



Capítulo 1

O Conceito de Savana e de seu Componente Cerrado

*Bruno Machado Teles Walter
Arminda Moreira de Carvalho
José Felipe Ribeiro*

Introdução¹

Entre os principais biomas ou domínios fitogeográficos mundiais, a savana pode ser considerada a mais polêmica, em virtude do altíssimo número de definições, baseadas em conceitos diferenciados. A diversidade de tratamento e interpretação fez que a literatura mundial sobre o tema se tornasse extremamente vasta. O termo é aplicado em todos os continentes e em diferentes latitudes do globo terrestre, com abordagens que focalizam critérios variados. Como os autores nem sempre comentam o conceito por eles usado e sua amplitude, isso causa confusões. Dependendo do conceito adotado, percebe-se a grande diversidade no tratamento dos fatores que influenciariam a caracterização de uma savana, variando as propostas sobre sua distribuição no planeta e variando também o grau de influência humana sobre essa paisagem.

Uma importante contribuição para o conhecimento e o entendimento das savanas mundiais, que compilou as informações disponíveis até o início da década de 1980, encontra-se no volume editado por Bourlière (1983), que trata das savanas tropicais e subtropicais. Dele participaram 28 autoridades, que abordaram as características das savanas em todos os continentes, desde aspectos físicos do ambiente, vegetação e fauna, até a dinâmica de mudanças e impactos antrópicos. Em uma proposta similar, um ano antes, Huntley e Walker (1982) editaram um livro sobre as savanas tropicais, que contou com a colaboração de 42 especialistas. A discussão sobre as savanas brasileiras coube a Eiten (1982), que as agrupou em categorias climático-geográficas. Propostas similares também foram publicadas posteriormente, podendo ser destacado: o livro de Cole (1986), que enfocou aspectos biogeográficos e geobotânicos; a edição de Furley et al. (1992), que, por meio da contribuição de 49 especialistas, analisou o contato savana-floresta; o livro de Mistry (2000), que, em dez capítulos, analisou aspectos ecológicos e humanos das principais savanas mundiais; e a contribuição de Oliveira e Marquis (2002), que tratou especificamente do

Cerrado, contando com a participação de 35 especialistas, a maioria deles brasileiros.

A discussão conceitual sobre o termo savana não possui meio interesse acadêmico, pois tem implicações nas práticas de conservação da vegetação pelos continentes. Diferentes autores, em distintas partes do mundo, imputam significados diferenciados ao termo, obscurecendo a noção precisa do tipo de vegetação tratado, o que torna quase impossível qualquer comparação direta (Richards, 1976, 1996; Menaut, 1983; Eiten, 1986) e a formulação de políticas globais de conservação. Bourlière e Hadley (1983) analisaram essa questão e concluíram que o termo savana, por ser interpretado de maneira tão diversa, não poderia ser usado satisfatoriamente em um senso preciso de classificação. Apesar disso, defenderam a utilidade do mesmo, que agrupa diferentes tipos de vegetação que apresentam características estruturais e funcionais comuns. Sob vários aspectos, as savanas tropicais são muito mais similares a muitos ecossistemas da zona temperada do que à floresta tropical com a qual faz contato (Bourlière e Hadley, 1983).

Em um artigo que não pretendeu resolver as confusões semânticas sobre o termo savana, mas chamar a atenção para o problema, Eiten (1986) indicou dois grandes grupos em que as acepções do termo se encaixariam: como uma fisionomia de vegetação, aplicável a qualquer parte do mundo, ou como um tipo de vegetação em grande escala nos trópicos e subtropicais. Analisando pormenorizadamente essas diferenças e reconhecendo que os autores que adotam um sentido não iriam mudar para o outro, Eiten (1986) alertou para a necessidade de os autores esclarecerem o sentido que utilizam. Fez isso ao concluir que a possibilidade de um termo totalmente novo para substituir um dos sentidos teria poucas chances de ser aceito.

Este capítulo faz uma análise dessas questões, enfocando a evolução do conceito e sua história, as definições correntes, a distribuição geral das savanas pelo mundo, os principais fatores que as condicionam, encerrando com breve discussão sobre o Cerrado e a pertinência de tratá-lo como savana.

¹ Revisores técnicos: Semíramis P. de Almeida e Sueli M. Sano.

