
A conservação do Cerrado brasileiro

CARLOS A. KLINK^{1*}

RICARDO B. MACHADO²

¹ Departamento de Ecologia. Instituto de Biologia. Universidade de Brasília (UnB). Caixa Postal 04457. Brasília, 70910-900, DF, Brasil.

² Conservação Internacional e Núcleo de Referência em Ciências Ambientais do Trópico Ecotonal do Nordeste (TROPEN). SAUS Quadra 3, Lote C. Edifício Business Point, sala 722. Brasília 70070-934, DF, Brasil.

* e-mail: klink@unb.br

RESUMO

O Cerrado é um dos 'hotspots' para a conservação da biodiversidade mundial. Nos últimos 35 anos mais da metade dos seus 2 milhões de km² originais foram cultivados com pastagens plantadas e culturas anuais. O Cerrado possui a mais rica flora dentre as savanas do mundo (>7.000 espécies), com alto nível de endemismo. A riqueza de espécies de aves, peixes, répteis, anfíbios e insetos é igualmente grande, embora a riqueza de mamíferos seja relativamente pequena. As taxas de desmatamento no Cerrado têm sido historicamente superiores às da floresta Amazônica e o esforço de conservação do bioma é muito inferior ao da Amazônia: apenas 2,2% da área do Cerrado se encontra legalmente protegida. Diversas espécies animais e vegetais estão ameaçadas de extinção e estima-se que 20% das espécies ameaçadas ou endêmicas não ocorram nas áreas legalmente protegidas. As principais ameaças à biodiversidade do Cerrado são a erosão dos solos, a degradação dos diversos tipos de vegetação presentes no bioma e a invasão biológica causada por gramíneas de origem africana. O uso do fogo para a abertura de áreas virgens e para estimular o rebrotamento das pastagens também é prejudicial, embora o Cerrado seja um ecossistema adaptado ao fogo. Estudos experimentais na escala ecossistêmica e modelos de simulação ecológica demonstraram que mudanças na cobertura vegetal alteram a hidrologia e afetam a dinâmica e os estoques de carbono no ecossistema. A agricultura no Cerrado é lucrativa e sua expansão deve continuar em ritmo acelerado. A demanda por melhorias da infra-estrutura para baratear os custos de transporte da safra agrícola, deverá impactar tanto o Cerrado quanto a floresta Amazônica. Devido à grande extensão das modificações ambientais já ocorridas e à ameaça às numerosas espécies renovou-se o interesse dos governos, das ONGs, da academia e mesmo do setor privado na busca da conservação do Cerrado, particularmente por meio do fortalecimento e ampliação do sistema de áreas protegidas e da criação de parcerias com o setor produtivo.

ABSTRACT

The Cerrado is one of the world's biodiversity hotspots. In the last 35 years, more than 50% of its approximately 2 million km² has been transformed into pasture and agricultural lands planted in cash crops. Cerrado has the richest flora among the world's savannas (>7,000 species) and high levels of endemism. Species richness of birds, fishes, reptiles, amphibians, and insects is equally high, whereas mammal diversity is relatively low. Deforestation rates have been higher in the Cerrado than in the

Amazon rain forest, and conservation efforts have been modest: only 2.2% of its area is under legal protection. Numerous animal and plant species are threatened with extinction, and an estimated 20% of threatened and endemic species do not occur in protected areas. Soil erosion, the degradation of the diverse Cerrado vegetation formations, and the spread of exotic grasses are widespread and major threats. The use of fire for clearing land and to encourage new growth for pasture has also caused damage, even though the Cerrado is a fire-adapted ecosystem. Ecosystem experiments and modeling show that change in land cover is altering the hydrology and affecting carbon stocks and fluxes. Cerrado agriculture is lucrative, and agricultural expansion is expected to continue, requiring improvements in and the extension of the transportation infrastructure, which will affect not only the Cerrado but also the Amazon forest. Large-scale landscape modification and threats to numerous species have led to renewed interest from various sectors in promoting the conservation of the Cerrado, particularly through strengthening and enlarging the system of protected areas and improving farming practices and thus the livelihoods of local communities.

O CERRADO BRASILEIRO

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro, sendo superado em área apenas pela Amazônia. Ocupa 21% do território nacional e é considerado a última fronteira agrícola do planeta (Borlaug, 2002). O termo Cerrado é comumente utilizado para designar o conjunto de ecossistemas (savanas, matas, campos e matas de galeria) que ocorrem no Brasil Central (Eiten, 1977; Ribeiro *et al.*, 1981). O clima dessa região é estacional, onde um período chuvoso, que dura de outubro a março, é seguido por um período seco, de abril a setembro. A precipitação média anual é de 1.500mm e as temperaturas são geralmente amenas ao longo do ano, entre 22°C e 27°C em média. Os remanescentes de Cerrado que existem nos dias de hoje desenvolveram-se sobre solos muito antigos, intemperizados, ácidos, depauperados de nutrientes, mas que possuem concentrações elevadas de alumínio (muitos arbustos e árvores nativos do Cerrado acumulam o alumínio em suas folhas – Haridasan, 1982). Para torná-los produtivos para fins agrícolas, aplicam-se fertilizantes e calcário aos solos do Cerrado. A pobreza dos solos, portanto, não se constituiu em obstáculo para a ocupação de grandes extensões de terra pela agricultura moderna, especialmente a cultura da soja, um dos principais itens da pauta de exportações do Brasil, e as pastagens plantadas.

