.*, 2001), por outro, a abertura de novas áreas nos últimos anos está praticamente em função da soja e milho (Figura 2).

O incremento de produção de um determinado plantio agrícola, em termos simples, vai depender de três fatores: (i) abertura de novas áreas, (ii) aumento da produtividade ou (iii) utilização de áreas anteriormente plantadas com outras culturas. A soja na região duplicou de 1985 a 1995 e praticamente triplicou nos últimos 15 anos (Figura 1). O incremento

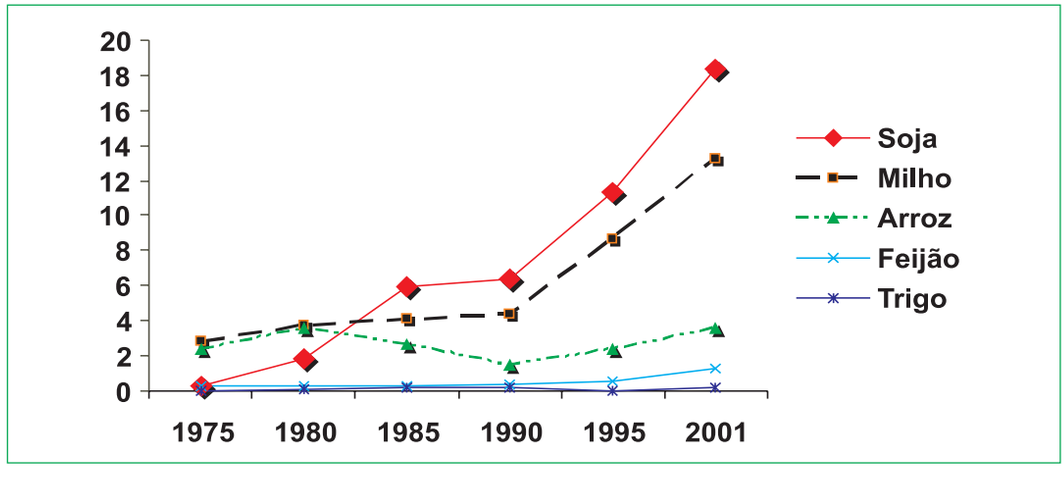


Figura 2
Evolução da produção de grãos em milhões de toneladas na área do domínio do bioma Cerrado. Fonte: Embrapa Cerrados – Palestra Institucional

na produção até agora foi decorrente dos dois primeiros fatores, abertura de novas áreas e aumento da produtividade. Da década de 1970, a produtividade aumentou de 1.300 para algo em torno de 2.800 kg/ha em 2001. Esta produtividade pode aumentar ainda mais, pois bons produtores, com técnicas apropriadas, poderão alcançar padrões mais altos.

A conservação do bioma Cerrado vai depender da criação de novas unidades de conservação e também da diminuição da pressão de ocupação agrícola. O aproveitamento de áreas com baixa ocupação ou abandonadas por outras culturas seria muito importante. Assim, dos 49 milhões de hectares ocupados por pastagens, estima-se que 30 milhões estejam degradados, sendo solos, teoricamente, potenciais para a reincorporação ao sistema produtivo de grãos, plantios com espécies perenes e sistemas agroflorestais. Esta área degradada é três vezes maior do que o espaço ora ocupado por todos os plantios de grãos. Entretanto, esta incorporação depende de vários fatores como a disponibilidade de técnicas de recuperação do solo e do uso da água (pesquisa), estudos das necessidades específicas para a próxima cultura (pesquisa), a conscientização e o treinamento dos produtores (educação) e a implementação de procedimentos políticos e sociais que apóiem o uso destas áreas (política).

POLÍTICAS PÚBLICAS

O estabelecimento apropriado e eficiente de políticas públicas para conservação vai depender da disponibilidade de informações coerentes e atualizadas, da integração e análise das informações disponíveis e a análise dos interessados em todos os níveis.

DISPONIBILIDADE DE INFORMAÇÕES

As unidades de conservação de proteção integral correspondiam a 1,5%, até 1998, do bioma Cerrado. Se a este número fossem somadas as unidades de uso sustentável, o Cerrado protegido não passaria de 3% de sua extensão inicial (Aguiar *et al.* 2003). A intensa heterogeneidade florística local e regional aqui destacada tem conseqüências importantíssimas em planos de manejo para o estabelecimento de unidades de conservação. Assim, os dados florísticos mostram que é necessário proteger muitas áreas relativamente menores no sentido de representar adequadamente a biodiversidade local e regional.

Todo esse conhecimento é muito útil no momento de decidir localização e tamanho das unidades de conservação, já que a ocupação humana nas ultimas três décadas, seja por agricultura, pastagem, produção de carvão, urbanização, entre outras, reduziu a vegetação natural para algo ao redor de 30%. Muito embora no Cerrado, a riqueza de espécies e endemismo sejam altos (Mittermeier *et al.*, 1999; Davis *et al.*, 1994 – 1997; Groombridge, 1992; Heywood, 1995 *apud* Myers *et al.* 2000 e Brooks *et al.* 2002), a proteção ambiental é pequena e a taxa de ocupação sensivelmente alta.Estimativas de antropização (incluindo urbanização, agricultura e áreas pouco perturbadas utilizadas como pastagem nativa) foram de 40% em 1995 (Alho & Martins 1995); 59% em 1996 (Sano *et al.*, 2002); de 67,1% em 1998 e de cerca de 70% em 1999 (Cerrado e Pantanal, 2002). Em alguns estados como São Paulo e Paraná, por exemplo, somente pequenos vestígios dessa vegetação natural permanecem.

INTEGRAÇÃO E ANÁLISE DESSAS INFORMAÇÕES

O desafio, portanto, está em agrupar e associar toda a informação disponível do ambiente físico e biológico e dos usuários, sejam eles comunidades tradicionais ou novos assentamentos, para estruturar sugestões para políticas públicas pertinentes e convincentes, procurando atingir o desenvolvimento sustentável com uma agricultura mais amigável com o ambiente e com ênfase na conservação dos 20% de reserva legal.

Além disso, os dados disponíveis evidenciam que, para ser efetiva, a conservação deve acontecer considerando a integração entre as fisionomias. Conservar apenas a vegetação ribeirinha, sem que sejam levadas em conta a sua dinâmica natural e as relações com as fisionomias adjacentes seria ineficiente. Dessa maneira, a interface com o campo úmido e o Cerrado sentido amplo é muito importante, principalmente no que diz respeito às espécies pioneiras da vegetação, transitórias como os animais ou mesmo com o lençol freático no solo. Por outro lado, manter uma reserva apenas com vegetação savânica apresentaria sérios problemas pela ausência de ligação com os ambientes ribeirinhos, tão importantes para a manutenção da fauna. Bagno & Marinho-Filho (2001) observaram que apenas 20% das aves do Distrito Federal são independentes das florestas, ou seja, a grande maioria ocorre tanto nos ambientes abertos quanto nos florestais. Muito embora englobem apenas 5% da área total do bioma Cerrado, 50% dos endemismos e 24% das espécies ameaçadas de mamíferos são encontradas nessas matas (Marinho-Filho & Gastal 2000), com sérias evidências de que sirvam como corredores mésicos entre a Floresta Amazônica e a Mata Atlântica, permitindo assim a manutenção da fauna característica de formações florestais sem adaptações específicas a ambientes tipicamente xéricos (Redford & Fonseca, 1996).

INTERESSADOS

A principio, o objetivo único e principal almeja o capital monopolista e a economia exportadora especializada em produtos alimentícios e matéria-prima, onde a soja aparece como elemento-chave. Atitudes, em futuro bem próximo, devem considerar dois pontos: a quem esse desenvolvimento interessa (beneficiários) e qual a sua necessidade de implantação em curto prazo, sem a devida análise das conseqüências dessas atitudes.

A região Centro-Oeste, em termos de beneficiários, responde pela menor participação da agricultura familiar no país, exatamente devido a esse alto índice de concentração fundiária (Expansão... 2000) de 500ha por propriedade, estabelecido como padrão pela monocultura empresarial (PRODECER II na região de Balsas, por exemplo). Com isso, percebe-se que há um impacto econômico positivo para o novo proprietário da terra, enquanto por outro lado, as populações tradicionais são pressionadas para um intenso processo de êxodo rural devido à perda de competitividade dos seus meios de produção e das formas tradicionais de manejo de recursos naturais.

Os impactos da ocupação agrícola tecnificada, especialmente soja, evidenciam uma área de ocupação de 3% do Cerrado em valores absolutos (Sano *et al.*, 2001), porém é fundamental discutir e considerar as conseqüências

indiretas ao estímulo de atividades complementares, e tidas como de desenvolvimento regional, como implementos e insumos agrícolas, comercialização, transporte e moradia (Expansão... 2000).

Essas atividades econômicas, sem dúvida, vão implicar na demanda de infra-estrutura que acaba influenciando no surgimento de outras culturas anuais (milho, feijão, arroz) ou perenes (banana, abacaxi). O Centro-Oeste tem implementado o estabelecimento de agroindústrias para o processamento de grãos de soja que não foram admitidos em outras regiões do país pelo impacto ambiental dos subprodutos e dejetos.

Recomenda-se que a decisão da localização das reservas legais, leve em consideração toda essa integração. A determinação do local da reserva, geralmente, é tomada pelo proprietário ou muitas vezes pelo seu encarregado, o que torna a escolha muitas vezes inapropriada, pois é tomada com base em um conhecimento insuficiente dos recursos naturais disponíveis. A ausência deste conhecimento deve ser suprida com intensos programas de educação ambiental.

Políticas de conscientização, educação e apoio para a ocupação ambientalmente sustentável seriam imprescindíveis. Liberação de recursos para plantios agrícolas deveria estar associada a técnicas de plantio e a preservação do solo, da água, da vegetação e da fauna. Este procedimento deveria ser acompanhado de educação ambiental, que estaria acontecendo com toda a comunidade, das crianças até os mais idosos. A sugestão seria a aplicação da educação ambiental no sentido amplo de Paulo Freire, ou seja, utilizando o ambiente em que a comunidade vive para educá-la; somente assim a comunidade poderia valorizar corretamente o ambiente onde vive. Isso se torna mais crítico ao se constatar que o número de produtores vindos de outras regiões do Brasil, no Cerrado, é muito alto. Foi verificado no Distrito Federal e em seu entorno, por exemplo, que 82,5% da população amostrada nasceu fora dessa área, e que a grande maioria não possuía raízes culturais vinculadas ao ambiente Cerrado, pois seriam oriundas, principalmente, das regiões Sul, Sudeste e Nordeste.

É evidente que se os aspectos de valoração ambiental tivessem sido amplamente aplicados e divulgados junto ao sistema privado de colonização e expansão da produção agropecuária organizada por grandes empresas do setor ou proprietários capitalizados, os resultados positivos sobre produção sustentada e conservação já poderiam ter sido colocados em prática. Entretanto, o procedimento até agora observado parece conseqüência da pequena articulação, tanto no aspecto setorial quanto no espacial. Muito pouco tem sido divulgado nas cooperativas do setor de produção de grãos sobre produção sustentada e conservação. Além disso, essa divulgação ainda varia de região para região. Esse desconhecimento pode levar a atitudes precipitadas e inconseqüentes.

PROPOSIÇÕES

Este estudo propõe transformações que devem partir dos seguintes precedentes:

1) Desenvolvimento tem que ser desdobrado em pleno envolvimento, entendendo que o prefixo “des”, nesse caso, não deve ser compreendido como

negativa de envolvimento, tal como em des-ligar (não ligar) e des-conversar (não conversar);

2) Pleno envolvimento seria, então, assumir que conservação e ocupação sustentada são como faces de uma mesma moeda. Para que essa moeda tenha mais valor, as duas faces devem estar juntas, lembrando que o ser humano é parte da natureza.

3) Devem acontecer em pelo menos três níveis (Tabela 2): Pesquisa, Política e Educação e dependendo da situação, em curto, médio e longo prazos. A matriz a seguir apresenta os principais aspectos desses níveis e prazos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O bioma Cerrado é regional e localmente heterogêneo, particularmente, no que diz respeito às espécies vegetais raras e endêmicas. Dessa maneira, é essencial a implementação de um sistema de unidades de conservação, que seja capaz de representar devidamente as subprovíncias florísticas já identificadas em vários estudos e

Tabela 2. Transformações na pesquisa, educação e nas políticas públicas propostas para mudar o entendimento sobre o valor ambiental do bioma Cerrado

	Prazos		
Níveis	**CURTO**	**MÉDIO**	**LONGO**
Pesquisa (O que falta ser conhecido)	• Seleção de métodos e produtos que estimulem a conservação do ambiente (solo, água, vegetação, fauna etc.)	• Seleção de espécies nativas para utilização em modelos agroflorestais sustentáveis	• Criação de modelos agroflorestais que incluam espécies nativas.
Educação (Divulgar o que é conhecido)	• Divulgação dos conhecimentos já disponíveis sobre o bioma e sobre o desenvolvimento sustentado.	• Divulgação dos métodos e produtos que estimulem a conservação do ambiente (solo água, vegetação, fauna etc.) nas escolas agrícolas e urbanas.	• Divulgação dos modelos agroflorestais nas escolas agrícolas da região. • Divulgação de informações sobre a biologia e o valor intrínseco do bioma Cerrado nas escolas agrícolas e urbanas.
Políticas (Favorecer os níveis anteriores)	• Criação de programas regionais que estimulem a pesquisa e a educação com o tema conservação e manejo sustentado para o bioma Cerrado; • Criação de condições para que o ambiente preservado seja considerado como uma "commodity"; • Criação de pólos agroindustriais para beneficiamento de produtos extrativos; • Criação de facilidades de comercialização e "marketing".	• Aos usuários que adotem práticas sugeridas de desenvolvimento sustentável deve haver: 1- Liberação do Título definitivo da terra (caso ainda esteja pendente) 2- Diminuição dos impostos do uso da terra, 3- Utilização do ICMS verde para os impostos dos produtos comercializados com esse tipo de procedimento, 4-Criação de programas regionais que estimulem a ocupação do solo/projetos de colonização e assentamentos agrícolas.	• Inclusão no currículo regional a obrigatoriedade de informações sobre a biologia e o valor intrínseco do bioma Cerrado.

revisadas em Ratter *et al.*, (2003). Além disso, todas as formações florestais, savânicas ou campestres, ali presentes devem também ser consideradas e incluídas nesse sistema, além das fitofisionomias e suas variações ambientais, como classes de solo e clima. Fica bastante clara a necessidade de criação de unidades de conservação em chapadas de latossolo, devido à intensa seleção dessas áreas para a ocupação agrícola nas ultimas três décadas.

A importância da implementação de leis e procedimentos ambientalmente amigáveis é premente. Decisões devem acontecer em seqüência e em diversos níveis como políticas, pesquisas, produtores e consumidores. Então, como "tomadores de decisão" são incluídos aqui políticos, pesquisadores, produtores, caseiros e até mesmo cada um de nós, como consumidores de produtos provenientes do Cerrado. Esse grupo deve entender que o ambiente faz parte do sistema de produção agrícola. É o ambiente que vai agir como filtro de poluição de elementos essenciais para a nossa sobrevivência, como o ar e a água, além de funcionar como sensor da qualidade ambiental, indicando quando o sistema está desequilibrado, pois sua capacidade de suporte foi ultrapassada. Somente com esses procedimentos teríamos possibilidades de garantir a conservação do bioma Cerrado e possibilitar a sustentabilidade da produção agrícola com longa duração.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguiar, L. M. de S., R. B. Machado & J. Marinho-Filho. 2004. A diversidade biológica do Cerrado. *In* L. M. de S. Aguiar e A. J. A. Camargo (Eds.). *Cerrado ecologia e caracterização.* p. 17-40. Embrapa STC, Brasília, DF, Brasil.

Alho, C. A. & E. de S. MARTINS. 1995. *De grão em grão, o cerrado perde espaço* (Cerrado – impactos do processo de ocupação). WWF – Fundo Mundial para a Natureza. Brasília, Brasil.