Histórico sobre o termo, seus conceitos e definições

O termo savana é uma palavra de origem ameríndia, para o qual são registradas numerosas definições (Richards, 1976, 1996; Bourlière e Hadley, 1983; Cole, 1986; Eiten, 1986; Collinson, 1988; Veloso, 1992, Mistry, 2000; Marchiori, 2004). Na língua espanhola é escrito como *sabana* (ou *sabána*²), em inglês, *savanna(h)*, e, em francês, *savane*. *Sabana* é uma palavra derivada de um termo caribenho antigo (*habana*, que derivou, na forma hispânica, para *sabana*³), cuja etimologia ainda é objeto de controvérsia (Bourlière e Hadley, 1983; Marchiori, 2004). Segundo vários autores, deve-se a Gonzalo Fernández de Oviedo y Valdés (1478-1557), um cronista espanhol que publicou seus relatos de viagens ao Novo Mundo no *Sumario de la Natural Historia de las Indias*, em 1526, e, posteriormente, na *Historia General y Natural de las Indias*, em 1535, onde aparece a

primeira citação do termo sabana. Fernández Oviedo (ou Oviedo y Valdés⁴) usou o termo para designar “terra que está sem árvores, mas com muita erva alta e baixa”⁵. Depois disso, até meados do século 19, o termo continuou a ser aplicado às vegetações caribenhas e sul-americanas, com associação natural aos Llanos do Norte da América do Sul. Embora, atualmente (no Brasil), o público leigo associe savana a um domínio vegetacional do continente africano (e não do continente sul-americano), onde vivem os grandes mamíferos do planeta (Fig. 1), foi somente muito tempo depois de sua origem histórica que o termo foi aplicado àquele continente e a outras partes do globo.

Até o século 19, vários naturalistas, entre os quais Alexander von Humboldt (1769–1859), utilizaram o termo savana em um sentido comum de campo ou estepe, para designar tipos de vegetação desprovidos de árvores. Contudo, aludindo aos Llanos venezuelanos, o próprio Humboldt referiu-se às grandes planícies sem árvores (*treeless plains*)



Foto: Carlos A. Klink

Fig. 1. Trecho de savana africana mostrando vegetação aberta, em primeiro plano, vegetação mais fechada com árvores, ao fundo, e a presença de uma girafa, espécie típica da famosa fauna de grandes mamíferos do continente.

² *Sabana* ou *sabána* diferencia-se de *sábana*, que em espanhol significa “lençol” (Marchiori, 2004, p.33).

³ Atribuído originalmente aos campos do Caribe e à região norte da América do Sul, segundo Marchiori (2004, p. 33-34), o nome “provém do taino, pertencente ao grupo lingüístico aruaque, cujas manifestações se estendem desde a Flórida até o Paraguai, e do litoral peruano à embocadura do Amazonas”.

⁴ Veloso (1992, p. 26) escreveu que “o termo ‘savana’ é procedente da Venezuela, tendo sido empregado pela primeira vez por Oviedo e Valdez (1851)”. Essa informação traz um erro de data e na grafia do nome do cronista, sugerindo que seriam duas pessoas. Além do mais, erroneamente, Tansley (1935) foi citado como a fonte dessa informação, embora, nesse trabalho, nada seja mencionado a esse respeito.

⁵ “... se dice a la tierra que está sin arboledas, pero con mucha y alta hierba, o baja” (Marchiori, 2004, p. 35). Alguns autores já traduziram como “grama” o termo *hierba*. Marchiori (2004) ainda registrou outra passagem em que o termo *sabana* foi usado: “Llaman sabana los indios, como en otro lugar lo tengo dicho, las vegas e cerros e costas de riberas, si no tienen árboles, e a todo terreno que está sin ellos, com hierba o sin ella”.

mencionando a presença de palmeiras arbóreas (*Mauritia*)⁶ (Bourlière e Hadley, 1983). Mais tarde, Schimper (1898⁷), comentando aquelas observações de Humboldt, revelou que ele e outros viajantes que visitaram as regiões percorridas por Humboldt não observaram os vastos campos descritos pelo grande fitogeógrafo. Verificaram, sim, uma vegetação de arvoredos (parque) que, embora aberta, continha elementos arbóreos. A partir daí, o termo técnico savana amplia-se para abarcar conceitualmente arbustos e árvores.