Cerca de metade dos 2 milhões de km² originais do Cerrado foram transformados em pastagens plantadas, culturas anuais e outros tipos de uso (Tabela 1). As pastagens plantadas com gramíneas de origem africana cobrem atualmente uma área de 500.000km², ou seja, o equivalente à área da Espanha. Monoculturas são cul-

tivadas em outros 100.000km², principalmente a soja. A área total para conservação é de cerca de 33.000km², claramente insuficiente quando comparada com os principais usos da terra no Cerrado.

A destruição dos ecossistemas que constituem o Cerrado continua de forma acelerada. Um estudo recente, que utilizou imagens do satélite MODIS do ano de 2002, concluiu que 55% do Cerrado já foram desmatados ou transformados pela ação humana (Machado *et al.*, 2004a), o que equivale a uma área de 880.000km², ou seja quase três vezes a área desmatada na Amazônia brasileira. As taxas anuais de desmatamento também são mais elevadas no Cerrado: entre os anos de 1970 e 1975, o desmatamento médio no Cerrado foi de 40.000km² por ano – 1,8 vezes a taxa de desmatamento da Amazônia durante o período 1978–1988 (Klink & Moreira, 2002). As taxas atuais de desmatamento variam entre 22.000 e 30.000km² por ano (Machado *et al.*, 2004a), superiores àquelas da Amazônia. Estas diferenças se devem em parte ao modo que o Código Florestal trata os diferentes biomas brasileiros: enquanto é exigido que apenas 20% da área dos estabelecimentos agrícolas sejam preservadas como reserva legal no Cerrado, nas áreas de floresta tropical na Amazônia esse percentual sobe para 80%.

As transformações ocorridas no Cerrado também trouxeram grandes danos ambientais – fragmentação de habitats, extinção da biodiversidade, invasão de espécies exóticas, erosão dos solos, poluição de aquíferos, degradação de ecossistemas, alterações nos regimes de queimadas, desequilíbrios no ciclo do carbono e possivelmente modificações climáticas regionais. Embora o Cerrado seja um ecossistema adaptado ao fogo, as queimadas utilizadas para estimular a rebrota das pastagens

e para abrir novas áreas agrícolas causam perda de nutrientes, compactação e erosão dos solos, um problema grave que atinge enormes áreas, especialmente nas regiões montanhosas do leste goiano e oeste mineiro. A eliminação total pelo fogo pode também causar degradação da biota nativa pois, devido ao acúmulo de material combustível (biomassa vegetal seca) e à baixa umidade da época seca, uma eventual queimada nessas condições tende a gerar temperaturas extremamente altas que são prejudiciais à flora e à fauna do solo (Klink & Moreira, 2002).

RIQUEZA DE ESPÉCIES

A biodiversidade do Cerrado é elevada, porém geralmente menosprezada. O número de plantas vasculares é superior àquele encontrado na maioria das regiões do mundo: plantas herbáceas, arbustivas, arbóreas e cipós somam mais de 7.000 espécies (Mendonça *et al.*, 1998). Quarenta e quatro por cento da flora é endêmica

(Tabela 2) e, nesse sentido, o Cerrado é a mais diversificada savana tropical do mundo. Existe uma grande diversidade de habitats e alternância de espécies. Por exemplo, um inventário florístico revelou que das 914 espécies de árvores e arbustos registradas em 315 localidades de Cerrado, somente 300 espécies ocorrem em mais do que oito localidades, e 614 espécies foram encontradas em apenas uma localidade (Ratter *et al.*, 2003).

Embora a mais recente revisão da fauna de mamíferos aponte um número de espécies maior do que as compilações anteriores – cerca de 199 espécies para o bioma (Aguiar 2000, Marinho-Filho *et al.*, 2002), a riqueza do grupo ainda é relativamente pequena. Os mamíferos estão principalmente associados ou restritos aos fragmentos florestais ou matas de galeria (Redford & Fonseca, 1986). A avifauna é rica (> 830 espécies), mas o nível de endemismo é baixo (3,4%). Os números de peixes, répteis e anfíbios são elevados. Apesar do número de peixes endêmicos não ser conhecido, a diversidade de formas endêmicas da herpetofauna é numericamente muito superior à das aves (Tabela 2). Os

TABELA 1 – Principais usos da terra no Cerrado^a.

USO DA TERRA	ÁREA (ha)	% ÁREA CENTRAL DO BIOMA
Áreas nativas ^b	70.581.162	44,53
Pastagens plantadas	65.874.145	41,56
Agricultura	17.984.719	11,35
Florestas plantadas	116.760	0,07
Áreas urbanas	3.006.830	1,90
Outros	930.304	0,59
Total	158.493.921	

^a Categorias classificadas de acordo com o tipo de cobertura do solo (Machado *et al.*, 2004a).

^b Estimativas sem aferição em campo e incluindo áreas nativas em qualquer estado de conservação.