Assad, E. D. & B. A. Evangelista. 1994. Análise freqüencial da precipitação pluviométrica. *In* E. D. Assad (Coord.). *Chuvas nos cerrados Análise e espacialização.* p. 25 – 42. EMBRAPA-CPAC: EMBRAPA-SPI, Brasília, Brasil. '

Bagno, M. A. & J. Marinho-Filho. 2001. A avifauna do Distrito Federal: uso de ambientes abertos e florestais e ameaças. *In* J. F. Ribeiro, C. E. L. da Fonseca e J. C. Sousa-Silva (Eds.). *Cerrado caracterização e recuperação de Matas de Galeria*. p. 495-528. Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, Brasil.

Brandão, R. A. & A. F. B. de Araújo A Herpetofauna associada às Matas de Galeria no Distrito Federal. *In* J. F. Ribeiro, C. E. L. da Fonseca e J. C. Sousa-Silva (Eds.). *Cerrado caracterização e recuperação de Matas de Galeria*. p. 561 - 604. Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, Brasil.

Brooks, T. M., R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. B. da Fonseca, A. B. Rylands, W. R. Konstant, P. Flick, J. Pilgrim, S. Oldfield, G. Magin, & C. Hilton-Tailor. 2002. Habitat loss and extinction in the hotspots of biodiversity. *Conservation Biology.* 16 : 909-923.

Castro, A. A. J. F. 1994. *Comparação florístico-geográfica (Brasil) e fitossociológica (Piauí – São Paulo) de amostras de cerrado.* Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, SP, Brasil.

_____ & F. R. Martins, (1999). Cerrados do Brasil e do Nordeste: Caracterização, área de ocupação e considerações sobre a sua fitodiversidade. *Pesq. Foco*, São Luís 7: 147-178.

_____, F. R. Martins, J. Y. Tamashiro & G. J. Shepherd. (1999). How rich is the flora of the Brazilian cerrados? *Ann. Missouri Bot. Gard.* 86: 192-224.

Cavalcanti, R.B. 1999.Bird species richness and conservation in the Cerrado Region of Central Brasil. *Studies in Avian Biology* 19: 244 – 249.

MMA-SBF. 2002. Cerrado e Pantanal. *In Biodiversidade brasileira:* Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira. p.175 – 214. Ministério do Meio Ambiente/ Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Brasília, DF, Brasil.

Dias, B. F. de S. 1992. Cerrados: uma caracterização. *In*: *Alternativas de desenvolvimento dos cerrados:* manejo e conservação dos recursos naturais renováveis. [Coordenação Bráulio F. de Souza Dias] p. 11-25. FUNATURA-IBAMA, Brasília, DF, Brasil.

Expansão agrícola e perda da biodiversidade no cerrado: origens históricas e o papel do comércio internacional. 2000. [Coordenação Robert Buschbacher], WWF Brasil, Brasília, DF, Brasil. 98p.

Felfili, J.M., R. C. da Mendonça, B.M.T. Walter, M.C. da Silva Jr., M.G.G. Nóbrega, C.W. Fagg, A.C. Sevilha, M.A. Silva, 2001. Flora fanerogâmica das Matas de Galeria e Ciliares do Brasil Central. *In* J. F. Ribeiro, C. E. L. da Fonseca e J. C. Sousa-Silva (Eds.). *Cerrado caracterização e recuperação de Matas de Galeria.* p. 195-263. Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, Brasil.

Ferreira, J.N. & J.F. Ribeiro, Ecologia da inundação em Matas de Galeria. 2001. *In* J. F. Ribeiro, C. E. L. da Fonseca e J. C. Sousa-Silva (Eds.). *Cerrado caracterização e recuperação de Matas de Galeria.* p. 425-451. Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, Brasil.

Furley, P. A., J. A. Ratter & Gifford, D. R. (1988). Observations on the vegetation of eastern Mato Grosso III. The woody vegetation and soils of the Morro de Fumaça, Torixoreu. *Proc. Roy. Soc. B.* 235: 259 – 280.

Haridasan, M., J.M. Felfili, M.C. da Silva Junior, A.V. Rezende, P.E.N. Silva, Gradient analysis of soil properties and phytosociological parameters of some gallery forests on the Chapada dos Veadeiros in the Cerrado region of central Brazil. *In*: International Symposiun on Assesment and Monitoring of Forests in Tropical Dry Regions with Special Reference to Gallery Forests, 1996, Brasília, DF. *Proceedings*. Brasília, University of Brasília, 1997. p.259-275.

Lima, J.E.F.W. & E. M. da Silva. 2002. Contribuição hídrica do Cerrado para as grandes bacias hidrográficas brasileiras. *In Simpósio de Recursos Hídricos do Centro-Oeste II,* Campo Grande, Mato Grosso do Sul, ABRH. 2002. CD

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

Marinho-Filho, J. & M. L. Gastal. 2000. Mamíferos das matas ciliares dos cerrados do Brasil Central. *In* R. R. Rodrigues e Leitão-Filho, H. F. (Eds.). *Matas ciliares: conservação e recuperação.* p.209-221. Edusp/Fapesp, São Paulo, SP, Brasil.

_____& M. M.Guimarães. 2001. Mamíferos das matas de galeria e das matas ciliares do Distrito Federal. *In* J. F. Ribeiro, C. E. L. da Fonseca e J. C. Sousa-Silva (Eds.). *Cerrado caracterização e recuperação de Matas de Galeria.* p. 531 - 557. Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, Brasil.

Mendonça, R. C., J. M. Felfili, B. M. T. Walter, M. C. Silva Júnior, A. V Rezende, T. S. Filgueiras, & P. E. N. Silva. (1998). Flora vascular do cerrado. *In*: Sano, S. M., & Almeida, SD. P., (Eds). *Cerrado: ambiente e flora*, p. 288-556. Planaltina, DF, Brazil: EMBRAPA-CPAC.

Myers, N., R.A. Mittermeir, C. G. Mittermeir, G. A. B. Fonseca & J. Kent 2000.

Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.

Pitman, N. C. A., J. W. Terborgh, M. R. Silman, V. P. Núñez, D. A. Neill, C. E. Cerón, W. A. Palacios & M. Aulestia. 2001. Dominance and distribution of tree species in Upper Amazonian terra firme forests. *Ecology* 82: 2101-2117.

Ratter, J.A., G. P. Askew, R. F. Montgomery & D. R. Gifford. 1977. Observações adicionais sobre o cerradão de solos mesotróficos no Brasil Central. *In* M. G. Ferri (Ed.) *IV Simpósio sobre o Cerrado.* p. 306-316. Editora Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.

_____ & T. C. D. Dargie. 1992. An analysis of the Floristic Composition of 26 Cerrado Areas in Brazil. *Edinb. J. Bot.* 49: 235-250.

Ratter, J. A., S. Bridgewater, R. Atkinson, R & J. F. Ribeiro. 1996. Analysis of the floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation II: comparison of the woody vegetation of 98 areas. *Edinb. J. Bot.* 53: 153-180.

_____ & J.F. Ribeiro 1996. Biodiversity of the flora of the cerrado. *In* R.C. Pereira & L.C.B. Nasser (Eds.) *VIII Simpósio sobre o Cerrado. I International Symposium on Tropical Savannas.* pp.3 – 5. EMBRAPA CPAC, Brasília, Brasil.

_____ ,S. Bridgewater, J. F. Ribeiro, T. A. B. Dias & M. R. da Silva. 2000. Estudo preliminar da distribuição das espécies lenhosas da fitofisionomia cerrado *sentido restrito* nos estados compreendidos pela Bioma Cerrado. *Bol. Herb. Ezechias Paulo Heringer.* 5: 5-43.

_____ ,S. Bridgewater, & J. F. Ribeiro. 2002. Espécies lenhosas da fitofisionomia cerrado sentido amplo em 170 localidades do Bioma Cerrado. *Bol. Herb. Ezechias Paulo Heringer* 7: 5 - 112.

_____ ,S. Bridgewater & J. F. Ribeiro. 2003. Analysis of the floristic composition of the brazilian cerrado vegetation III: comparison of the woody vegetation of 376 areas. *Edinb. J. Bot.* 60 (1): 57 – 109.

Reatto, A., J.R. Correia, S.T. Spera.1998. Solos do bioma Cerrado: aspectos pedológicos. *In* : S.M. Sano, S. P. de Almeida (Eds.). *Cerrado ambiente e flora.* p. 47 -86. Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, Brasil.

Redford, K.H. & G. A. B. Fonseca. 1986. The role of gallery forests in the zoogeography of the Cerrado´s non-volant mammalian fauna. *Biotropica.* 18:126 – 135.

Ribeiro, J. F. & C. J. Barros. 2002. *O impacto da soja na biodiversidade do cerrado: desafios para a sustentabilidade.* Goiânia/SBPC www.sbpc.com.br

Rizzini, C.T. 1963. A Flora do Cerrado. Análise Florística dos Savanas Centrais. *In* M. G. Ferri (Coord.). *Simpósio sobre o Cerrado.* p. 127-177 . Editora Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.

_____ .1979. *Tratado de fitogeografia do Brasil.* Vol. 2. São Paulo, Brazil, Editora Universidade de São Paulo.

Sano E.E., E. T. Jesus, & H. S. Bezerra. 2001. Mapeamento e quantificação de áreas remanescentes do cerrado através de um sistema de informações geográficas. *Sociedade & Natureza.* 13 : 47 – 62.

Schiavini, I. 1992. *Estruturas das comunidades de mata de galeria da Estação Ecológica do Panga* (Uberlândia, MG). Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas-Unicamp, Campinas, São Paulo.

_____ ,J.C.F.Resende, F.de G. Aquino. 2001. Dinâmica de populações de espécies arbóreas em Mata de Galeria e Mata Mesófila na margem do Ribeirão Panga, MG. *In* J. F. Ribeiro, C. E. L. da Fonseca e J. C. Sousa-Silva (Eds.). *Cerrado caracterização e recuperação de Matas de Galeria.* p. 267-299. Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, Brasil.

Silva, J. M. C. da . 1995. Birds of the Cerrado region, South America. *Steenstrupia.* 21:69 – 92.

_____.1997. Endemic bird species and conservation in the Cerrado Region, South America. *Biodiv. Conserv.*, 6 : 435 – 450.

Silva Júnior, M. C. da, J. M. Felfili, B. M. T. Walter, P. E. Nogueira, A. V. Rezende, R. de O. Morais, & M. G. G. Nóbrega, 2001. Análise da flora arbórea de Matas de Galeria no Distrito Federal: 21 levantamentos. *In* J. F. Ribeiro, C. E. L. da Fonseca e J. C. Sousa-Silva (Eds.). *Cerrado caracterização e recuperação de Matas de Galeria.* p. 143-191. Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, Brasil.

Walter, B.M.T. 1995. *Distribuição espacial de espécies perenes em uma Mata de Galeria Inundável no Distrito Federal: florística e fitossociologia.* Tese de Mestrado. Universidade de Brasília-UnB, Brasília, Distrito Federal.

_____ & J. F. Ribeiro. 1997. Spatial floristic patterns in gallery forests in the Cerrado Region, Brazil. In.: J. Imaña-Encinas, C. KLEINN (org.). International Symposium on Assessment and Monitoring of Forests in Tropical Dry Regions with Special Reference to Gallery Forests, Brasília: 1996. *Proceedings* , Brasília: University of Brasília. p.339-349. (www.cnpsoja.embrapa.br./radarsoja/conab0203)

Capítulo 24

FOTO: ANDERSON SEVILHA

Manejo de fragmentos de Cerrado: princípios para a conservação da biodiversidade

Vânia R. Pivello
Departamento de Ecologia
Universidade de São Paulo
São Paulo, SP

POR QUE MANEJAR OS ECOSSISTEMAS NATIVOS EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO?

O processo de desenvolvimento que se instalou nas regiões Sudeste e Centro-oeste do Brasil a partir do século 20, acompanhado de grande crescimento populacional, levou à rápida procura por terras agricultáveis, locais para instalação de indústrias e cidades, bem como utilização direta dos recursos da natureza. Em decorrência, os ecossistemas nativos sofreram e ainda vêm sofrendo intensa fragmentação, substituição e descaracterização, sendo que aqueles que hoje restam geralmente constituem fragmentos pequenos e isolados nas paisagens modificadas pelo homem, ou, mesmo quando mais extensos, também alterados em sua composição, estrutura e processos. Além das perdas diretas de indivíduos e espécies, esses fragmentos sofrem inúmeras pressões externas, vindas de seu entorno alterado.

Diversas estratégias voltadas à proteção da biodiversidade existem, sendo elas de ordem política, econômica, educativa e ambiental, e devendo estar todas interligadas. Na vertente ambiental, a conservação *in situ*, por meio do estabelecimento de unidades de conservação, mostra-se como uma das melhores alternativas para a manutenção da biodiversidade nativa, uma vez que se mantém não apenas as espécies, mas também seus *habitats*, as relações entre elas e os processos ecológicos.

Entretanto, a grande maioria das áreas hoje destinadas à conservação nada mais são do que pequenas ilhas em meio à ocupação urbano-rural, sofrendo todo o tipo de pressão do entorno. Uma vez que resistência, resiliência e capacidade de auto-sustentação dos ecossistemas são propriedades que ocorrem dentro de limites, mesmo a biodiversidade "protegida" nas unidades de conservação está sujeita a sérios problemas e a grandes perdas, advindas da fragmentação e isolamento dos *habitats* e das pressões do entorno. Assim, o processo de fragmentação de *habitats* é apontado como o principal responsável pelas atuais perdas de biodiversidade, sejam elas em nível genético, específico ou ecossistêmico (WWF, 1989). Essas questões vêm sendo muito bem exploradas nas duas últimas décadas, especialmente no contexto da ecologia

de paisagens (Naveh & Liebermann, 1994; Forman, 1995; Meffe & Carroll, 1997; Primack *et al.*, 2001; Turner *et al.*, 2001), com o intuito de fornecer embasamento a alternativas para a conservação biológica.

Conclui-se, então, que apenas a criação de unidades de conservação não é suficiente para a manutenção do patrimônio natural; é também necessário que medidas de manejo sejam adotadas para estas áreas, bem como para toda a paisagem onde se inserem. Intervenções nos ecossistemas protegidos são necessárias para direcionar seus processos e evitar ou remediar problemas que os levem à deterioração.

Os planos de manejo são uma primeira abordagem para o estabelecimento de diretrizes e ações para a proteção dos recursos naturais, entretanto, deve-se destacar outras estratégias, como políticas e ações institucionais de planejamento – incluindo a elaboração e o cumprimento de zoneamentos regionais –, políticas de incentivos e acordos, bem como ações de restauração e reabilitação de áreas degradadas.

A BIODIVERSIDADE E A PROTEÇÃO DO CERRADO

Um dos biomas que mais tem estado sujeito à ocupação e à descaracterização é o Cerrado[1]. Os fatores de indução do desenvolvimento, aliados a uma política governamental de incentivo agrícola no Cerrado – estabelecida na década de 1970 – e desprovida de uma proposta paralela de proteção ambiental, resultaram num processo acelerado de sua destruição e substituição. Ainda hoje, o Cerrado é visto como "celeiro do mundo" ou "área de expansão da fronteira agrícola", com estímulo oficial à sua substituição. Em conseqüência, apenas 2,09% deste bioma é protegido nas diversas categorias de unidade de conservação (situação em 18/02/2002, IBAMA, 2002).

Dentre as constantes pressões antrópicas sobre o Cerrado, destacam-se: queimadas, invasões para sua ocupação com moradias e agricultura de subsistência, entrada de gado, retirada de lenha e de espécies medicinais, além da invasão biológica por espécies exóticas.

Todavia, o Cerrado é detentor de imensa riqueza fisionômica - congregando mais de 20 formas vegetacionais florestais, savânicas e campestres (Ribeiro & Walter, 1998) - e florística, tendo sido registradas mais de 6.000 espécies vasculares para esse domínio morfoclimático (Mendonça *et al.*, 1998). Seguindo uma paisagem diversificada e com grande variabilidade de *habitats*, a fauna do Cerrado apresenta-se também exuberante, com cerca de 1.270 vertebrados terrestres. O grupo das aves é o mais rico, estando representado por mais de 800 espécies; seguido pelos mamíferos, anfíbios e répteis (Myers *et al.*, 2000).