TABELA 2 – Número de espécies de vertebrados e plantas que ocorrem no Cerrado, porcentagem de endemismos do bioma e proporção da riqueza de espécies do bioma em relação à riqueza de espécies no Brasil.*

	NÚMERO DE ESPÉCIES	% ENDEMISMOS DO CERRADO	% ESPÉCIES EM RELAÇÃO AO BRASIL
Plantas	7.000	44	12
Mamíferos	199	9,5	37
Aves	837	3,4	49
Répteis	180	17	50
Anfíbios	150	28	20
Peixes	1.200	?	40

* Fontes: Fonseca *et al.* (1996); Fundação Pro-Natureza *et al.* (1999); Aguiar (2000); Colli *et al.* (2002); Marinho-Filho *et al.* (2002); Oliveira & Marquis (2002); Aguiar *et al.* (2004).

TABELA 3 – Cobertura de áreas protegidas nos principais biomas brasileiros – unidades de conservação de proteção integral, de uso sustentável e terras indígenas.

BIOMA	ÁREA (km ²)	UNIDADES DE PROTEÇÃO INTEGRAL ^{a,b}	UNIDADES DE USO SUSTENTÁVEL ^{a,b}	TERRAS INDÍGENAS ^a
Cerrado	2.116.000	2,2	1,9	4,1
Floresta Amazônica (incluindo ecótonos)	4.239.000	5,7	7,7	17,7
Mata Atlântica	1.076.000	1,9	0,11	0,15
Pantanal	142.500	1,1	0	2,4
Caatinga	736.800	0,8	0,11	0,15
Brasil	8.534.000	3,5	3,4	8,8

^a Valores apresentados em porcentagens da área original do bioma (Cavalcanti & Joly, 2002; Arruda, 2003; Rylands et al., 2005)

^b Unidades de conservação estaduais e federais combinadas.

invertebrados são muito pouco conhecidos, mas estimativas sugerem uma riqueza em torno de 90.000 espécies (Dias, 1992); outras indicam a presença de 13% das borboletas, 35% das abelhas e 23% dos cupins da região Neotropical (Cavalcanti & Joly, 2002). A despeito dessa elevada biodiversidade, a atenção reservada para sua conservação tem sido muito menor que aquela dispensada à Amazônia ou à Mata Atlântica. Somente 2,2% do bioma estão legalmente protegidos (Tabela 3) e existem estimativas indicando que pelo menos 20% das espécies endêmicas e ameaçadas permanecem fora dos parques e reservas existentes (Machado *et al.*, 2004b).

O Cerrado é um dos *hotspots* mundiais de biodiversidade (Myers *et al.*, 2000; Silva & Bates, 2002). Pelo menos 137 espécies de animais que ocorrem no Cerrado estão ameaçadas de extinção (Fundação Biodiversitas, 2003; Hilton-Taylor, 2004) em função da grande expansão da agricultura e intensa exploração local de produtos nativos. No Distrito Federal (Brasília), por exemplo, o sustento de centenas de pessoas carentes depende do comércio de plantas nativas ornamentais – uma das espécies exploradas já está extinta e outras 30 estão ameaçadas (L. Marsicano, dados não publicados).

A perda de habitat está causando o desaparecimento de variedades selvagens de cultivares. Por exemplo, o Cerrado é o centro de diversidade da mandioca (*Manihot* sp.), a maior fonte de alimento para mais de 600 milhões de pessoas nos trópicos (Olsen & Schaal, 1999). Espécies selvagens de *Manihot* retêm variedades genéticas vitais para a seleção de, por exemplo, substâncias protéicas ou tolerância à estiagem. De um total de 41 localidades identificadas e amostradas no final dos anos 70 como centros de diversidade de *Manihot*, somente uma permanece hoje em dia (Nassar, 2004).

PRINCIPAIS AMEAÇAS À BIODIVERSIDADE

A degradação do solo e dos ecossistemas nativos e a dispersão de espécies exóticas são as maiores e mais amplas ameaças à biodiversidade. A partir de um manejo deficiente do solo, a erosão pode ser alta: em plantios convencionais de soja, a perda da camada superficial do solo é, em média, de 25ton/ha/ano, embora práticas de conservação, como o plantio direto, possam reduzir a erosão a 3ton/ha/ano (Rodrigues, 2002). Aproximadamente 45.000km² do Cerrado correspondem a áreas abandonadas, onde a erosão pode ser tão elevada quanto a perda de 130ton/ha/ano (Goedert, 1990). Práticas agrícolas no Cerrado incluem o uso extensivo de fertilizantes e calcário (Müller, 2003), os quais poluem córregos e rios. Além disto, o amplo uso de gramíneas africanas para a formação de pastagens é prejudicial à biodiversidade, aos ciclos de queimadas e à capacidade produtiva dos ecossistemas (Berardi, 1994; Barcellos, 1996; Pivello *et al.*, 1999; Klink & Moreira, 2002). Para a formação das pastagens, os cerrados são inicialmente limpos e queimados e, então, semeados com gramíneas africanas, como *Andropogon gayanus* Kunth., *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex. A. Rich) Stapf, *B. decumbens* Stapf, *Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf e *Melinis minutiflora* Beauv. (molassa ou capim-gordura) (Barcellos, 1996). Metade das pastagens plantadas (cerca de 250.000km² - uma área equivalente ao estado de São Paulo) está degradada e sustenta poucas cabeças de gado em virtude da reduzida cobertura de plantas, invasão de espécies não palatáveis e cupinzeiros (Barcellos, 1996; Costa & Rehman, 2005).