Desde há várias décadas, já se reconhece o alto grau de peculiaridade e endemismo da flora do Cerrado (Rizzini, 1971; 1997; Goodland & Ferri, 1979), entretanto, contrariando idéias mais antigas, o maior conhecimento de sua fauna também vem mostrando padrão semelhante, com grande número de espécies endêmicas às fisionomias do bioma. Silva & Bates (2002), congregando dados de diversos trabalhos, mostram graus de endemismo da

[1] Cerrado, iniciado com letra maiúscula, refere-se, no presente texto, ao bioma ou ao domínio morfoclimático; quando iniciado com letra minúscula, refere-se a ambientes de cerrado.

magnitude de 44% para plantas vasculares, 30% para anfíbios, 20% para répteis, 12% para mamíferos e 1,4% para aves.

Essa imensa riqueza biológica, com alto grau de endemismo, merece, sem dúvida, maior atenção e dedicação à sua proteção, por meio de estratégias conservacionistas diversas e manejo adequado.

O MANEJO DE FRAGMENTOS DO CERRADO

A grande maioria das unidades de conservação brasileiras não recebe ações de manejo sobre sua biota. Isso decorre de políticas ambientais ultrapassadas, excessivamente conservadoras, que não admitiam intervenção alguma nos ambientes protegidos. Essa defesa da "não-ação" decorre, em parte, por se acreditar que ainda falta o conhecimento necessário para o estabelecimento das ações de manejo e, em parte, em virtude da legislação brasileira ter sido, historicamente, muito restritiva em relação às unidades de conservação.

No primeiro caso, a insegurança poderia ser justificada em parte, pois há, realmente, grandes lacunas de conhecimento em relação à dinâmica de nossos ecossistemas. Essas lacunas ocorrem em diversos níveis: na coleta dos dados, na análise e síntese das informações, na disseminação do conhecimento e em sua recepção (Pivello, 1992). Por outro lado, é ampla a gama de dados já obtidos para o Cerrado, úteis para subsidiar seu manejo; entretanto, grande parte desse conhecimento biológico e fisiográfico está sob forma descritiva e necessita ser organizado, analisado e trabalhado sob uma perspectiva prática, e ainda integrado a aspectos sociais e econômicos, para sua utilização no manejo ambiental. Mais do que isso, a informação precisa chegar aos agentes - os técnicos responsáveis pelas unidades de conservação - e aos decisores, que elaboram as diretrizes e normas a serem adotadas. Em suma, o conhecimento prático deve ser gerado e a comunicação entre as partes envolvidas no sistema de proteção ao meio ambiente necessita ser grandemente melhorada (Pivello, 1992).

Quanto à legislação ambiental brasileira, grandes progressos têm ocorrido a partir dos anos de 1980, voltados à proteção dos remanescentes nativos, entretanto, as determinações na legislação têm sido sempre voltadas à restrição de usos e ações, e raramente ao manejo ativo. Mesmo havendo, na legislação, a permissão para ações de manejo ecológico em unidades de conservação (por exemplo: Decreto Federal nº. 84.017, de 21/9/1979; Resolução CONAMA nº. 11, de 14/12/1988; Decreto Federal nº. 97.635, de 10/5/1989), estas só podem ser aplicadas quando estabelecidas em seus planos de manejo. Ainda, o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), instituído em julho de 2000 (Lei Federal nº. 9.985), embora tenha corrigido várias incompatibilidades anteriormente existentes, não é suficientemente claro e detalhado quanto aos objetivos das unidades de conservação e quanto às intervenções permitidas, o que reflete também em deficiências nos planos de manejo.

Para a grande maioria das unidades de conservação que protegem o Cerrado, os planos de manejo, quando existem, são antigos e não-direcionados ao manejo *ecológico* das comunidades, mas sim a aspectos administrativos. O meio biofísico é tratado de forma extremamente descritiva e ações práticas diretamente voltadas ao manejo da flora e da fauna praticamente inexistem.

Desta forma, pode-se perceber que o principal passo para o manejo ativo em unidades de conservação do Cerrado está na re-elaboração dos planos de manejo. Nestes, deve haver, primeiramente, uma delimitação muito clara dos objetivos para a área, seguida de um bom diagnóstico da situação atual e do delineamento de cenários futuros e desejados. Nesta última etapa, as principais perguntas a serem respondidas são: O que fazer? Quando (etapas)? Como? Com que recursos (materiais e humanos)?

PRINCIPAIS PROBLEMAS ECOLÓGICOS DO CERRADO

Dentre os problemas enfrentados pelas unidades de conservação do Cerrado, considera-se que três merecem especial destaque, devido à frequência com que ocorrem e à magnitude dos danos decorrentes: incêndios causados por queimadas acidentais, invasões biológicas e fragmentação de *habitats*.

Queimadas acidentais

Embora as queimadas sejam um componente natural dos cerrados, as atividades humanas alteraram profundamente o regime de fogo, aumentando muito sua freqüência e, possivelmente, alterando a época de sua incidência (Coutinho, 1990; Pivello, 1992; Ramos-Neto & Pivello, 2000). Hoje, a grande maioria das queimadas acidentais iniciam-se próximas aos limites das unidades de conservação, associadas a fazendas vizinhas, estradas, caçadores ou pescadores. Entretanto, queimadas naturais, causadas por raios, podem ocorrer e mostraram-se bastante freqüentes no Parque Nacional das Emas (GO) (Ramos-Neto & Pivello, 2000).

Queimadas acidentais podem se transformar em grandes incêndios, de rápida propagação. Quando há grande acúmulo de material combustível, a intensidade do fogo pode ser alta, prejudicando a biota - causando a morte de animais de locomoção mais lenta, especialmente os tamanduás, e de elementos lenhosos da vegetação (Sato & Miranda, 1996) - e ameaçando comunidades humanas próximas. Entretanto, muitos benefícios também provêm das queimadas à biota do Cerrado, por meio da ciclagem dos nutrientes acumulados na serapilheira, do estímulo à floração, frutificação, brotamento e germinação de várias plantas, e conseqüente aumento da oferta de alimento aos animais, dentre outros (Coutinho, 1990).

Invasões biológicas

Praticamente todas as unidades de conservação que visam à proteção do Cerrado encontram-se hoje invadidas por espécies exóticas, que lá encontraram ambiente propício e ausência de inimigos naturais. Dentre estas, as mais abundantes são as gramíneas africanas *Melinis minutiflora* (capim-gordura), *Hyparrhenia rufa* (capim-jaraguá), *Panicum maximum* (capim-colonião) e *Brachiaria* spp. (braquiárias), introduzidas como forrageiras, além da pteridófita *Pterydium aquilinum*. No estado de São Paulo, *Pinus elliottii* também se tornou espécie invasora em algumas unidades de conservação próximas a silviculturas.

Pesquisas relacionando invasoras em cerrados e seus efeitos são ainda muito poucas, entretanto, em reservas de cerrado em São Paulo, já foram verificados prováveis efeitos competitivos entre *Melinis minutiflora* e *Brachiaria decumbens* e as herbáceas nativas, com perigo de exclusão destas últimas (Pivello *et al.*, 1999-a; 1999-b). Estas gramíneas exóticas mostraram-se

dominantes tanto na porção vegetativa como no banco de sementes do solo (Freitas, 1999; Pivello *et al.*, 1999-a; 1999-b). Além disso, as gramíneas exóticas produzem grande quantidade de biomassa, altamente inflamável, aumentando o risco de incêndios durante a estação seca.

Fragmentação de *habitats*

O Cerrado encontra-se hoje num alto grau de fragmentação e os fragmentos remanescentes apresentam-se como "ilhas", circundados por pastos ou grandes monoculturas, principalmente de grãos (sobretudo soja), cana-de-açúcar ou árvores exóticas fornecedoras de madeira e celulose.

Essa situação de fragmentação tem levado a grandes perdas de biodiversidade, locais e regionais, seja diretamente pela substituição de espécies nativas por outras de interesse econômico (pastagens e culturas), seja pelo pequeno tamanho dos fragmentos remanescentes – que se tornam incapazes de suportar populações viáveis – ou ainda, pelo seu isolamento, encontrando-se cercados por uma matriz "hostil" e, portanto, incapazes de manter fluxos de matéria e energia com outros fragmentos semelhantes. A insularização expõe os fragmentos naturais aos efeitos de borda, à invasão de espécies exóticas e a alterações em sua estrutura e funcionamento, devido a mudanças em características de luminosidade e temperatura, entre outras.

Além de pequenas e isoladas, as áreas protegidas no Cerrado são muito poucas em relação à extensão territorial que esse bioma originalmente ocupava. O Cerrado permaneceu secundário nas preocupações ambientais, mais voltadas aos ecossistemas florestais; apenas recentemente, maior atenção tem sido dada à sua proteção. Ainda, as poucas áreas protegidas de cerrado que existem são mal distribuídas e, por todas as razões citadas – poucas, pequenas, isoladas e mal distribuídas – ineficientes em sua função de proteção ao bioma. Não há zonas-tampão, tampouco há o cumprimento da legislação ambiental, no sentido de se manter as áreas de preservação permanente (APPs) - em zonas ripárias e nascentes, topos de morros, altas declividades. Poucos são os proprietários que mantêm as reservas legais exigidas por lei. Em suma, os tipos e formas de uso das terras no entorno das unidades de conservação raramente respeitam a legislação e denotam ausência de planejamento regional.

ALTERNATIVAS DE MANEJO

Este item considerará algumas alternativas para lidar com os três principais problemas apontados para os fragmentos de cerrado sob forma de unidades de conservação.

Há diferentes níveis de abordagem para o manejo dos ecossistemas, dependendo do tipo de problema existente e dos objetivos desejados, tais como: manejo de populações e comunidades, manejo de *habitats*, ou manejo da paisagem. Por exemplo, um problema de invasão biológica pode ser tratado junto à espécie invasora (manejo da população), ou à comunidade invadida; ou o enfoque pode ser voltado à recuperação do *habitat* afetado, ou ainda, podem ser aplicadas medidas que alterem os usos das terras ou as relações espaciais entre os elementos da paisagem. Dentro destas abordagens, há ainda estratégias preventivas e remediadoras (Wittenberg & Cock, 2001).

Iniciando, então, pelo problema das invasões biológicas e, mais especificamente, considerando as invasões por gramíneas africanas nos cerrados, percebe-se que quase não há estudos sobre o controle dessas espécies, uma vez que são de interesse econômico e a grande maioria dos estudos tem o objetivo oposto, ou seja, são voltados ao aumento de sua produtividade. É, portanto, premente a necessidade de experimentação, *in loco* e em laboratório, para se testar técnicas de combate mecânico, químico e de arranjo espacial dos elementos na paisagem, a fim de controlar a invasão dessas gramíneas exóticas.

Dentre as técnicas mecânicas, o arranquio, o corte e o sombreamento podem ser opções, embora adequadas para situações diferentes. O arranquio manual ou mecanizado tem a grande desvantagem de revolver o solo, o que, para várias dessas espécies, pode estimular ainda mais sua disseminação, uma vez que se observa seu estabelecimento em áreas preferencialmente perturbadas (Coutinho, 1982-a; 1982-b; Freitas, 1999). Entretanto, pode ser aplicado em focos pequenos e isolados, tomando-se o cuidado de exercer perturbações mínimas.

A opção pelo corte raso tem por princípio a retirada de nutrientes por meio da biomassa epígea e o conseqüente enfraquecimento da planta. A melhor época e frequência de aplicação devem ser testadas. Imagina-se que o sombreamento também promova enfraquecimento e morte das gramíneas invasoras, especialmente por elas terem metabolismo C_4 (Klink & Joly, 1989; Mozeto *et al.*, 1996). O grau de sombreamento, porém, deve ser testado e balanceado para que não afete severamente as espécies nativas.

O fogo pode ser outra alternativa para o controle de gramíneas exóticas. No caso de *Melinis minutiflora*, há controvérsia quanto à sua resistência ao fogo (Asner & Beatty, 1996; Costa & Brandão, 1988; D´Antonio & Vitousek, 1992), entretanto, observou-se ao longo de vários anos que, nos cerrados, queimadas periódicas a cada 2-3 anos, principalmente se conduzidas durante sua floração, podem reduzir seu vigor e favorecer as herbáceas nativas (Pivello, 1992). Essa estratégia de manejo da comunidade visa, portanto, aumentar a capacidade competitiva das nativas em relação a essa invasora.

Contrariamente, tem sido observado que o fogo parece estimular o crescimento da *Brachiaria decumbens* (agora, concordando com Aronovich & Rocha, 1985; D´Antonio & Vitousek, 1992 & Filgueiras, 1990). Esta espécie tem se mostrado extremamente agressiva em fragmentos de cerrado do estado de São Paulo, com vantagem competitiva sobre as nativas e até mesmo sobre *Melinis minutiflora* (Pivello *et al.*, 1999-a; 1999-b), formando grandes manchas monoespecíficas onde se estabelece. Em casos assim, e cientes de todos os riscos ambientais possíveis numa unidade de conservação, acredita-se que o controle químico, por meio de herbicidas de baixo efeito residual, seja uma das pouquíssimas opções para o controle dessa invasora (Pivello, 1992; Durigan *et al.*, 1998). Certamente, todas as precauções devem ser tomadas para se evitar poluição do solo e corpos d´água ou envenenamento de animais. Técnicas mistas, com a combinação de fogo e herbicida, ou fogo e corte, bem como o sobrepastejo nas manchas monoespecíficas de *Brachiaria,* especialmente quando estas se situam nas bordas da unidade de conservação e permitem maior controle dos animais, também merecem ser testadas.

Dentre as técnicas preventivas, uma das estratégias pode ser a manipulação dos elementos da paisagem com a finalidade de dificultar o fluxo de diásporos das espécies potencialmente invasoras. O uso de "cortinas verdes" - barreiras para minimizar a ação do vento, estabelecidas pelo plantio de espécies preferencialmente lenhosas - é comum em agrossilvicultura, especialmente para a conservação do solo e diminuição da erosão (Bilbro & Fryrear, 1997; Peri & Bloomberg, 2002). Todavia, considerando-se que as gramíneas se dispersam eficientemente pelo vento, a instalação de cortinas verdes ao redor de unidades de conservação pode ser uma opção para diminuir a chegada das sementes anemocóricas das invasoras (With, 2002). Esta técnica, entretanto, necessita ser testada quanto à sua eficácia. O planejamento de uso das terras no entorno das unidades de conservação, com o estabelecimento de zonas-tampão preferencialmente ocupadas por espécies arbóreas perenes, e não por espécies forrageiras, também poderia minimizar a chegada de propágulos de gramíneas invasoras nos ecossistemas nativos.

Existem prós e contras em relação a todas as técnicas acima citadas. As opiniões divergem quanto à sua eficácia, ainda mais porque as invasoras podem responder diferentemente aos tratamentos. Entretanto, quase nada ainda foi testado. Sem experimentos que elucidem a questão, as invasões vão progredindo rapidamente nos cerrados.

O problema das queimadas acidentais nos cerrados é outro assunto polêmico. Muitos defendem a exclusão do fogo nas reservas, pelo aparente dano que causam. Entretanto, se esquecem que essa biota evoluiu com o fogo e que depende, em diversos aspectos, de queimadas periódicas para sua manutenção (Coutinho, 1980; 1990; Pivello, 1992). Os diversos registros de fragmentos de carvão vegetal fóssil encontrados em regiões de cerrado (Coutinho, 1981; Salgado-Labouriau & Ferraz-Vincentini, 1994; Pessenda *et al.*, 1998) reforçam a idéia de que o fogo fez parte da evolução dessa vegetação.

No estado de São Paulo, principalmente, tem sido observada a descaracterização da flora em unidades de conservação de cerrado que vêm sendo mantidas há mais de duas décadas sem fogo (neste caso, merece destaque a Reserva Biológica de Mogi-Guaçu, Fazenda Campininha), onde espécies típicas do estrato herbáceo vão se tornando raras, ou inexistentes, e as exóticas passam a dominar. Ainda, o total impedimento de queimadas é difícil e custoso, pois exige vigilância permanente na época de estiagem, principalmente na porção nuclear do bioma - onde o clima é mais seco. Inevitavelmente, a área acaba por queimar e, quando o fogo vem, após vários anos de material combustível acumulado, torna-se de grande intensidade e, aí sim, danoso.

A maneira mais prática e menos dispendiosa para diminuir a incidência de queimadas acidentais em unidades de conservação de cerrado é por meio do consumo periódico do material combustível acumulado, promovendo-se queimadas prescritas e controladas, de baixa intensidade e em mosaico. Neste caso, seriam queimadas várias pequenas porções das unidades de conservação a cada ano, alternadamente, mantendo-se sempre áreas *recém-queimadas*, *queimadas há mais tempo* e *nunca queimadas* (fisionomias ripárias e florestais), onde estas últimas forneceriam abrigo para os animais

durante a passagem do fogo e para o banco de sementes de espécies menos tolerantes ao fogo. As áreas *recém-queimadas*, desprovidas de material combustível, atuariam como aceiros, impedindo o alastramento do fogo, no caso de queimadas acidentais, para grandes extensões. A intensidade do fogo pode ser controlada pela quantidade e grau de dessecação do material combustível, além de parâmetros climáticos locais (Pivello, 1992; Pivello & Norton, 1996; Ramos-Neto & Pivello, 2000).

Além de diminuir o risco de incêndios, as queimadas prescritas atuam no sentido de manter a diversidade biótica do Cerrado – favorecendo as espécies adaptadas e dependentes do fogo e reciclando nutrientes, controlando certas espécies invasoras, aumentando a quantidade de forragem e frutos aos animais do estrato herbáceo. Esse instrumento de manejo vem sendo usado há pelo menos duas décadas em diversos parques nacionais que conservam savanas, tanto na Austrália como na África do Sul (Edwards, 1984; Parsons *et al.*, 1986; Schullery, 1989; Australian National Parks and Wildlife Service, 1991; Conroy *et al.*, 1997; Russel-Smith, 1997), com êxito na manutenção da diversidade florística e faunística.

Ressalta-se, entretanto, que o fogo deve ser utilizado apropriadamente e com segurança, para não trazer consequências desastrosas. As queimadas prescritas devem seguir especificações detalhadas quanto ao regime de fogo mais adequado, o tamanho da área a ser queimada, as áreas a serem protegidas, as condições climáticas ideais, os aceiros a serem instalados. Maiores detalhes quanto a estes aspectos encontram-se em Pivello (1992) e Pivello & Norton (1996).

O terceiro grande problema apontado para os cerrados diz respeito à fragmentação de seus *habitats*. Grande parte dos efeitos da fragmentação decorre da falta de planejamento das atividades produtivas humanas e do não-cumprimento à legislação ambiental.

Em recente análise do uso das terras na região de Santa Rita do Passa Quatro (SP), onde se localiza o Parque Estadual de Vassununga, foi observada uma tendência ao total aproveitamento do espaço físico das propriedades com culturas, sem a manutenção das áreas de proteção ambiental e reservas legais, determinadas em lei. Esse padrão ocorre na maior parte da região do Cerrado, levando ao isolamento da biota e à degradação do meio físico, com erosão acentuada e prejuízos aos corpos d' água (Korman, 2003). Verificou-se também que, apenas com o cumprimento da legislação ambiental, a situação de conectividade entre as unidades de conservação já aumentaria muito. A região do Cerrado é rica em rios de diversas ordens, e a manutenção dos corredores ripários poderia estabelecer a interligação entre diversos fragmentos. Outros remanescentes da vegetação nativa poderiam ser preservados, mesmo que pequenos, podendo funcionar como *stepping stones* - ou trampolins biológicos - para diversas espécies (Korman, 2003).

O planejamento de uso das terras no entorno das unidades de conservação, com o estabelecimento de zonas tampão e de culturas agrícolas que permitissem maior permeabilidade da matriz à biota nativa constituem outra medida necessária, mas de implementação em médio e longo prazos. Ainda, o estabelecimento de práticas agrícolas adequadas à capacidade de suporte das terras e a aplicação racional de

agroquímicos minimizaria a perda de *habitats* por erosão, o assoreamento e a contaminação de corpos d´água, e a morte de animais por envenenamento – como é frequente em unidades de conservação vizinhas de grandes fazendas de soja e cana-de-açúcar, situações típicas dos estados de Goiás e São Paulo, respectivamente.

Entretanto, todas essas medidas, para serem implementadas e tornarem-se efetivas, necessitam passar por um sistema rígido de fiscalização ambiental, educação e conscientização da população, especialmente dos residentes nos arredores de unidades de conservação. O estabelecimento de incentivos fiscais e créditos agrícolas são também eficientes instrumentos de estímulo à proteção ambiental.

Por fim, o constante monitoramento das ações de manejo é necessário para a verificação do alcance das metas, determinando a continuidade das ações estabelecidas, complementação com novas ações/técnicas, ou mudanças de rumo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma vez que o maior objetivo das unidades de conservação é a manutenção da máxima diversidade de seres vivos e de ambientes naturais, fica claro que intervenções de manejo tornam-se necessárias quando esses objetivos não estão sendo atingidos.

Há necessidade de se rever diretrizes ambientais e legislação para adequá-las ao manejo de áreas protegidas, tornando-as capazes de atender à realidade de nossas unidades de conservação. Os planos de manejo necessitam de urgente revisão e atualização, ou elaboração, no caso das unidades de conservação que nem mesmo os possuem. Devem ser claramente definidos os objetivos das unidades de conservação e as ações práticas para a solução de problemas *ecológicos* e não apenas administrativos. Em todos esses níveis – legislação, planos de manejo, diretrizes – maior integração entre decisores e técnicos é necessária para que definam as prioridades e técnicas de manejo, contemplando as necessidades e limitações. A difusão do conhecimento gerado em universidades e instituições de pesquisa aos decisores e técnicos é também fundamental para melhorar a qualidade dos planos de manejo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aronovich, S. & G.L. Rocha. 1985. Gramíneas e leguminosas forrageiras de importância no Brasil Central Pecuário. *Inf. Agropec*. 11: 3-13.

Asner, G.P. & S.W. Beatty. 1996. Effects of na African grass invasion on Hawaiian shrubland nitrogen biochemistry. *Plant & Soil* 186: 205-211.

Australian National Parks and Wildlife Service. 1991. *Kakadu National Park - Plan of Management*. Australia, Kakadu Board of Management.

Bilbro, J.D. & D.W. Fryrear. 1997. Comparative performance of forage sorghum, grain sorghum, kenaf, switcgrass, and slat fence windbarriers in reducing wind velocity. *J. Soil Water Conserv.* 52: 447-452.

Conroy, R.J.; J. Burrell & R. Neil. 1997. Fire management planning: some recent initiatives from the NSW National Parks and Wildlife Service. *In Proceedings of the Australian Bushfire Conference*, 8-10 July 1997. p. 207-212. Darwin, Australia.

Costa, N.M.S. & M. Brandão. 1988. Plantas daninhas com possibilidades de serem empregadas como forrageiras. *Inf. Agropec*. 13: 17-21.

Coutinho, L.M. 1980. As queimadas e seu papel ecológico. *Brasil Florestal* 44: 7-23.

Coutinho, L.M. 1981. Aspectos ecológicos do fogo no cerrado. Nota sobre a ocorrência e datação de carvões encontrados no interior de solo sob cerrado. *Rev. Bras. Bot*. 4: 115-117.

Coutinho, L.M. 1982-a. Ecological effects of fire in Brazilian cerrado. *In* B.J. Huntley & B.H. Walker (Eds.) *Ecology of tropical savannas*. p. 273-291. Springer-Veralg. Berlin, Germany.

Coutinho, L.M. 1982-b. Aspectos ecológicos da saúva no cerrado - os murundus de terra, as características psamofíticas das espécies de sua vegetação e a sua invasão pelo capim gordura. *Rev. Bras. Biol*. 42: 147-53.

Coutinho, L.M. 1990. Fire in the ecology of Brazilian cerrado. *In* J.G. Goldamer (Ed.) F*ire in the tropical biota - ecosystem processes and global challenges*. p. 273-291. Springer-Verlag. Berlin, Germany.

D´Antonio, C.M. & P.M. Vitousek. 1992. Biological invasions by exotic grasses, the grass/fire cycle, and global change. *Annu. Rev.Ecol. Syst*. 23: 63-87.

Durigan, G.; W.A. Contieri; G.A.D.C. Franco & M.A.O. Garrido. 1998. Indução do processo de regeneração da vegetação de cerrado em áreas de pastagem, Assis, SP. *Acta Bot. Bras.* 12: 421-429.

Edwards, P.J. 1984. The use of fire as a management tool. *In* P.V. Booysen & N.M. Tainton (Eds.) *Ecological effects of fire*. p. 349-366. Springer-Verlag. Berlin, Germany.

Filgueiras, T.S. 1990. Africanas no Brasil: gramíneas introduzidas da África. *Cad. Geociências* 5: 57-62.

Forman, R.T.T. 1995. *Land mosaics: the ecology of landscapes and regions*. Cambridge University Press. Cambridge, U.K.

Freitas, G.C. 1999. *Invasão biológica pelo capim-gordura (Melinis minutiflora* Beauv.*) em um fragmento de cerrado (A.R.I.E. Cerrado Pé-de-Gigante, Santa Rita do Passa Quatro, SP)*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, Departamento de Ecologia, São Paulo, Brasil.

Goodland, R. & M.G. Ferri. 1979. *Ecologia do Cerrado*. EDUSP/ Itatiaia. São Paulo, Brasil.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis 2002. *Unidades de Conservação*. http://www2.ibama.gov.br

Klink, C.A. & C.A. Joly. 1989. Identification and distribution of C_3 and C_4 grasses in open and shaded *habitats* in São Paulo State, Brazil. *Biotropica* 21: 30-4.

Korman, V. 2003. *Proposta de interligação das glebas do Parque Estadual de Vassununga (Santa Rita do Passa Quatro, SP)*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Programa de Pós-graduação Interunidades, Piracicaba, Brasil.

Meffe, G.K. & C.R. Carroll. 1997. *Principles of conservation biology*. Sinauer Associates. Massachusetts, U.S.A. 2º ed.

Mendonça, R.C.; J.M. Felfili; B.M.T. Walter; M.C. Silva Júnior; A.V. Rezende; T. Filgueiras & P.E. Nogueira. 1998. Flora vascular do cerrado. *In* S.M. Sano & S.P. Almeida (Eds.) *Cerrado: ambiente e flora*. p. 289-556. CPAC-EMBRAPA. Planaltina, Brasil.

Mozeto, A.A.; F.M.B. Nogueira; M.H.A.O. Souza & R.L. Victória. 1996. C_3 and C_4 grasses distribution along soil moisture gradient in surrounding areas of the Lobo dam (São Paulo, Brazil). *An Acad. Bras.Ci*. 68: 113-121.

Myers, N.; R.A. Mittermeier; C.G. Mittermeier; G.A.B. Fonsaeca & J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.

Naveh, Z. & A. Liebermann. 1994. *Landscape ecology: theory and application*. Springer-Verlag New York, U.S.A.

Parsons, D.J.; D.M. Graber; J.K. Agee & J.W. van Wagtendonk. 1986. Natural fire management in national parks. *Environ. Manage*. 10: 21-24.

Peri, P.L. & M. Bloomberg. 2002. Windbreaks in southern Patagonia, Argentina: a review of research on growth models, windspeed reduction, and effects on crops. *Agroforest. Syst*. 56: 129-144.

Pessenda, L.C.R.; E.P.E. Valencia; R. Aravena; E.C.C. Telles & R. Foulet. 1998. Paleoclimate studies in Brazil using carbon isotopes in soils. *In* J.C. Wasserman; E.V. Silva-Filho & R. Villas-Boas (Eds.) *Environmenta geochemistry in the tropics*. pp. 7-16. Springer-Verlag. Berlin, Germany.

Pivello, V.R. 1992. *An expert system for the use of prescribed fires in the management of Brazilian savannas.* Tese de Doutorado, University of London, Imperial College of Science, Technology and Medicine, Ascot, U.K.

Pivello, V.R. & G.A. Norton. 1996. FIRETOOL: An expert system for the use of prescribed fires in Brazilian savannas. *J. Appl. Ecol*. 33: 348-356.

Pivello, V.R.; V.M.C. Carvalho; P.F. Lopes; A.A. Peccinini & S. Rosso. 1999-a. Abundance and distribution of native and invasive alien grasses in a "cerrado" (Brazilian savanna) biological reserve. *Biotropica* 31: 71-82.

Pivello, V.R.; C.N. Shida & S.T. Meirelles. 1999-b. Alien grasses in Brazilian savannas: a threat to the biodiversity. *Biodivers. Conserv*. 8: 1281-1294.

Primack, R.; R. Rozzi; P. Feinsinger; R. Dirzo & F. Massardo. 2001. *Fundamentos de Conservación Biológica*. Fondo de Cultura Económica. México.

Ramos-Neto, M.B. & V.R. Pivello. 2000. Lightning fires in a Brazilian savanna national park: rethinking management strategies. *Environ. Manage*. 26: 675-684.

Ribeiro, J.F. & B.M.T. Walter. 1998. Fitofisionomias do bioma Cerrado. *In* S.M. Sano & S.P. Almeida (Eds.) *Cerrado: ambiente e flora*. p. 89-166. CPAC-EMBRAPA. Planaltina, Brasil.

Rizzini, C.T. 1971. A flora do Cerrado. *In* M.G. Ferri (Ed.) *Simpósio sobre o Cerrado*. p. 105-151. Edgard Blucher. São Paulo, Brasil.

Rizzini, C.T. 1997. *Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos*. Âmbito Cultural Edições. Rio de Janeiro, Brasil. 2ª. ed.

Russel-Smith, J. 1997. Developing a coordinated fire management and research program for northern Australia: the role of the CRC for tropical savannas. *In Proceedings of the Australian Bushfire Conference,* 8-10 July 1997. p. 12-17. Darwin, Australia.

Salgado-Labouriau, M.L. & K.R. Ferraz-Vincentini. 1994. Fire in the cerrado 32,000 years ago. *Current Research in the Pleistocene* 11: 85-87.

Sato, M.N. & H.S. Miranda. 1996. Mortalidade de plantas lenhosas do cerrado *sensu stricto* submetidas a diferentes regimes de queima. *In* H.S. Miranda; C.H. Saito & B.F.S. Dias (Orgs.) *Impactos de queimadas em áreas de Cerrado e Restinga*. p. 102-111. Universidade de Brasília. Brasília, Brasil.

Schullery, P. 1989. The fires and fire policy. *BioScience* 39: 686-694.

Silva, J.M.C. & J.M. Bates. 2002. Biogeographic patterns and conservation in the South American Cerrado: a tropical savanna hotspot. *BioScience* 52: 225-233.

Turner, M. G.; R.V. O´Neill & R.H. Gardner. 2001. *Landscape ecology in theory and practice: pattern and process.* Springer-Verlag. New York, U.S.A.

With, K.A. 2002. The landscape ecology of invasive spread. *Cons. Biol*. 16: 1192-1203.

Wittenberg, R. & M.J.W. Cock (Eds) 2001. *Invasive alien species: a toolkit of best prevention and management practices*. CAB International. Wallingford, Oxon, UK.

WWF - World Wildlife Fund 1989. *The importance of biological diversity*. Yale Press. U.S.A.