As gramíneas africanas invasoras são os maiores agentes de mudanças no Cerrado. Uma das variedades mais utilizadas é o capim-gordura, altamente

impactante para a biodiversidade e para o funcionamento dos ecossistemas (Mack *et al.*, 2000). Embora a substituição pelas gramíneas africanas ocorra em função de sua maior produtividade, tais espécies são amplamente dispersas em áreas perturbadas, faixas laterais de estradas, plantações abandonadas e reservas naturais no Cerrado (Berardi, 1994; Pivello *et al.*, 1999). Essas gramíneas podem alcançar biomassas extremamente elevadas e, quando secas, são altamente inflamáveis, iniciando uma interação gramíneas-fogo capaz de impedir o brotamento da vegetação nativa (Berardi, 1994). Nas áreas onde o capim-gordura se torna abundante, a flora local é consideravelmente depauperada. Incêndios de áreas dominadas pelo capim-gordura são mais quentes, mais prolongados e possuem chamas altas que podem alcançar o dossel das árvores. Essas condições alteram a sucessão na superfície do solo e são mais danosas para a fauna do solo e espécies fossoriais do que queimadas típicas da vegetação do Cerrado.

O fogo é geralmente usado para limpar terrenos. Tansey e colaboradores (2004) estimaram que 67% da área queimada no Brasil em 2000 estavam no Cerrado. Queimadas freqüentes afetam negativamente o estabelecimento de árvores e arbustos (Hoffmann & Moreira, 2002), além de liberar para a atmosfera dióxido de carbono (CO₂) e outros gases causadores do efeito estufa (Krug *et al.*, 2002). Simulações que modelaram a conversão do Cerrado natural em pastagem plantadas mostraram que a precipitação pode ser reduzida em pelo menos 10%, os veranicos podem se tornar mais freqüentes e a temperatura média do ar superficial pode aumentar em 0,5°C (Hoffmann & Jackson, 2000), com grandes implicações para a agricultura. Estudos de campo demonstraram que a habilidade das árvores e arbustos do Cerrado em tamponar, durante a estação seca, a água armazenada no solo pode ser crítica para a manutenção do ciclo hídrico (Oliveira *et al.*, no prelo). Alguns cenários de mudanças climáticas predizem diminuições na distribuição de muitas espécies arbóreas do Cerrado em mais de 50% (Siqueira & Peterson, 2003). Em 1998, 49% da bacia do rio Tocantins tinha sido convertida em áreas de plantio e pastagens, aumentando a descarga do rio em 24% (Costa *et al.*, 2003). Desmatamentos amplos e ilegais das matas de galeria reduzem os suprimentos de água doce para áreas urbanas (Müller, 2003).

A maior parte da biomassa do Cerrado está no subsolo – até 70%, dependendo da vegetação dominante (Castro & Kauffmann, 1998). Ao considerar as extensas alterações na paisagem é igualmente esperado que te-

nam ocorrido alterações no estoque regional de carbono. Pastos plantados podem acumular carbono se forem bem manejados (Davidson *et al.*, 1995; Silva *et al.*, 2004), mas considerando a grande extensão das pastagens degradadas, é possível que esse ambiente já não sirva mais como seqüestrador de carbono atmosférico (Silva *et al.*, 2004). Os fluxos de CO₂ dos pastos plantados para a atmosfera são mais rápidos e sazonalmente mais variáveis do que aqueles do Cerrado nativo (Varella *et al.*, 2004).

INICIATIVAS PARA A CONSERVAÇÃO

As amplas transformações ocorridas nas paisagens do Cerrado e o *status* de ameaça de muitas de suas espécies têm provocado o surgimento de iniciativas de conservação por parte do governo, de organizações não governamentais (ONGs), pesquisadores e do setor privado. Umarede de ONGs (a Rede Cerrado) foi estabelecida para promover localmente a adoção de práticas para o uso sustentável dos recursos naturais (Fundação Pro-Natureza, 2000). Em 2003, a Rede Cerrado encaminhou um documento conceitual ao Ministério do Meio Ambiente (MMA) com recomendações para a adoção de medidas urgentes para a conservação do Cerrado. O MMA conseqüentemente definiu um grupo de trabalho que, em 2004, propôs um programa de conservação denominado 'Programa Cerrado Sustentável', baseado nos resultados e proposições do seminário que definiu as prioridades para a conservação do Cerrado, em 1998 (Fundação Pró-Natureza *et al.*, 1999). A proposta visou também a integração de ações para conservação em regiões onde atividades agropecuárias são especialmente intensas, danosas e amplamente disseminadas.

Governos estaduais, como o de Goiás, estão trabalhando para a criação de áreas protegidas e ampliação e consolidação da rede existente de unidades de conservação, particularmente com o objetivo de se estabelecer corredores ecológicos. A capacitação e assistência técnica a fazendeiros têm sido implementadas simultaneamente. Como um importante passo inicial, Goiás preparou sua própria avaliação do 'estado do meio ambiente'. Com base no plano de trabalho do *Global Environment Outlook* do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, a avaliação identificou impactos sobre a biodiversidade e estabeleceu as ações estaduais, envolvimento da sociedade civil (por exemplo, a Agenda 21 de Goiás), uma base legal e recomendações de prioridades (Galinkin, 2003).