Capítulo 25

FOTO: MARIA JÚLIA MARTINS SILVA

Caracterização dos ecossistemas aquáticos do Cerrado

Claudia Padovesi Fonseca
Departamento de Ecologia
Universidade de Brasília
Brasília - DF

INTRODUÇÃO

A região nuclear do Cerrado no Brasil, considerada mais característica e contínua, ocupando dois milhões de km2, está situada no Planalto Central Brasileiro (Brasil, 1998). O relevo apresenta extensas superfícies planas a suaves onduladas, as chapadas, situadas em cotas elevadas de altitude (acima de 1000m). A predominância de terras altas nesta região fornece condições para que as suas águas superficiais sejam drenadas por três principais bacias hidrográficas do país: Tocantins/ Araguaia, São Francisco e Paraná (Ferrante *et al.*, 2001). Com isso, esta região representa o principal divisor das águas no país. Nascentes e uma infinita rede de ecossistemas lóticos de pequeno porte, como riachos e córregos, fluem em profusão. Lagoas naturais e zonas úmidas são formadas pelo afloramento das águas subterrâneas. Com isso, a região nuclear do bioma Cerrado é considerada o "berço das águas" brasileiras.

A obtenção de águas de boa qualidade para diversos usos pela humanidade é considerada uma das questões mais contundentes na atualidade. Água é um recurso de alto valor, com potenciais usos como: geração de energia elétrica, abastecimento doméstico e industrial, navegação, irrigação, recreação, piscicultura e pesca, entre outros. Constitui, dessa forma, uma das maiores riquezas do planeta.

A posse das fontes naturais e nascentes é elemento-chave para a obtenção de água e na gestão de recursos hídricos regionais. O Brasil detém uma parcela expressiva dos deflúvios dos rios do mundo, ou seja, 12,7% de deflúvio estão em suas redes hidrográficas (Brasil, 1998). O bioma Cerrado oferece mananciais ainda preservados e muito valorizados. Grande parte das nascentes está localizada em áreas de proteção ambiental e de difícil acesso, o que de alguma forma impede o avanço da ocupação e uso dos recursos ambientais pela população nestas áreas, embora uma parcela significativa seja ocupada irregularmente.

Se por um lado o núcleo do Cerrado brasileiro é especial por representar a região de nascentes e divisor de águas,

por outro lado, há de ter habilidades na gestão de seus recursos hídricos pelas dificuldades inerentes em acumular e utilizar esta profusão de águas superficiais e subterrâneas. O volume de água nos continentes é finito e os mananciais estão irregularmente distribuídos. Atualmente, sua disponibilidade diminui gradativamente devido à degradação ambiental, ao crescimento populacional desordenado e à expansão de fronteiras agrícolas (Klink, *et al.*, 1995).

O lençol freático, que é a parte das águas subterrâneas localizada mais perto da superfície, é bem raso, e chega a aflorar em alguns pontos, formando as nascentes. A primeira impressão é que nesta região a água é abundante. Na realidade, a água é de boa qualidade, mas é escassa. Os assentamentos humanos em áreas de recarga que abastecem os lençóis freáticos tornaram-se um dos principais problemas no uso da água nesta região dos cerrados. Os aqüíferos tendem a ser de pequeno porte, e os assentamentos humanos rurais e urbanos atendidos com águas subterrâneas reduzem expressivamente a sua recarga. Com isso, muitos olhos d´água e até lagoas naturais estão secando (Campos & Freitas-Silva, 1998).

O Cerrado representa um dos maiores biomas pertencente ao domínio morfoclimático do Brasil e da América do Sul, com uma biodiversidade comparada à amazônica (Oliveira & Marquis, 2002). Além da alta biodiversidade, o Cerrado é considerado um bioma com elevado grau de endemismo (Myers *et al.*, 2000). As atividades humanas, como agropecuária e mineração, propiciaram um avanço econômico no centro-oeste do Brasil, com quase 35% de sua área substituída por pastagens e monocultivos (Klink *et al.*, 1995). Com estas atividades realizadas de forma inadequada, foram produzidos diversos impactos sobre o meio ambiente. A contaminação das águas subterrâneas e superficiais, assoreamento dos cursos d´água e perda de matas ripárias constituem os principais impactos sobre a biota aquática no Cerrado.

É consenso que, apesar dos esforços de estudos sobre a fauna e flora do Cerrado, com a estimativa de 160 mil espécies, ainda pouco se conhece sobre a biodiversidade deste bioma. Esta situação é notável para diversidade de grupos aquáticos, como invertebrados, algas, macrófitas aquáticas e peixes (Conservation International, 1999).

O presente capítulo apresenta uma caracterização geral dos ecossistemas aquáticos naturais do Cerrado e sua importância sobre a comunidade aquática. A biota aquática é apresentada com limitações devido ao seu pouco conhecimento dentro deste bioma.

CARACTERIZAÇÃO DOS ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS

O Cerrado apresenta uma variedade de ecossistemas aquáticos naturais. Além de corpos d'água lóticos (águas correntes) e lênticos (águas paradas), têm-se a presença de outros sistemas aquáticos específicos para esta região, que estão associados às áreas inundáveis, inseridas nas categorias das zonas úmidas. Segundo a Convenção de Ramsar (1971), é considerada zona úmida toda extensão de pântanos, charcos e turfas, ou superfícies cobertas de água, de regime artificial ou natural, permanentes ou temporárias, doce, salobra ou salgada.

A presença e ampla extensão de zonas úmidas no Cerrado brasileiro é

uma peculiaridade notável, trazendo uma amplificação entre os meios ambientes terrestre e aquático, e uma área de investigação científica ainda muito pouco explorada.

ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS LÓTICOS

Os ecossistemas aquáticos lóticos compõem os cursos d´água superficiais dos continentes. Um grande número de riachos e de ribeirões participa dos sistemas de drenagem no Cerrado. É uma rede hidrográfica de pequenos cursos d'água que nascem nas encostas das chapadas, e na porção inicial e mais alta, são originalmente protegidos por uma densa mata de galeria (Ribeiro *et al.*, 2001). Em condições naturais são muito pobres em nutrientes, levemente ácidos e com baixa condutividade elétrica (até 10µS/cm). Por serem rasos, de pequeno porte e sombreados, a temperatura da água não varia muito ao longo do ano (17 a 20 °C). Em certos casos, rios considerados mais quentes, a temperatura da água pode chegar a 25 °C na época chuvosa (Rocha, 1990).

As características hidrológicas, químicas e biológicas de um córrego refletem o clima, a geologia e a cobertura vegetal de sua bacia de drenagem (Hynes, 1970; Giller & Malmqvist, 1999). Os cursos d´água desta região são de planalto e perenes, com as principais bacias hidrográficas identificadas por um padrão de drenagem radial (Ferrante *et al.*, 2001). Pelas características de rios de planalto, é comum apresentarem corredeiras ou mesmo grandes quedas d´água, formando cachoeiras.

Os ecossistemas lóticos de pequeno porte são caracterizados por um movimento d´água ao longo de seu eixo longitudinal, com materiais dissolvidos e partículas em suspensão. Estes materiais, tanto dissolvidos como em suspensão, são em grande parte provenientes da bacia de drenagem, com uma ampla superfície de interação com o ambiente terrestre. Esta tendência decorre do fato destes riachos serem mais extensos que largos, além de serem bem rasos (Wetzel & Likens, 2000).

A vegetação ribeirinha é formada por matas formando corredores fechados, as matas de galeria (Ribeiro e Walter, 1998). Estas matas são localizadas em fundos de vales ou nas cabeceiras dos riachos, e acompanham os cursos d´água de pequeno porte. Em riachos de médio e grande porte do Cerrado, a vegetação ripária sofre modificações, com faixas mais estreitas e sem a formação de galerias, descrita como mata ciliar (Ribeiro e Walter, *op. cit.*).

A proporção de chuvas que entra nos riachos depende de vários fatores regionais, como o tipo de solo e desenvolvimento da vegetação marginal, relevo, entre outros. O clima predominante na região do Cerrado é "tropical de savana", segundo classificação de Köppen. Apresenta uma estação chuvosa e mais quente, entre outubro e abril, e uma estação seca e mais fria, entre maio e setembro. A região pode ficar sem chuvas por até três meses, diminuindo expressivamente a vazão e velocidade de corrente dos riachos, em especial nos trechos mais planos e sinuosos (Abreu, 2001).

Após um período seco prolongado no Cerrado, as primeiras chuvas geralmente são incorporadas pela vegetação e solos da bacia, não atingindo diretamente os cursos d´água. As chuvas subseqüentes tendem a entrar nos riachos, aumentando a vazão e a correnteza, notadamente em trechos situados perto das cabeceiras. Durante

a época chuvosa, os cursos d´água ficam mais largos e um pouco mais profundos. As chuvas neste período são freqüentes e quase diárias, mas com intensidade e volume variáveis, produzindo picos de vazão.

Na região do Cerrado, os solos hidromórficos são importantes ao longo dos córregos e nascentes dos principais rios (Ferrante *et al.*, 2001). Estes solos são associados ao afloramento do lençol freático, com relevos geralmente de planos a suave ondulados. A vegetação de mata de galeria é típica deste tipo de solo, e pode também ocorrer em campos de murundus e nascentes. Apesar de a mata ciliar acompanhar um curso d´água, não está relacionada com lençol freático superficial (Ribeiro & Walter, 1998).

A presença da vegetação ripária em cursos d´água no Cerrado exerce papel fundamental na preservação da biodiversidade da biota aquática. A cobertura densa desta vegetação impede a incidência direta de raios solares, o que tende a reduzir a produtividade primária realizada pelos vegetais aquáticos. A escassez de luz associada à corrente fluvial e pobreza de nutrientes limitam o desenvolvimento de organismos aquáticos, e, por conseguinte influenciam toda a rede alimentar. Por outro lado, a presença de vegetação ripária evita o aquecimento excessivo da água, fornece energia alóctone com a entrada de folhas, frutos e sementes no curso d´água, além de evitar a erosão das margens e fornecer condições ambientais para reprodução de muitas espécies. Os materiais alóctones, como restos vegetais ou mesmo insetos, são fontes adicionais de alimento ao sistema lótico, conferindo elos na amplificação da rede alimentar (Margalef, 1983). Dessa forma, espécies presentes no Cerrado exercem papel relevante no estudo da biodiversidade, pois muitas ocorrem sob condições ambientais diferenciadas e endêmicas à região.

Atualmente, em extensas áreas, a vegetação ripária no Cerrado se encontra bastante alterada ou até inexistente, e muitas vezes substituída por gramíneas (Ribeiro *et al.*, 2001). Erosão das margens e assoreamento dos cursos d´água, além de poluição e contaminação de suas águas são as principais conseqüências dos usos das bacias de drenagem pela população humana. Atividades como mineração, com a retirada de cascalho do leito dos rios, lançamentos de esgotos domésticos e agrotóxicos usados na agricultura representam os principais agentes de degradação da qualidade de água e perda de biodiversidade aquática do Cerrado. Organismos bentônicos são excelentes como bioindicadores de qualidade ambiental. Riachos do Cerrado situados em áreas urbanizadas podem apresentar alto nível de poluição, e a comunidade bentônica reflete as condições ambientais do local (Fernandes, 2002).

ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS LÊNTICOS

Lagos são corpos d´água continentais com delimitações de extensão e profundidade geralmente bem definidas (Margalef, 1983; Esteves, 1998). Cada lago ou cada grupo de lagos apresenta características físicas e químicas próprias. Estas características são reflexos das condições da bacia hidrográfica em que o lago está inserido, como tipo de solo, relevo, geologia, entre outros. Os lagos surgem e desaparecem ao longo do tempo geológico, e constituem elementos transitórios na paisagem. A curta durabilidade dos lagos

está associada a vários fenômenos, como a entrada de sedimentos da bacia de drenagem e de afluentes e o acúmulo de materiais no sedimento.

Um grande número de lagos existente na Terra é considerado raso e pequeno, inclusive os lagos brasileiros, e neste caso, muitos deles são lagoas (Esteves, *op. cit.*). No caso de lagoa, esta é um corpo d´água raso em que a radiação solar pode atingir o fundo e toda a coluna d´água é iluminada, propiciando o crescimento de macrófitas aquáticas.

O Cerrado brasileiro apresenta uma grande variedade de lagoas naturais formadas pelo afloramento de águas subterrâneas. Grande parte delas ainda não foi objeto de estudo científico. A colonização de macrófitas aquáticas representa uma heterogeneidade ambiental e exerce influência sobre o metabolismo destas lagoas (Esteves, 1998), conferindo uma amplificação dos grupos ecológicos e da biodiversidade local. As lagoas tendem a ficar mais rasas no período seco, e na estação chuvosa há flutuação no nível de água das lagoas dependendo do regime de chuvas. Durante o período chuvoso, a água fica mais turva, devido à entrada de sedimentos oriundos dos solos ao redor, ou de veios d´água de nascentes.

As lagoas podem ficar mais isoladas ou inseridas em áreas alagadas, em um conjunto de brejos, campos úmidos e córregos. No Estado de Tocantins há regiões preservadas, como a do Jalapão e do Vale do rio Paranã, como exemplos de paisagem de áreas alagadas com lagoas, onde a água subterrânea flui abundantemente. A lagoa Mestre d´Armas (lagoa Bonita), localizada na Estação Ecológica de Águas Emendadas, Distrito Federal, é um exemplo de lagoas mais isoladas, sem a formação de alagados.

Mesmo estando em áreas mais preservadas, algumas lagoas naturais já se encontram alteradas devido à expansão agrícola e assentamentos humanos. Como são formadas pelo afloramento do lençol freático, o uso indevido da água pela população diminui a recarga dos aqüíferos e afeta a qualidade da água, inviabilizando o seu uso para diversos fins (Campos & Freitas-Silva, 1998).

Como exemplo, com o uso da água subterrânea de forma indiscriminada por meio de construção de poços, lagoas localizadas em áreas urbanas podem ficar completamente secas, como foi o caso da lagoa do Jaburu, em área urbana de Brasília, Distrito Federal. Assoreamento e contaminação também representam impactos ambientais sobre lagoas e olhos d´água localizados em regiões agrícolas e assentamentos humanos.

Uma parcela significativa destas lagoas está situada em áreas de proteção ambiental. Nesta região de planalto, podem estar em locais elevados e divisores de águas, funcionando como corredores ecológicos, com a interligação da flora e da fauna de bacias contíguas. Estas áreas do bioma Cerrado podem abrigar espécies ameaçadas de extinção e endêmicas, revelando um enorme patrimônio genético (Oliveira & Marquis, 2002).

ZONAS ÚMIDAS

O desenvolvimento de zonas úmidas típicas do Cerrado promove uma paisagem bastante peculiar à região. Nestas áreas, o lençol freático tende a ser raso, e muitas vezes aflora à superfície, e os solos permanecem grande parte do tempo saturados de

água. O desenvolvimento da vegetação é condicionado por vários outros fatores, como tipo de solo e sua fertilidade, o nível de saturação de água no solo durante a estação seca, além da profundidade e flutuações de volume das águas subterrâneas. Em áreas bem drenadas e mais altas, a cobertura vegetal é composta de gramíneas, arbustos e pequenas árvores. Em áreas mais baixas e com solos saturados de água, a vegetação fica predominantemente graminosa. Ao longo dos cursos d'água se desenvolvem as matas de galeria. Esta seqüência de vegetação de Cerrado, campo alagado e mata de galeria compõe uma paisagem característica da região central do Brasil (Eiten, 1982) (Figura 1). Em terras mais altas que permanecem úmidas, a cobertura vegetal é composta por plantas típicas da região, os buritis (*Mauritia flexuosa*). Descrições mais detalhadas sobre as fitofisionomias de zonas úmidas no Cerrado brasileiro podem ser encontradas em Eiten (1982), Furley & Ratter (1988) e Ratter *et al.* (1997).

VEREDAS

As veredas são fitofisionomias muito comuns no Planalto Central Brasileiro que ocorrem em solo permanentemente saturados de água. Apresenta uma densa camada de vegetação rasteira composta de espécies herbáceas paludícolas, que vivem em charcos, como gramíneas, ciperáceas e pteridófitas. No outro estrato das veredas ocorre uma faixa de buritis (*Mauritia flexuosa*), palmeiras proeminentes, alcançando, muitas vezes, mais de 20 metros de altura. As veredas são muito importantes em termos ecológicos, pois funcionam como local de pouso, nidificação e alimentação para a avifauna e como área de refúgio, abrigo e reprodução, além de fonte de alimentos para a fauna terrestre e aquática.

CAMPOS ÚMIDOS

Os campos úmidos constituem um tipo de brejo com ampla distribuição no Cerrado do Brasil Central. Estes campos se desenvolvem sobre solo inclinado nas encostas dos vales ao longo de margens das matas de galeria. O lençol freático permanece na superfície do solo durante parte do ano, especialmente na estação chuvosa, e na seca o solo fica encharcado nas camadas subsuperficiais. A vegetação é composta por gramíneas, de estrato herbáceo, com solo altamente orgânico (não-turfoso) e esponjoso. As águas superficiais e mais profundas do solo tendem a ser levemente ácidas (pH ao redor de 5), pobres em íons (condutividade elétrica abaixo de 10 µmS/cm), temperaturas mais baixas (até 22°C) e bem oxigenada (acima de 60%) (Reid, 1993a).

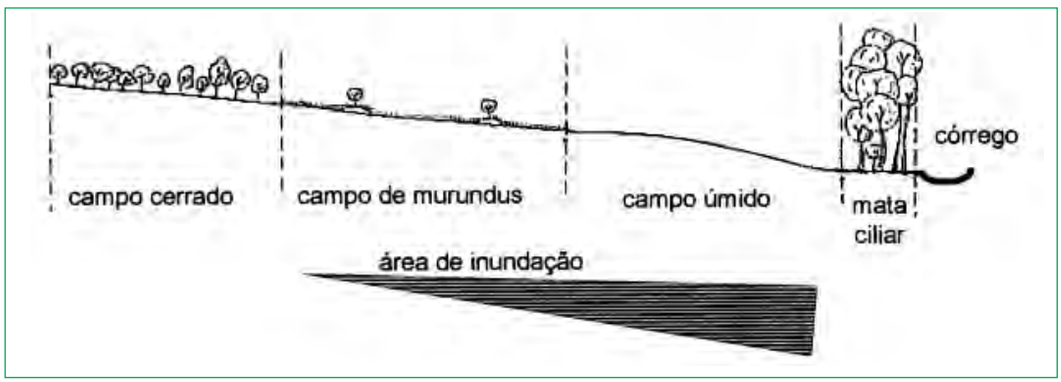


Figura 1
Esquema geral do gradiente longitudinal de zonas úmidas do bioma Cerrado (sem escala definida).

Os campos úmidos se situam entre matas de galeria e campo cerrado ou veredas. Suas bordas com o cerrado na encosta acima e com a mata de galeria na encosta abaixo geralmente são muito nítidas. A composição de espécies de plantas graminosas e juncos em áreas de campo úmido é bem diversificada, e apresenta um zoneamento espacial bem demarcado (Goldsmith, 1974). Em áreas menos encharcadas podem ser encontradas plantas de brejo, pertencentes aos gêneros *Drosera*, *Sphagnum* e *Utricularia*. Em áreas saturadas de água, na superfície se desenvolvem complexas redes de filamentos de algas.

CAMPO DE MURUNDUS

O interior dos campos úmidos pode apresentar áreas com solos mais elevados e expostos, os chamados murundus. Os murundus são ilhas de campo limpo ou de campo cerrado, arredondadas e um pouco mais altas, com cerca de 1 a 10 metros de diâmetro e alguns decímetros de altura. São formados por erosão diferencial do terreno e muitas vezes ocupados por cupins.

Segundo Furley (1986), há duas situações para formação de murundus. Em áreas situadas em terrenos mais baixos dos vales, a formação de murundus é afetada pelo afloramento do lençol freático, localizado muito perto da superfície do solo. Neste caso, os solos ao redor de murundus geralmente são orgânicos e permanentemente encharcados. A outra situação ocorre em áreas mais planas, e os murundus são menos perceptíveis, e a sua formação é influenciada pelo ciclo sazonal de chuvas e escoamento superficial da água, tendo pouco contato com a água subterrânea.

Os murundus presentes em áreas de campos úmidos formam um arranjo espacial descontínuo ao longo de um eixo longitudinal até as bordas, e de alguma forma influencia na distribuição e abundância dos organismos aquáticos.

BIOTA AQUÁTICA

O alto grau de endemismo da biota do Cerrado já é reconhecido, com uma excepcional riqueza biológica (Oliveira & Marquis, 2002). Diante disso, é considerado um dos *hotspots* mundiais, ou seja, é um dos biomas mais ricos e ameaçados do planeta (Myers *et al.* , 2000). As áreas mais importantes para preservação biológica concentram-se ao longo do eixo central do Cerrado brasileiro (Conservation International, 1999).

O Brasil central, por ser uma região de nascentes e divisor de águas das principais bacias hidrográficas do país, exerce um papel de grande valor na diversidade biológica. O forte endemismo no bioma Cerrado reforça a importância para a conservação da diversidade biológica, e em especial da biota aquática. As áreas de conexão entre as bacias, que compreendem as suas cabeceiras de drenagem, são focos de endemismo para muitas espécies de água doce, representando uma das áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade aquática (Conservation International, 1999).

Os cursos d'água que nascem nesta região do Cerrado fluem naturalmente para as bacias contíguas, constituindo muitas vezes corredores ecológicos para muitas espécies aquáticas. Dependendo da capacidade de adaptação das espécies, aliada às condições adequadas para o seu estabelecimento em outras regiões, os deflúvios do Cerrado podem

representar caminhos de dispersão de espécies aquáticas. Dessa forma, o Cerrado brasileiro representa uma das áreas indispensáveis para a preservação da diversidade biológica aquática e do seu patrimônio genético. Além disso, esta necessidade se torna iminente, pois menos de 0,5% do Cerrado está contemplado por unidades de conservação genuinamente aquáticas (Conservation International, 1999).

No entanto, pouco se conhece a respeito da riqueza de espécies aquáticas e sua distribuição dentro do bioma Cerrado. Os dados obtidos até o momento são esparsos e centrados em poucos grupos de organismos. A riqueza da biota aquática do Cerrado brasileiro é estimada na ordem de 9.580 espécies (Dias, 1996; Martins-Silva *et al.*, 2001; Padovesi-Fonseca *et al.*, 2001). Os dados em relação à riqueza de espécies aquáticas do Cerrado são apresentados na **Tabela 1**. Apesar de vários grupos de organismos apresentarem uma elevada riqueza de espécies, esta é estimada, considerando a potencialidade e abrangência do bioma Cerrado em abrigar uma elevada biodiversidade, em especial da biota aquática. Além disso, riqueza de espécies de vários outros grupos, como macrófitas aquáticas, perifíton e meiofauna, não foi sequer estimada.

A diversidade de espécies da ictiofauna no Cerrado é bastante expressiva. Estimativas apontam a ocorrência de quase 3.000 espécies de peixes na América do Sul, sendo que mais de 500 espécies podem ser encontradas no Cerrado. Este número pode ser bem maior, pois há estimativas que entre 30 e 40% das espécies de peixes de água doce no Brasil continuam desconhecidas, além de registros não publicados. Informações sobre a

Tabela 1. Riqueza estimada (ordem de grandeza) de espécies da biota aquática do Cerrado.

Grupos	Vernáculo	Riqueza de espécies
Ostheichthyes	Peixes	1.000[1]
Crustácea	Crustáceos	500[1]
Insecta: vários grupos	Insetos aquáticos (formas imaturas)	100[3]
Mollusca, Gastropoda	Caracóis	500[1], [3]
Mollusca Bivalvia	Pelecipodes	50[1], [3]
Briozoa	Briozoários	10[1]
Rotifera	Rotíferos	100[1], [2]
Microcrustáceos: Copepoda e Cladocera	Copépodes e Cladóceros	100[2]
Hydrozoa	Hidras	50[1]
Porífera: Demospongea	Esponjas	10[1]
Protozoa: Mastigophora	Flagelados	1.500[1]
Protozoa: Sarcodina	Amebas	400[1]
Protozoa: Sporozoa	Esporozoários	1.500[1]
Protozoa: Cnidospora	Esporozoários	100[1]
Protozoa: Ciliophora	Ciliados	1.500[1]
Prokaryote: Cyanophyta	Algas azuis	10 [1]
Algae: vários grupos	Algas	2.150[1]

Fonte: Dias, 1996 [1]; Padovesi-Fonseca *et al.*, 2001[2]; Martins-Silva *et al.*, 2001 [3].

ictiofauna das bacias hidrográficas do Brasil central destacam uma composição de espécies nativas, incluindo as espécies migradoras (Ribeiro, 1998). Considerando o potencial para o endemismo no Cerrado, e ameaças de extinção de ictiofaunas em várias regiões do Cerrado, é imprescindível a ampliação do pouco conhecimento desta fauna, em especial nas cabeceiras.

O conhecimento sobre os invertebrados aquáticos no Cerrado ainda é incipiente e muito incompleto. Entre os microinvertebrados, os Protozoa são o grupo menos conhecido (Brasil, 1998). Apesar de sua importância no funcionamento dos ecossistemas aquáticos, especialmente como elos adicionais na rede alimentar, há necessidade de técnicas especiais e muitas vezes onerosas para amostragem e identificação dos organismos, o que de alguma forma limita o seu estudo. Entre os grupos de Protozoa, os flagelados representam o de menor conhecimento, pois a sua diversidade sequer pode ser estimada. Entre os sarcodinos, as tecamebas são as mais conhecidas com uma riqueza estimada na ordem de 400 espécies para o Cerrado brasileiro (Tabela 1). No entanto, em estudos realizados no Brasil até o momento, foram identificados cerca de 20 gêneros e 150 espécies de tecamebas (Brasil, 1998). Os ciliados são os protozoários mais expressivos em termos de riqueza de espécies, além de serem úteis como indicadores na avaliação da qualidade da água. Das 8.000 espécies descritas no mundo, o Cerrado brasileiro apresenta uma riqueza estimada na ordem de 1.500 espécies (Tabela 1), com 147 gêneros registrados no Brasil.

Considerando os microinvertebrados planctônicos, além dos protozoários, devem ser evidenciados representantes do Filo Rotifera, e dos microcrustáceos Cladocera e Copepoda. Grande parte das espécies de rotíferos apresenta uma distribuição ubíqua, presente em quase todos os tipos de *habitats* de água doce. Das 457 espécies brasileiras conhecidas, pelo menos 30% estão em águas doce do Cerrado, com 4% das espécies provavelmente endêmicas. Os Copepoda, junto com os Cladocera, são os dois grupos mais representativos de microcrustáceos nas águas doces. A estimativa da riqueza de espécies para os microcrustáceos no Cerrado até o momento é bastante grosseira, podendo atingir até 100 espécies (Tabela 1). O grau de endemismo das espécies destes grupos é elevado, e associado ao pouco estudo realizado no Cerrado, abre uma perspectiva de aumento da biodiversidade no país.

Nos substratos e sedimentos de riachos e lagoas do Cerrado há uma fauna bentônica, onde se encontram os macroinvertebrados ou zoobentos. Estes animais são sedentários e com ciclo de vida longo, e com isso, não são capazes de evitar, rapidamente, mudanças prejudiciais e exibem variados graus de tolerância à poluição (Metcalfe, 1989). Como são muito sensíveis aos distúrbios que ocorrem no meio ambiente, eles têm sido amplamente utilizados como bioindicadores de qualidade de água (Navas-Pereira & Henrique, 1996). Representam também um papel importante na decomposição de matéria orgânica e ciclagem de nutrientes (Esteves, 1998), e como fonte de alimento para níveis tróficos superiores, como peixes (Devái, 1990).

A comunidade macrobêntica é composta por vários grupos, como cnidários, anelídeos, moluscos e insetos aquáticos, entre outros (Martins-Silva *et al.*, 2001). A grande maioria dos estudos aborda os insetos aquáticos. Estudos realizados em vários riachos do Brasil central revelaram uma fauna bastante variada, embora com resultados

abordando diferentes níveis taxonômicos, com poucos *taxa* identificados até espécie (Medeiros, 1997, Bispo *et al.*, 2001, Martins-Silva *et al.*, 2001, Fernandes, 2002). Dessa forma, a composição faunística da comunidade bentônica no Cerrado apresenta ainda uma configuração generalizada, com perspectivas para ampliar a biodiversidade, inclusive com o potencial de ocorrência de espécies novas para a região.

A flora aquática do Cerrado, considerando macrófitas aquáticas, fitoplâncton e perifiton, tem sido pouco avaliada em ambientes aquáticos naturais. Leite (1990) encontrou uma microflora riquíssima composta por algas desmidiáceas em estudo realizado na Lagoa Bonita. Em cursos d´água da bacia do lago do Descoberto, Caramasch *et al.* (1997) realizaram estudo preliminar de comunidades planctônicas. Por sua vez, ao longo de um tributário da mesma bacia, Abreu (2001) revelou uma comunidade fitoplantônica com elevado número de *taxa* (acima de 160), apesar da baixa freqüência de ocorrência e densidade numérica dos organismos. Elevada riqueza de organismos de comunidade perifítica associada a macrófitas aquáticas em ambiente lótico foi observada por Mendonça-Galvão (2002), no córrego Roncador, situado na Reserva Ecológica do IBGE, Distrito Federal, com a detecção de 171 *taxa*. Estes poucos trabalhos revelam a elevada biodiversidade dos ecossistemas aquáticos naturais do bioma Cerrado, e com isso, a necessidade de intensificar os estudos nesta região.

A presença de ecossistemas alagados em áreas de cerrado amplia o leque de estudos do inventário de espécies aquáticas no país. A comunidade aquática que se desenvolve nas áreas alagadas do Brasil Central é pouco estudada. Ainda assim, os trabalhos desenvolvidos nesta região detectaram uma diversidade biológica bastante expressiva e com espécies endêmicas. Invertebrados bentônicos são numerosos e os peixes são de pequeno porte. Dentre eles, o pirá-brasília (*Cynolebias boitonei*) é endêmico nas veredas do Distrito Federal e está ameaçado de extinção (Rocha, 1990). Esta espécie apresenta uma beleza física exuberante, sendo usado como peixe ornamental. Análise taxonômica de algas em áreas preservadas foi realizada por Senna & Ferreira (1986, 1987), com a observação de uma elevada variedade fitoplanctônica. Em áreas alagadas e riachos da região do Vale do Paranã (TO), Adamo & Padovesi-Fonseca (2003) observaram uma fauna associada bastante variada e composta por *taxa* novos e ainda não descritos. Em estudos da meiofauna de campos úmidos, Reid (1982, 1984, 1987, 1993b) encontrou uma comunidade dominada por nematóides, rotíferos e copépodos harpacticóides, além de protozoários, turbelários, copépodos ciclopóides, cladóceros, ostrácodes, oligoquetos, hidrocarinos e várias famílias de larvas de insetos. Pelo menos 10 espécies de Copepoda foram classificadas pela primeira vez, e identificadas como espécies novas e endêmicas à região.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de o Cerrado ser considerado um dos biomas mais biodiverso e ameaçado do mundo, pouca atenção tem sido dirigida para a conservação dos ecossistemas aquáticos naturais e da biota aquática.

O grau de endemismo no Cerrado é elevado, e aliado ao desconhecimento científico de uma parcela significativa

dos ecossistemas aquáticos naturais e de sua biota, revelam lacunas importantes para a avaliação da biodiversidade e conservação deste bioma.

As áreas definidas para a conservação ambiental raramente contemplam os ambientes aquáticos e sua biota. Este aparente desinteresse de inclusão de ambientes aquáticos pode estar associado à aceitação geral que ao proteger os ambientes terrestres automaticamente os aquáticos são protegidos, como foi discutido por Junk (1983) e Tundisi & Barbosa (1995).

Considerando a potencialidade e abrangência do bioma Cerrado em abrigar uma elevada biodiversidade, a flora e a fauna aquáticas devem ser consideradas e avaliadas com o intuito de fornecer subsídios necessários e essenciais para a definição de ferramentas que favoreçam a conservação ambiental da região.