A Conservação Internacional (CI-Brasil), a *The Nature Conservancy* (TNC) e a WWF-Brasil possuem programas especificamente voltados para a conservação do Cerrado. A CI-Brasil está trabalhando com os estados de Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, ONGs locais, universidades e o setor privado para o estabelecimento de corredores de biodiversidade, como os corredores 'Emas-Taquari' e 'Uruçuí-Mirador', que objetivam manter a integridade das áreas protegidas em paisagens alteradas. A CI-Brasil também participa na criação de unidades de conservação estaduais e federais na região do complexo do Jalapão (estado do Tocantins), a maior área contínua de conservação no Cerrado. Desde 1994, a WWF-Brasil trabalha no estabelecimento da Reserva da Biosfera na região do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros e tem projetos-piloto que apoiam comunidades indígenas no desenvolvimento de planos de manejo (em Mato Grosso e Goiás). A instituição atua, ainda, de maneira colaborativa no manejo de ecossistemas aquáticos no Distrito Federal (WWF, 1994). A TNC esteve envolvida na recente ampliação (maio de 2004) – em 147.000ha – do Parque Nacional Grande Sertão Veredas, localizado no noroeste do estado de Minas Gerais, que se estende para o estado da Bahia num total de 231.000 hectares (TNC, 2004). Todas as três ONGs iniciaram a promoção de atividades econômicas alternativas (por exemplo, ecoturismo, uso sustentável de produtos da fauna e da flora, plantas medicinais) para apoiar a sobrevivência de comunidades locais. O Banco Mundial propôs um amplo zoneamento ecológico-econômico (World Bank, 2003) para estimular o apoio de agências nacionais e internacionais para a conservação e o desenvolvimento racional da região.

O programa de pequenos projetos (PPP) que conta com recursos do *Global Environment Facility* (GEF) e apoio do PNUD-Brasil, promove ações de ONGs locais e pequenas comunidades rurais do Cerrado que buscam o uso sustentável dos recursos naturais.

DESAFIOS FUTUROS: COMO CONCILIAR USO DA TERRA COM CONSERVAÇÃO NO CERRADO

A expansão da agricultura e o uso de tecnologias modernas no Cerrado geraram benefícios socioeconômicos inegáveis: aumento da oferta dos produtos agrícolas tanto para uso doméstico como para exportação, ganhos na produtividade da agricultura, diversificação das economias locais e aumento da renda de municípios, e melhorias sociais em várias localidades (Bonelli, 2001). A recente aprovação pelo Congresso Nacional do culti-

vo de culturas geneticamente modificadas, particularmente a soja e o algodão, possivelmente beneficiará a agricultura do Cerrado por intermédio da redução dos custos de produção e estimulará sua expansão na região. A conjunção desses fatores implica que a expansão agrícola no Cerrado seguirá no futuro e certamente trará impactos tanto para o Cerrado quanto para outros ecossistemas, particularmente a floresta Amazônica.

Dentre os aspectos mais importantes está o desenvolvimento da infra-estrutura. A falta de investimentos desde meados dos anos 80 sucateou o sistema de transportes no Cerrado. O governo federal provavelmente investirá em melhorias nesse setor de modo a diminuir os custos de frete dos produtos agrícolas, especialmente a soja, já que os sojicultores do Cerrado têm custos de transportes mais elevados que seus competidores no mercado internacional, particularmente os EUA e a Argentina. Tais melhorias expandirão as conexões existentes entre o Cerrado e a Amazônia (por exemplo a pavimentação da rodovia BR163 que liga Cuiabá ao porto de Santarém no Rio Amazonas), o que causará mais desmatamento na floresta Amazônica (Alencar *et al.*, 2004).

Um dos principais desafios na conservação do Cerrado será demonstrar a importância que a biodiversidade desempenha no funcionamento dos ecossistemas. O conhecimento sobre a biodiversidade e as implicações das alterações no uso da terra sobre o funcionamento dos ecossistemas serão fundamentais para o debate “desenvolvimento *versus* conservação”. No passado, a falta de conhecimento e as incertezas sobre os principais fatores que causavam o desmatamento no Cerrado prejudicaram sua conservação e manejo. Apesar de avanços recentes na pesquisa científica (Oliveira & Marquis, 2002), seu impacto ainda tem sido modesto na tomada de decisões, em parte pela inexistência de uma pesquisa mais orientada para a resolução de problemas, e em parte pela ausência de um programa regional de prioridades em pesquisa (que poderia identificar potenciais beneficiários dos resultados científicos, por exemplo). O conhecimento já obtido não é amplamente disseminado pois a região carece de uma rede e canais de comunicação. A disseminação de melhores práticas deveria ser uma prioridade, como ocorreu com a introdução da prática do plantio direto para a conservação dos solos na agricultura no início dos anos 80. Esta prática disseminou-se rapidamente entre os produtores e hoje prevalece nas principais zonas agrícolas do Cerrado (Müller, 2003; Rodrigues, 2002).