Um dos aspectos particularmente importantes em relação à conservação de ambientes aquáticos é a ausência de dados sobre sistemas prístinos do Cerrado. Além de compor uma fonte essencial para a biodiversidade, pode-se constituir uma referência para programas de recuperação de sistemas perturbados por atividades humanas.

Diante deste contexto, torna-se evidente a necessidade de intensificar esforços nos estudos destes ecossistemas peculiares à região, bem como da biodiversidade e distribuição de suas espécies aquáticas. Tais propósitos vêm ao encontro de garantir embasamento teórico para a preservação e uso sustentável de fontes de água para gerações futuras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abreu, C.T. 2001. Estudo do fitoplâncton ao longo de um sistema de córrego e represas nas estações de chuva e de seca, rio Descoberto, DF. *Dissertação de Mestrado, Pós-Graduação em Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF.*

Adamo, L.A. & C. Padovesi-Fonseca. 2003. Análise da fauna associada às macrófitas aquáticas da bacia hidrográfica da Serra e Vale do rio Paranã. *Anais do 9º Congresso de iniciação científica da UnB,* Brasília, DF.

Bispo, P.C., L.G. Oliveira, V.L. Crisci & M.M. Silva. 2001. A pluviosidade como fator de alteração da entomofauna bentônica (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) em córregos do Planalto Central do Brasil. *Acta Limnol. Bras.* 13(2): 1-9.

Brasil 1998. *Primeiro relatório nacional para a convenção sobre diversidade biológica*. Ministério do Meio Ambiente, dos recursos hídricos e da Amazônia legal. Brasília, Brasil.

Campos, J.E.G. & F.H. Freitas-Silva. 1998. Hidrogeologia do Distrito Federal. *In*: IEMA/SEMATEC/UnB. *Inventário hidrogeológico e dos recursos hídricos superficiais do Distrito Federal*. pp. 85-90. Vol.4. IEMA/SEMATEC/UnB, Brasília, DF.

Caramaschi, G.M.C.L., L.T. Vianna & J.S. Freitas. 1997. Comunidades planctônicas na bacia do rio Descoberto. *In:* L.L. Leite & C.H. Saito (Eds.). *Contribuições ao conhecimento ecológico do Cerrado.* p. 142-147. Universidade de Brasília, Departamento de Ecologia, Brasília, DF.

Conservation International, 1999. Workshop: Ações prioritárias para a conservação da biodiversidade do Cerrado e Pantanal. *Relatório técnico-científico.* Brasília, DF.

Convenção de Zonas Úmidas. 1971. Ramsar. Irã (http://www.ramsar.org).

Deváí, G. 1990. Ecological background and importance of the change of chironomid fauna in shallow lake Balaton. *Hydrobiologia* 191: 189-198.

Dias, B.F.S. 1996. Cerrados: uma caracterização. *In* B.F.S., Dias (coord.). *Alternativas de desenvolvimento dos cerrados:* manejo e conservação dos recursos naturais renováveis. pp. 11-25. 2ª ed. Fundação Pró-Natureza (FUNATURA), Brasília, DF.

Eiten, G. 1982. Brazilian "savannas". In B.J. Hunley and Walker B.H. (Eds.). *Ecological studies,* 42: Ecology of tropical savannas. p. 25-47. Springer-Verlag, Berlin, Germany.

Esteves, F.A. 1998. *Fundamentos de limnologia*. 2ª ed. Editora Interciência/ FINEP, Rio de Janeiro, Brasil.

Fernandes, A.C.M. 2002. *Influência da descarga orgânica de esgotos na comunidade de macroinvertebrados bentônicos no rio Melchior (Sub-bacia do rio Descoberto), DF.* Dissertação de Mestrado, Pós-Graduação em Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF.

Ferrante, J.E.T., L. Rancan, P.B. Netto. 2001. Meio Físico. *In:* F.O. Fonseca (Org.). *Olhares sobre o lago Paranoá.* p.45-55. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH), Brasília, DF.

Furley, P.A. 1986. Classification and distribution of murundus in the Cerrado of Central Brazil. *J. Biogeogr.* 13: 265-268.

Furley, P.A. & J.A. Ratter. 1988. Soil resources and plant communities of the Central Brazilian cerrado an their development. *J. Biogeogr*. 15: 97-108.

Giller, P.S. & B. Malmqvist. 1999. *The biology of streams and rivers.* Oxford University Press, Oxford, U.K.

Goldsmith, F.B. 1974. Multivariate analyses of tropical grassland communities in Mato Grosso, Brazil. *J. Biogeogr.* 1: 111-122.

Hynes, H.B.N. 1970. *The ecology of running waters*. Liverpool University Press, Liverpool, U.K.

Junk, W.J. 1983. Aquatic habitats in Amazonia. *The Environmentalists* 3 (Suppl. 5): 24-34.

Klink, C.A., R.H.F. Macedo & C.C. Mueller. 1995. De grão em grão o Cerrado perde espaço. WWF-Brasil e PRO-CER, Brasília, DF.

Leite, A.L.T. 1990. *Desmidiaceae (Chlorophyta) e os fatores físico-químicos da lagoa Bonita, Distrito Federal, Brasil.* Dissertação de Mestrado, Pós-Graduação em Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF.

Margalef, R. 1983. *Limnología.* Ediciones Omega, Barcelona, Espanha.

Martins-Silva, M.J., F.M. Rocha, F.B. César & B.A. Oliveira. 2001. Fauna: comunidade bentônica. In F.A. Fonseca (Org.). *Olhares sobre o lago Paranoá*. p. 117-121. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH), Brasília, DF.

Medeiros, M.B. 1997. *Caracterização das comunidades de macroinvertebrados bentônicos da bacia do córrego do Riacho Fundo, Brasília-DF, e uso destas como bioindicadoras de qualidade de água.* Dissertação de Mestrado, Pós-Graduação em Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF.

Mendonça-Galvão, L. 2002. Comunidade perifítica em folhas de *Echinodorus tunicatus* Small. *B. Herb. Ezechias Paulo Heringer* 10: 5-15.

Metcalfe, J.L. 1989. Biological water quality assessment of running waters based on macroinvertebrate communities: history and present status in Europe. *Environ. Poll.* 60: 101-139.

Myers, N.R., R.A. Mittermeier, C.G. Mittermeier, G.A.B. Fonseca, & J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.

Oliveira, P.S. & R.J. Marquis (Eds.). 2002. *The cerrados of Brazil*. Columbia University Press, New York, EUA.

Navas-Pereira, D. & R.M. Henrique. 1996. Aplicação de índices biológicos

numéricos na avaliação da qualidade ambiental. *Rev. Brasil. Biol*. 56: 441-450.

Padovesi-Fonseca, C., Mendonça-Galvão, L., Pereira, D.F., Philomeno, M.G. e D.L.P. Rocha. 2001. Fauna: zooplâncton. In F.A. Fonseca (Org.). *Olhares sobre o lago Paranoá*. pp. 115-117. Secretaria do meio ambiente e recursos hídricos (semarh), Brasília, Brasil.

Ratter, J.A., J.F. Ribeiro & S. Bridgwater. 1997. The brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Ann. Bot*. 80: 223-270.

Reid, J.W. 1982. *Forficatocaris schadeni,* a new copepod (Harpacticoida) from central Brazil, with keys to the species of the genus. *J. Crust. Biol.* 2: 578-587.

Reid, J.W. 1984. Semiterrestrial meiofauna inhabiting a wet campo in central Brazil, with special reference in the Copepoda (Crustacea). Hydrobiologia 118: 95-111.

Reid, J.W. 1987. The cyclopoid copepods of a wet campo marsh in central Brazil. *Hydrobiologia* 153: 121-138.

Reid, J.W. 1993a. The harpacticoid and cyclopoid fauna in the cerrado region of Central Brazil, 1: species composition, habitats and zoogeography. *Acta Limnol. Bras*. 6: 56-68.

Reid, J.W. 1993b. The harpacticoid and cyclopoid fauna in the cerrado region of Central Brazil, 2: community structures. *Acta Limnol. Bras.* 6: 69-81.

Ribeiro, J.F. & B.M.T. Walter. 1998. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: S.M., Sano & S.P. Almeida (Eds.). *Cerrado: ambiente e flora*. p. 89-166. Embrapa-CPAC, Planaltina, DF.

Ribeiro, J.F., C.E.L. Fonseca, & J.C.S., Silva. 2001. *Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria*. Embrapa Cerrados, Brasília, DF.

Ribeiro, M.C.L.B. 1998. Conservação da integridade biótica das comunidades de peixes nas bacias hidrográficas do Distrito Federal. *Relatório técnico final.* IBGE, Brasília, DF.

Rocha, A.J.A. 1990. Caracterização limnológica do Distrito Federal. *In* M.N. Pinto (Org.). *Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas*. Editora UnB, SEMATEC, Brasília, DF.

Senna, P.A.C. & L.V. Ferreira. 1986. Nostocophyceae (Cyanophyceae) da Fazenda Água Limpa, Distrito Federal, Brasil, 1: Famílias Chroococaceae e Oscillatoriaceae. *Rev. Brasil. Biol.* 9: 91-108.

Senna, P.A.C. & L.V. Ferreira. 1987. Nostocophyceae (Cyanophyceae) da Fazenda Água Limpa, Distrito Federal, Brasil, 2: Famílias Nostocaceae e Scytonemataceae e Stigonemataceae. *Rickia* 14: 7-19.

Tundisi, J.G. & F.A.R. Barbosa. 1995. Conservation of aquatic ecosystems: present status and perspectives. p. 365-371. *In:* J.G. Tundisi, C.E.M. Bicudo & T. Matsumura-Tundisi (Eds.*). Limnology in Brazil*. ABC/SBL, Rio de Janeiro, Brazil.

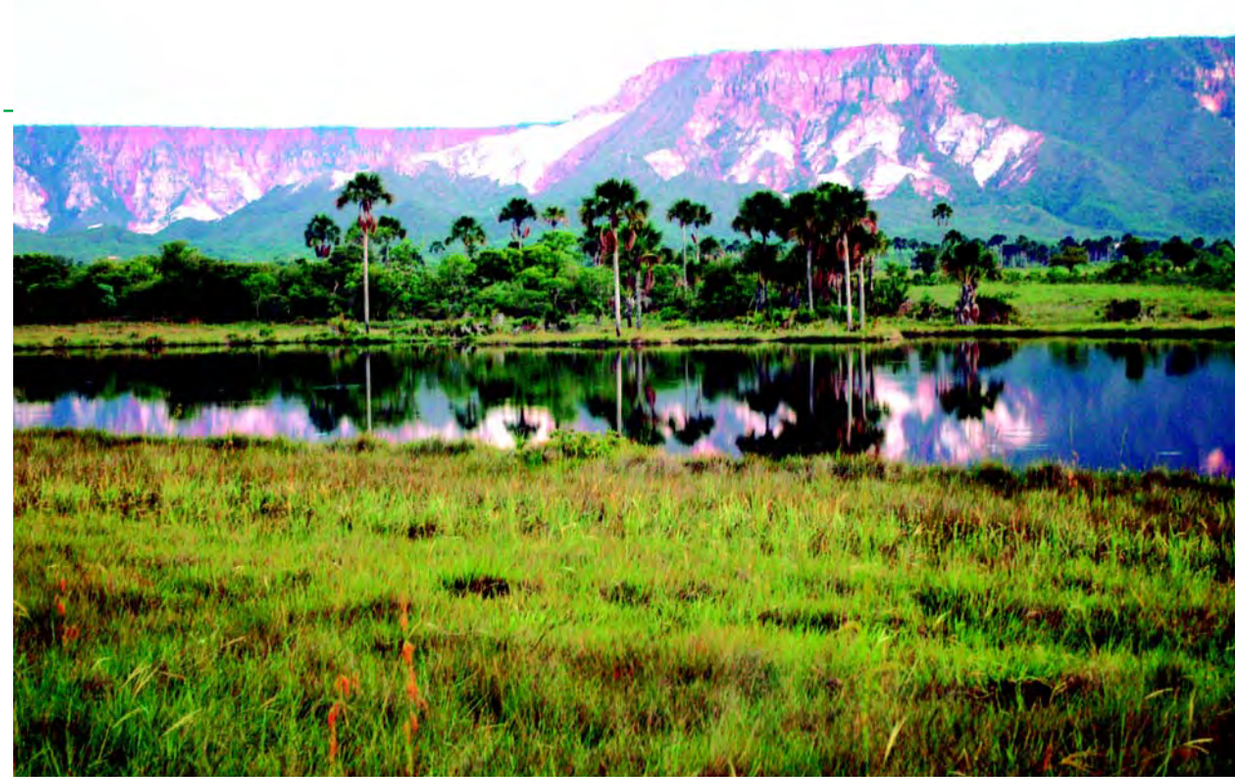
Wetzel, R.G. & G.E. Likens. 2000. *Limnological analyses*. 3rd ed. Springer-Verlag, New York, EUA.

FOTO: GUARINO COLLI

Capítulo 26

Perspectivas e desafios para conservação do Cerrado no século 21

Roberto B. Cavalcanti
Departamento de Zoologia
Universidade de Brasília
Brasília, DF
Conservation International
Washington DC ,EUA



INTRODUÇÃO

A conservação da biodiversidade hoje é bem estabelecida no rol de preocupações das sociedades modernas. Uma série de conferências globais de grande porte, a partir de Estocolmo, em 1972 e culminando no Rio de Janeiro, em 1992, gerou o envolvimento dos governos e a adoção de leis e acordos reconhecendo a importância do patrimônio biológico e a necessidade de conservá-lo para as gerações futuras.

A partir de meados da década de 1980, com o relatório da Comissão Brüntland para a ONU, desenhou-se um cenário para promoção do desenvolvimento econômico e social incorporando valores de conservação dos recursos naturais, no chamado desenvolvimento sustentável. Durante os anos 1990 e particularmente após a Conferência do Rio de Janeiro, este modelo foi seriamente explorado por governos de vários países, pelo setor privado, e por organizações não-governamentais de todos os naipes. Entretanto, o duplo desafio de realizar uma transição para outro modelo de desenvolvimento, enquanto o mundo experimentava acelerado crescimento demográfico e econômico na década de 1990, trouxe pouco progresso, como indicado pela acentuada deterioração nos ambientes biologicamente mais ricos, seja medido na cobertura de florestas tropicais ou nos recifes de corais do planeta.

Atualmente vivemos um processo contínuo de perda de recursos biológicos, que embora reconhecido e freqüentemente lamentado, ainda não pode ser revertido devido a conflitos com outras prioridades das sociedades modernas. O objetivo deste capítulo é fazer uma breve revisão de alguns destes conflitos e identificar formas potenciais de promover a coexistência entre as populações humanas e a biodiversidade do planeta.

BIODIVERSIDADE E EXTRATIVISMO

A produtividade dos ecossistemas naturais é insuficiente para os seus recursos manterem de forma sustentável as populações humanas nas densidades modernas. Embora este seja um fato reconhecido há milênios, e razão óbvia

de nossa dependência da agricultura e da criação de animais domésticos, em muitas partes do mundo, a exploração industrial dos ecossistemas naturais vem dizimando a flora e a fauna nativa, seja na África e Ásia, ou na América do Sul com a indústria madeireira. Trata-se de um sistema perverso, pois em muitos casos estas regiões sustentavam populações humanas extrativistas de baixas densidades.

Com a abertura de estradas e o acesso a cidades, a população consumidora potencial é enormemente elevada, e a extração rapidamente supera a capacidade de regeneração biológica natural. Trata-se aqui de uma transição complexa, mudando o uso dos ecossistemas naturais para fontes de serviços (água, manutenção do clima, reservas de biodiversidade, estabilização da paisagem), e o fomento a ecossistemas manejados para suprirem as necessidades das populações humanas.

Embora muitos preconizem a continuidade de atividades extrativas como justificativa para manutenção de paisagens nativas, na maioria dos casos a conservação destas é uma conseqüência apenas temporária. Como a produtividade biológica é insuficiente para atender à pressão extrativa, rapidamente entra-se em um processo de consumo dos estoques e degradação no longo prazo. Um bom exemplo é o efeito da coleta de castanhas sobre o recrutamento de novas plantas na Amazônia, estudado por Peres *et al.* (2003). Nas áreas de extração de longo prazo, não há plantas jovens de menor diâmetro o que indica que a população não está se regenerando localmente. Outros efeitos também conhecidos são resultantes da remoção física do produto da floresta. Caso não houvesse coleta, as castanhas além de serem a fonte das novas gerações de árvores, também sustentariam populações de consumidores como as araras, roedores, insetos e toda uma fauna própria.

Não se quer dizer aqui que o extrativismo é incompatível com a manutenção de elementos da biota natural, mas alertar que a capacidade de sustentação extrativa de ecossistemas nativos é extremamente limitada e oferece poucas perspectivas de ampliação como instrumento para promoção de conservação. Por outro lado, o uso de paisagens naturais para fornecimento de serviços, onde não há necessidade de remoção de matéria ou energia do sistema, permite um crescimento de escala considerável, restando o desafio de promover um processo de valoração para justificar sua manutenção.

Os esforços para conseguir valorar ecossistemas naturais a título de serviços foram acelerados a partir da década de 1980. As principais classes são:

- Serviços de ecossistema: manutenção da água, manutenção de clima, fixação de carbono, controle de erosão e conservação do solo.
- Serviços biológicos: manutenção da biodiversidade, bioprospecção, controle de predadores, serviços de polinizadores, entre outros.
- Serviços sociais/culturais: manutenção de identidade cultural de populações locais, símbolo e local para rituais sociais e religiosos, ecoturismo e turismo de aventura, lazer, manutenção da qualidade de vida.

Entretanto, como é bem conhecido, na sociedade moderna os serviços públicos, em geral, assim como os recursos naturais têm sido

sistematicamente não valorados, subvalorados, ou então têm seus custos subsidiados. Dessa forma o real valor dos ecossistemas naturais é invisível para a maioria da população. Pior, não conseguem enfrentar em termos econômicos os outros usos potenciais da terra em que os retornos são valorados de forma mais transparente.

IMPORTÂNCIA DA CONSERVAÇÃO

O ambiente terrestre é um ambiente biológico. Os principais elementos que mantém as condições de vida na Terra são conseqüências da transformação biológica do planeta durante o último bilhão de anos. O teor de oxigênio na atmosfera, as condições climáticas locais como temperatura, precipitação, umidade, ventos, e o teor de água no solo, são todos mediados e, em boa parte, determinados pelas paisagens biológicas. A sustentação da vida humana também, em última instância, depende da transformação biológica da energia solar em alimentos, mediada pela fotossíntese. Dessa forma é paradoxal que grande parte da população humana dê maior valor aos elementos tecnológicos, de uma sociedade de consumo, do que aos biológicos na determinação de nossa qualidade de vida e sustentabilidade.

Este conceito está começando a mudar por algumas razões. A eficiência dos processos industriais permite fornecer insumos a grande parte da sociedade humana, a custos moderados, incluindo aí bens e serviços tecnológicos. A descoberta da estrutura do DNA na década de 1950 viabilizou a engenharia genética, promovendo a aplicação dos processos tecnológicos da sociedade industrial aos sistemas biológicos com conseqüências sobre a produtividade alimentar e a saúde. Por outro lado, a presença física de 6,5 bilhões de pessoas sobre o planeta, com crescimento previsto de até 25 bilhões antes de se estabilizar, demonstra claramente que os fatores limitantes passam a ser cada vez mais os sistemas de sustento ecológico do planeta, incluindo suprimentos de alimentos e o meio ambiente.

OCUPAÇÃO DAS GRANDES ÁREAS NATURAIS

O processo de ocupação das áreas naturais do planeta continua a passos largos. Na Amazônia, os dados de desmatamento para 2003 mostram a segunda maior cifra da história – 23.000km^2. Mesmo que haja um esforço adicional para conter tais processos, o crescimento da população humana e a necessidade de fornecimento de alimentos continuarão a exercer pressão. Atualmente 83% das áreas agrícolas do planeta são abastecidas por água da chuva, sendo responsáveis por 2/3 do suprimento alimentar global (Gleick 1993 *apud* Rockström *et al.* 1999). A produção agrícola é mediada por luz e água, para realizar fotossíntese. Estima-se que um crescimento da população humana para 8,5 bilhões, em 2025, exigiria um aumento de 46% no consumo de água para agricultura ou seja, em torno de 3.100km^3 (Rockström *et al.* 1999).

Dessa forma, não é surpreendente que, mundialmente, haja um processo de expansão agrícola nas áreas de floresta tropical, onde existem água e sol em abundância. Similarmente, há acelerado crescimento em regiões semi-áridas dotadas de aqüíferos subterrâneos disponíveis para serem explorados. Outros fatores limitantes, inclusive qualidade do solo e mesmo a fisiologia

das plantas, podem ser modificados por meios tecnológicos. Os avanços da engenharia genética, clonagem, e o crescimento da infra-estrutura de transportes permitem que regiões remotas do mundo produzam alimentos de paladar global a custos competitivos.

Em resumo, a proteção de áreas naturais hoje apresenta custos de oportunidade significativos, se comparada à situação na década passada, em função desses avanços da infra-estrutura de transportes, bem como do desenvolvimento tecnológico e da demanda de alimentos.

Ao mesmo tempo, uma estratégia de proteção ambiental agrega valor significativo para a viabilidade da ocupação humana de uma região. O custo de não proteger áreas-chave é muito alto. Ainda no caso da Amazônia, estima-se que o desmatamento poderá reduzir em até 20% a precipitação anual. Nos cerrados, onde a precipitação se concentra em seis meses do ano, a perenização dos rios depende de armazenamento de água subterrânea, nos grandes sistemas de chapadões da Serra Geral.

OPORTUNIDADES DE CONSERVAÇÃO

A ocupação acelerada do Brasil central e da Amazônia é um processo de difícil reversão, motivado por uma demanda global de recursos naturais e de alimentos, aliado a tecnologias altamente eficientes de produção e expectativas de desenvolvimento social das populações locais. As perspectivas de conservação da região dependem da capacidade de se alavancar parte do investimento e do retorno econômico gerado em atividades de proteção da biodiversidade, bem como na adoção de modelos de ocupação que viabilizem a sobrevivência da biota nativa na paisagem regional.

Os corredores de biodiversidade são uma das formas de planejamento regional que visam manter sistemas de áreas protegidas em uma matriz de uso humano da paisagem. No Brasil, os denominados corredores ecológicos foram propostos no âmbito do Programa Piloto para a Proteção de Florestas Tropicais (PP-G7) para Amazônia e mata Atlântica (Ayres *et al.* 1997), e mais tarde incorporados pelo governo Federal, Estaduais, organizações conservacionistas e agências de desenvolvimento para os demais biomas. Em um corredor de biodiversidade, são desenhadas e implementadas conexões entre áreas protegidas, de forma que os biomas naturais não sejam ilhados como resultado da ação antrópica. Ao combater a fragmentação, mantêm-se os processos de migração, dispersão, colonização e intercâmbio genético que permitem a sobrevivência da biota nativa na paisagem. Em termos de ecossistema, também são mantidos os fluxos de matéria e energia que sustentam a produtividade natural.

CORREDOR CERRADO-PANTANAL

Um exemplo interessante é o Corredor Cerrado-Pantanal, planejado por ocasião do *Workshop Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade dos Biomas Cerrado e Pantanal* (MMA, Funatura, Conservação Internacional (CI), Universidade de Brasília, Fundação Biodiversitas), em 1998, o qual teve sua implantação iniciada a partir de 1999, sob um consórcio multinstitucional incluindo a ONG Conservação Internacional (CI). Este corredor cobre a área desde as

nascentes do rio Taquari na região do Parque Nacional das Emas, abrangendo sua bacia e o rio Negro no Pantanal do Mato Grosso do Sul.

Ao longo dos últimos cinco anos, foram criadas pelos governos novas áreas públicas de conservação (Parques Estaduais do Rio Negro e das Nascentes do Taquari, no MS), reservas particulares (RPPN Fazenda Rio Negro); financiados estudos de populações de fauna para mapear movimentos e dispersão e realizados programas de conscientização e educação ambiental, com o objetivo de consolidar a proteção da biodiversidade na paisagem regional. Um dos aspectos mais inovadores é o planejamento de áreas de reserva legal de propriedades particulares. Em colaboração com as agências de governo e fazendeiros, as ONGs Oréades e CI Brasil usam imagens de satélite para classificar a paisagem, sobrepondo os polígonos das propriedades, e gerando cenários alternativos para cumprimento da exigência legal de proteção de 20% das superfícies de cada propriedade.

Estas análises permitem planejar estratégias de proteção que, compatíveis com as exigências de uso econômico das fazendas, multiplicam o potencial de conservação regional, por meio da interligação das reservas legais entre si e com as áreas públicas de proteção da biodiversidade.

ÁREAS PROTEGIDAS E PROTEÇÃO DAS ESPÉCIES

Qual deve ser o alvo da conservação da biodiversidade? Em geral, considera-se que devem ser protegidas as suas diversas manifestações: a diversidade genética, a diversidade de organismos, e a diversidade de sistemas biológicos. Destas, o alvo mais concreto é a diversidade de organismos. Os genes se expressam e se reproduzem por meio de organismos, e as comunidades e ecossistemas são descritos em termos de sua composição de espécies e fluxos de matéria e energia. Ao escolher espécies como alvo de proteção, é possível caracterizar as medidas que darão como conseqüência também a proteção dos genes e dos ecossistemas.

As áreas protegidas têm se mostrado como um dos mecanismos mais efetivos e com melhor relação custo/benefício para manter a diversidade de espécies (Brunner *et al.* 2000). Além disso, oferecem a oportunidade de agregar as funções de serviços ambientais descritos anteriormente, contribuindo com fonte adicional de recurso para viabilizar a conservação da biodiversidade.

MUDANÇAS DE LONGO PRAZO

Não se pode deixar de fazer referência a fatores de longo prazo que podem ameaçar a sobrevivência dos cerrados. As mudanças climáticas globais, com o aquecimento da superfície do planeta, podem afetar o clima da região tanto no aspecto de temperatura quanto de precipitação, e por conseguinte ter efeitos dramáticos sobre a distribuição das comunidades biológicas. Infelizmente, ainda há grande incerteza tanto sobre os cenários climáticos como em predizer os futuros "envelopes" bioclimáticos da vegetação do cerrado, tornando difícil prognosticar a capacidade de resistência da biota local. Estudos feitos para outras regiões, por exemplo, no sul da África, mostraram extinções globais significativas de espécies como resultado de mudanças climáticas.

De maneira semelhante, a redução da área de ambiente nativo do Cerrado aumenta o risco de extinções, ao reduzir

as populações de espécies a uma fração do seu tamanho anterior e tornando-as mais suscetíveis ao desaparecimento em função de eventos catastróficos. Novamente, este aumento de risco é difícil de estimar quantitativamente. Destaca-se que muitas espécies não são homogeneamente distribuídas pela região, concentrando-se ao contrário em *habitat* restritos como os campos rupestres, ou em pequenas partes do bioma, por exemplo, nas matas do rio Paranã, vale do rio Araguaia, ou na região do Distrito Federal.

A introdução de espécies exóticas e doenças é outro impacto potencialmente irreversível. Gramíneas africanas, trazidas como pastagem para o gado, persistem mesmo após áreas de pasto serem abandonadas, impedindo a regeneração dos cerrados. Espécies arbóreas introduzidas como *Pinus* e *Acacia* também persistem em cerrado. Uma vez estabelecidas, espécies introduzidas podem excluir permanentemente espécies nativas, levando-as à extinção. Suspeita-se que o declínio de espécies como o cachorro-do-mato-vinagre pode estar vinculado à presença de doenças trazidas por animais domésticos.

TRANSIÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Um dos principais proponentes do desenvolvimento sustentável, Gustave Speth, ex-administrador do PNUD e co-fundador do World Resources Institute, propôs um conjunto de oito transições necessárias para que a sociedade global tenha um futuro sustentável no uso dos recursos naturais do planeta (Speth, 2004). São elas:

- Transição demográfica, para uma população global estável ou menor.
- Transição social, para eliminação da pobreza em massa e desigualdade.
- Transição tecnológica, com a promoção de tecnologias limpas e de baixo impacto ambiental.
- Transição econômica, para que os preços de bens e serviços reflitam os reais custos ambientais.
- Transição para o consumo sustentável.
- Transição em conhecimento e aprendizagem, provendo a base científica para tomada de decisões e a difusão deste conhecimento.
- Transições institucionais, que promovam a mudança na gestão internacional de recursos do ambiente e promovam iniciativas locais de base na gestão ambiental.
- Transição em cultura e conscientização, para incorporar nos valores individuais a conservação do meio ambiente.

Muitas destas transições estão em curso no momento. Entretanto, os processos de declínio da biodiversidade continuam acelerados (Wilson *et al.* 2004). Espera-se que o desenvolvimento sustentável chegue a tempo de salvar as espécies que dividem o planeta conosco.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Vivemos hoje um momento de decisão, pois o processo de desaparecimento do Cerrado é muito bem documentado, e existem métodos bem estabelecidos para realizar a conservação do bioma. Precisamos implementar com a rapidez necessária e o apoio da sociedade a proteção efetiva do Cerrado para que o patrimônio natural possa continuar a beneficiar a humanidade e manter a vida na terra para as gerações futuras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ayres, J. M., Fonseca, G. A. B., Rylands, A. B., Queiroz, H. L., Pinto, L. P. de S., Masterson, D. e Cavalcanti, R. 1997. *Abordagens inovadoras para conservação da biodiversidade do Brasil:* Os corredores ecológicos das florestas neotropicais do Brasil - Versão 3.0. Programa Piloto para a Proteção das Florestas Neotropicais, Projeto Parques e Reservas. Ministério do Meio Ambiente, Recursos Hídricos e da Amazônia Legal (MMA), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recusos Naturais Renováveis (Ibama), Brasília.

BRASIL. 1999. *Ações prioritárias para conservação da biodiversidade do Cerrado e Pantanal.* Brasília: Ministério do Meio Ambiente, FUNATURA, Conservation International, Fundação Biodiversitas, Universidade de Brasília.

Gleick, P. H., editor. 1993. *Water in crisis*. Oxford University Press, New York, New York, USA. (apud Rockström *et a*l 1999)

Peres, C. A., C. Baider, P. A. Zuidema, L. H. O. Wadt, K. A. Kainer, D. A. P. Gomes-Silva, R. P. Salomão, L. L. Simões, E. R. N. Francioni, F. C. Valverde, R. Gribel, G. H. Shepard Jr., M. Kanashiro, P. Coventry, D. W. Yu, A. R. Watkinson, R. P. Freckleton. 2003. Demographic threats to the sustainability of Brazil nut exploitation. *Science* 302(5653):2112-2114.

Rockström, J., L. Gordon, C. Folke, M. Falkenmark, and M. Engwall. 1999. Linkages among water vapor flows, food production, and terrestrial ecosystem services. *Conservation Ecology* 3(2):5. [online]URL: http://www.consecol.org/vol3/iss2/art5/

Thomas, C. D., A. Cameron, R.E. Green, M. Bakkenes, L. J. Beaumont,Y.C. Collingham,B. F. N. Erasmus, M.F. De Siqueira, A. Grainger,L. Hannah, L. Hughes, B. Huntley, A. S. van Jaarsveld, G. F. Midgley, L. Miles, M. A. Ortega-Huerta, A. T. Peterson, O. L. Philips, S. E. Williams. 2004. Extinction risk from climate change. *Nature* 427:145-148.

Speth, J. G. 2004. *Red sky at morning* – America and the crisis of the global environment. Yale University Press, New Haven and London, xv + 299 pp.

Wheeler, Q., P. H. Raven, E. O. Wilson. 2004. Taxonomy: impediment or expedient? *Science* 303:285