No passado as políticas públicas negligenciaram as implicações do desenvolvimento na conservação do Cerrado, em parte porque a floresta Amazônica foi seu foco principal. Contudo existe hoje uma grande oportunidade para ações que envolvam vários setores da sociedade na busca da conservação e uso sustentável desse bioma. Dada a escala de alteração e degradação já ocorridas, prioridade deveria ser dada à execução de ações que fortaleçam as áreas protegidas já existentes e que criem novas áreas de proteção. O seminário que estabeleceu critérios de prioridades para o estabelecimento de ações de conservação (www.bdt.org.br/bdt/workcerrado), em 1998, apontou 87 áreas para conservação com base no conhecimento biológico existente, como riqueza de espécies e distribuição de espécies endêmicas, raras, ameaçadas ou migratórias. Contudo, apenas recentemente esse conhecimento tem sido colocado em uso (Cavalcanti & Joly, 2002).

O estabelecimento de prioridades deveria considerar também a grande diversidade de habitats e ecossistemas existentes dentro do Cerrado. As políticas para conservação das áreas remanescentes de Cerrado deverão considerar portanto uma análise espacial da região. Por exemplo, foi reportado que a topografia, a proximidade de mercados consumidores, a existência de infra-estrutura e a presença de ONGs determinam o grau e forma de ocupação agrícola do solo do Cerrado (Pufal *et al.*, 2000).

Em conclusão, as recomendações para as políticas públicas devem considerar o conhecimento já existente, tanto sobre espécies e habitats quanto sobre funcionamento de ecossistemas, uma vez que as modificações da paisagem têm implicações sobre o regime de queimadas, a hidrologia, a ciclagem e os estoques de carbono e possivelmente o clima. Igualmente importante é o envolvimento dos vários setores da sociedade, inclusive o setor produtivo. Por exemplo, a criação de instrumentos, como os mecanismos de compensação, atrairia o interesse do setor privado ao mesmo tempo em que beneficiaria a conservação do Cerrado.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Gustavo Fonseca, Anthony Rylands e um revisor anônimo pelas sugestões feitas ao manuscrito. C. A. Klink agradece ao Department of Geography, University of Maryland at College Park (USA) e à CAPES pelo apoio durante licença sabática. Agradecemos também o apoio fornecido pelo Programa LBA/MCT/NASA-Ecology (CD05 & LC16), IAI (CRN 040) e Convênio FINATEC/SQA-MMA/CID-Harvard University.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar, L. M. S. 2000. Comunidades de morcegos do Cerrado no Brasil Central. Page 162. Departamento de Ecologia. Universidade de Brasília, Brasília.
- Aguiar, L.M.S., R.B. Machado & J. Marinho-Filho. 2004. A diversidade biológica do Cerrado. In: L.M.S. Aguiar & A. Camargo (eds.). Ecologia e caracterização do Cerrado. pp. 19-42. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Cerrados), Planaltina, Brasil.
- Alencar, A., D. Nepstad, D. McGrath, P. Moutinho, P. Pacheco, M.C. Vera Diaz & B. Soares Filho. 2004. Desmatamento na Amazônia: indo além da emergência crônica. Instituto de Pesquisas Ambientais da Amazônia (IPAM), Belém, Brasil.
- Arruda, M.B. 2003. Estudo de representatividade ecológica com base na biogeografia de biomas e ecoregiões continentais do Brasil. O caso do bioma Cerrado. Tese de Doutorado, Universidade de Brasília, Brasília.
- Barcellos, A.O. 1996. Sistemas extensivos e semi-intensivos de produção: pecuária bovina de corte nos cerrados. In: R.C. Pereira & L.C.B. Nasser (eds.). Biodiversidade e produção sustentável de alimentos e fibras nos Cerrados. VIII Simpósio sobre o Cerrado. pp. 130-136. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Cerrados), Planaltina, Brasil.
- Berardi, A. 1994. Effects of the African grass *Melinis minutiflora* on plant community composition and fire characteristics of a central Brazilian savanna. Tese de Mestrado. University College London, Londres.
- Bonelli, R. 2001. Impactos econômicos e sociais de longo prazo da expansão agropecuária no Brasil: revolução invisível e inclusão social. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Textos para discussão 838. Rio de Janeiro.
- Borlaug, N.E. 2002. Feeding a world of 10 billion people: the miracle ahead. In: R. Bailey (ed.). Global warming and other eco-myths. pp. 29-60. Competitive Enterprise Institute, Roseville, EUA.
- Castro, E.A. & J.B. Kauffman. 1998. Ecosystem structure in the Brazilian cerrado: a vegetation gradient of aboveground biomass, root mass and consumption by fire. *Journal of Tropical Ecology* 14: 263–284.
- Cavalcanti, R. & C. Joly. 2002. The conservation of the Cerrados. In: P.S. Oliveira & R. J. Marquis (eds.). The Cerrado of Brazil. Ecology and natural history of a neotropical savanna. pp. 351-367. Columbia University Press, New York.
- Colli, G.R., R.P. Bastos & A.B. Araújo. 2002. The character and dynamics of the Cerrado herpetofauna. In: P.S. Oliveira & R.J. Marquis (eds.). The Cerrados of Brazil. Ecology and natural history of a neotropical savanna. pp. 223-241. Columbia University Press, New York.
- Costa, F.P. & T. Rehman. 2005. Unraveling the rationale of overgrazing and stocking rates in the beef production systems of Central Brazil using a bi-criteria compromise programming model. *Agricultural Systems* 85: 277-295.
- Costa, M.H., A. Botta & J. Cardille. 2003. Effects of large-scale changes in land cover on the discharge of the Tocantins River, southeastern Amazonia. *Journal of Hydrology* 283: 206-217.
- Davidson, E.A., D.C. Nepstad, C.A. Klink & S.E. Trumbore. 1995. Pasture soils as carbon sink. *Nature* 376: 472-473.

- Dias, B.F.S. 1992. Alternativas de desenvolvimento dos Cerrados: manejo e conservação dos recursos naturais renováveis. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), Fundação Pró-Natureza (Funatura), Brasília.
- Eiten, G. 1977. Delimitação do conceito de Cerrado. *Arquivos do Jardim Botânico, Rio de Janeiro* 21: 125-134.
- Fonseca, G. A. B., G. Herrmann, Y. Leite, R. A. Mittermeier, A. B. Rylands, and J. L. Patton 1996. Lista anotada dos mamíferos do Brasil. Conservation International, Belo Horizonte, Brasil.
- Fundação Biodiversitas. 2003. Lista da fauna brasileira ameaçada de extinção. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte, Brasil. Disponível em <http://www.biodiversitas.org.br/> (acessado em 17 de janeiro de 2005).
- Fundação Pro-Natureza. 2000. Fundação Pro-Natureza (FUNATURA), Brasília. Disponível em http://www.funatura.org.br/htm/projetos/atuais/rede_cerrado.htm (acessado em janeiro de 2005).
- Fundação Pró-Natureza, Conservation International do Brasil, Fundação Biodiversitas & Universidade de Brasília. 1999. Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade do Cerrado e Pantanal. Secretaria de Biodiversidade e Florestas (SBF), Ministério do Meio Ambiente (MMA), Brasília.
- Galinkin, M. (ed.). 2003. Estado ambiental de Goiás: Geo-Goiás 2002. Agência Ambiental de Goiás, Fundação Centro Brasileiro de Referência e Apoio Cultural (CEBRAC), United Nations Environment Programme (UNEP) e Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH) do Distrito Federal, Brasília.
- Goedert, W. 1990. Estratégias de manejo das savanas. In: G. Sarmiento (ed.). *Las sabanas americanas: aspectos de su biogeografía, ecología y utilización*. pp. 191-218. Acta Científica Venezolana.
- Haridasan, M. 1982. Aluminum accumulation by some Cerrado native species in Central Brazil. *Plant and Soil* 65: 265-273.
- Hilton-Taylor, C. 2004. 2004 IUCN red list of threatened species. Species Survival Commission (SSC), IUCN – The World Conservation Union, Cambridge, Reino Unido e Gland, Suíça. Disponível em <http://www.redlist.org> (acessado em 13 de janeiro de 2005).
- Hoffmann, W.A. & R.B. Jackson. 2000. Vegetation-climate feedbacks in the conversion of tropical savanna to grassland. *Journal of Climate* 13: 1593-1602.
- Hoffmann, W.A. & A.G. Moreira. 2002. The role of fire in population dynamics of woody plants. In: P.S. Oliveira & R.J. Marquis (eds.). *The Cerrado of Brazil. Ecology and natural history of a neotropical savanna*. pp. 159-177. Columbia University Press, Nova York.
- Klink, C.A. & A.G. Moreira. 2002. Past and current human occupation and land-use. In: P.S. Oliveira & R.J. Marquis (eds.). *The Cerrado of Brazil. Ecology and natural history of a neotropical savanna*. pp. 69-88. Columbia University Press, New York.
- Krug, T., H. Figueiredo, E. Sano, C. Almeida, J. Santos, H.S. Miranda, N. Sato & S. Andrade. 2002. Emissões de gases de efeito estufa da queima de biomassa no Cerrado não-antrópico utilizando dados orbitais. Primeiro inventário brasileiro de emissões antrópicas de gases de efeito estufa – relatórios de referência. Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT), Brasília.
- Machado, R.B., M.B. Ramos Neto, P. Pereira, E. Caldas, D. Gonçalves, N. Santos, K. Tabor & M. Steininger. 2004a. Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. Conservation International do Brasil, Brasília.
- Machado, R.B., M.B. Ramos Neto, M.B. Harris, R. Lourival & L.M.S. Aguiar. 2004b. Análise de lacunas de proteção da biodiversidade no Cerrado. In: Anais IV Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação. pp. 29-38. Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, Curitiba, Brasil.
- Mack, R.N., D. Simberloff, W.M. Lonsdale, H. Evans., M. Clout & F.A. Bazzaz. 2000. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecological Applications* 10: 689-710.
- Marinho-Filho, J., F.H.G. Rodrigues & K.M. Juarez. 2002. The Cerrado mammals: diversity, ecology, and natural history. In: P.S. Oliveira & R.J. Marquis (eds.). *The Cerrados of Brazil: Ecology and natural history of a neotropical savanna*. pp. 266-284. Columbia University Press, New York.
- Mendonça, R., J. Felfili, B. Walter, J.C. Silva Jr., A. Rezende, T. Filgueiras & P. Nogueira. 1998. Flora vascular do Cerrado. In: S. Sano & S. Almeida (eds.). *Cerrado. Ambiente e flora*. pp. 288-556. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa - Cerrados, Planaltina, Brasil.
- Müller, C. 2003. Expansion and modernization of agriculture in the Cerrado – the case of soybeans in Brazil's center-West. Department of Economics Working Paper 306, Universidade de Brasília, Brasília.
- Myers, N., R.A. Mittermeier, C.G. Mittermeier, G.A.B. da Fonseca & J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853-858.
- Nassar, N.M.A. 2004. Keeping options alive and threat of extinction. A survey of wild cassava survival in its natural habitat. Available from www.geneconserve.pro.br/artigo_2.htm (acessado em 13 de janeiro de 2005).
- Oliveira, R.S., L. Bezerra, F. Pinto, C.A. Klink, D.C. Nepstad, E.A. Davidson & A.G. Moreira. No prelo. Deep root function in soil water dynamics in Cerrado savannas of central Brazil. *Functional Ecology*.
- Oliveira, P.S. & R.J. Marquis (eds.). 2002. *The Cerrados of Brazil. Ecology and natural history of a neotropical savanna*. Columbia University Press, New York.
- Olsen, K. & B.A. Schaal. 1999. Evidence on the origin of cassava: phylogeography of *Manihot esculenta*. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 96: 5586-5591.
- Pivello, V., V. Carvalho, P. Lopes, A. Peccinini & S. Rosso. 1999. Abundance and distribution of native and alien grasses in a Cerrado (Brazilian savanna) biological reserve. *Biotropica* 31: 72-82.
- Pufal, D.V.L., R. Buschbacher & M.A. Garcia. 2000. Brazil: Cerrado. In: A. Wood, P. Stedman-Edwards & J. Mang (eds.). *The root causes of biodiversity loss*. pp. 95-125 World Wildlife Fund (WWF) e Earthscan Publications Ltd., Sterling, EUA.
- Ratter, J., 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. *Edinburgh Journal of Botany* 60: 57-109.

- Redford, K.H. & G.A.B. da 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., S.M. Sano e J.A. da Silva. 1981. Chave preliminar de identificação dos tipos fisionômicos da vegetação do Cerrado. pp. 124-133 In: *Anais do XXXII Congresso Nacional de Botânica*. Sociedade Botânica do Brasil, Teresina, Brasil.
- Rodrigues, W. 2002. Tecnologias agrícolas sustentáveis no Cerrado. *Coleção Centro-Oeste de Estudos e Pesquisas*. 13. Ministério da Integração Nacional & Universidade Estadual de Goiás, Brasília.
- Rylands, A.B., M.T. da Fonseca, R.B. Machado & R.B. Cavalcanti. 2005. Brazil. In: M. Spalding, S. Chape & M. Jenkins (eds.). *The state of the world's protected areas*. United Nations Environment Programme (UNEP), World Conservation Monitoring Centre (WCMC), Cambridge, Reino Unido.
- Silva, J.M.C. da & J.M. Bates. 2002. Biogeographic patterns and conservation in the South American Cerrado: a tropical savanna hotspot. *BioScience* 52: 225-233.
- Silva, J., D. Resck, E. Corazza & L. Vivaldi. 2004. Carbon storage in clayey oxisol cultivated pastures in Cerrado region, Brazil. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 103: 357-363.
- Siqueira, M.F. & A.T. Peterson. 2003. Consequences of global climate change for geographic distributions of Cerrado tree species. *Biota Neotropica*, 3. Disponível em www.biotaneotropica.org.br/v3n2/pt/abstract?article+BN00803022003 (acessado em 14 de janeiro de 2005).
- Tansey, K., J.M. Grégoire, D. Stroppiana, A. Sousa, J. Silva, J.M.C. Pereira, L. Boschetti, M. Maggi, P.A. Brivio, R. Fraser, S. Flasse, D. Ershov, E. Binaghi, D. Graetz & P. Peduzzi. 2004. Vegetation burning in the year 2000: global burned area estimates from SPOT VEGETATION data. *Journal of Geophysical Research* 109, D14S03, doi:10.1029/2003JD003589.
- TNC (The Nature Conservancy). 2004. Cerrado. TNC, Brasília. Disponível em <http://nature.org/wherewework/southamerica/brazil/work/art8377.html> (acessado em janeiro de 2005).
- Varella, R.F., M. Bustamante, A. Pinto, K. Kisselle, R. Santos, R. Burke, R. Zepp & L. Viana. 2004. Soil fluxes of CO₂, CO, NO, and N₂O from an old pasture and from native savanna in Brazil. *Ecological Applications* 14(supplement): S221-S231.
- World Bank. 2003. Brazil: equitable, competitive, and sustainable. *Contributions for Debate*. The World Bank, Washington, D.C.
- WWF (World Wide Fund for Nature). 1994. WWF, Brasília. Disponível em <http://www.wwf.org/projetos/projeto.asp?lista=bioma&item=10&item=17> (acessado em janeiro de 2005).