Grisebach (1872) parece ter sido o primeiro botânico a usar o termo com o significado mais difundido até o presente, mencionando que “savanas diferem das estepes temperadas pela presença de vegetação arborescente” (Bourlière e Hadley, 1983). Autores clássicos posteriores, como Drude (1890) e Schimper (1898), apoiaram esse ponto de vista, mas deram, cada um deles, uma interpretação distinta.

Schimper (1898, p. 162) definiu savana como um tipo de vegetação subordinado à sua formação⁸ climática campo (*grassland*). Para esse autor, seriam três as principais (“chefe” – *chief types*) formações climáticas. À primeira delas, chamou de “arvoredo” (*woodland*⁹), que são locais constituídos essencialmente de plantas arbóreas. A essa se seguiriam o campo (*grassland*), dominado essencialmente por gramíneas perenes, e o deserto – local cujas condições climáticas são hostis a todo tipo de vegetação. Subordinados ao campo, Schimper (1898) incluiu o prado (ou pradaria – *meadow*), que designaria os campos higrófilos ou

tropófilos¹⁰; a estepe (*steppe*), quando estes fossem xerófilos; e a savana (*savanna*), que designaria campos xerófilos com árvores isoladas.

A partir de interpretações como essa, várias tentativas de definir com exatidão o termo savana foram apresentadas. Porém, como o termo passou a ser aplicado em várias partes do planeta (Fig. 2), acepções diferentes foram incorporadas à literatura, com significados até mesmo conflitantes em decorrência de particularidades de cada região. Para Richards (1976), seria muito difícil, talvez quase “impossível dar [-lhe] uma conotação científica precisa” (p. 322). Conforme registrou, “[s]avanas ... são muito heterogêneas na fisionomia, composição florística e status ecológico” (p. 323).

Nos dias de hoje, o termo savana designa “... formações vegetais muito diferentes...” (Huetz-de-Lemps, 1970; Bourlière, 1983) e tem sido usado em muitos sentidos (Eiten, 1968, 1972, 1982, 1986; Richards, 1976, 1996; Cole, 1986; Mistry, 2000)¹¹. Para Mistry (2000), as definições de savana podem ser enquadradas entre aquelas “climáticas” ou as “vegetacionais”. Para Eiten (1982, 1986), entre as que se enquadram em uma “fisionomia” particular ou em um “tipo de vegetação” – conceito este que, além da fisionomia, considera aspectos florísticos e de habitat. Em sentido amplo, Eiten (1972) indicou que o termo é definido e usado fisionômica, ecológica e floristicamente, estando aí incluídos o clima e a vegetação.

Desde o final do século 19, houve um predomínio do sentido fisionômico, particularmente do seu componente estrutural. Exemplos são expressões

⁶ Estritamente falando, palmeiras não são árvores (ou formas de vida lenhosas), embora fisionomicamente vários táxons pertençam ao estrato arbóreo – caso de *Mauritia*.

⁷ Citada pelo ano da referência original em alemão, de 1898, a fonte consultada foi uma edição americana reimpressa em 1960, a partir da tradução para o inglês ocorrida em 1903, por William Fisher.

⁸ Formação é aqui usado no sentido original aplicado por Grisebach (1872), qual seja, o de uma unidade fisionômica da vegetação. Esse termo tornou-se um conceito central na maioria das abordagens para classificação de comunidades vegetais, às quais Whittaker (1977) designou “tradição fisionômica”. Na acepção moderna, fisionomia é um conceito que inclui a estrutura da vegetação, as formas de crescimento dominantes e eventuais mudanças estacionais que nela ocorram.

⁹ “Mata” ou “floresta” poderiam ser formas dúbias de se traduzir o termo inglês *woodland*, no sentido pretendido por Schimper (1898) e usado na tradução do alemão para o inglês. Porém, Schimper não pretendeu usar o termo floresta (*forest*), que foi considerado somente um tipo de arvoredo quando as árvores ocorrem em condições fechadas. Além de *forest*, estariam subordinadas ao *woodland* os tipos *bushwood* (árvores e arbustos em abundância) e *shrubwood* (arbustos constituem o aspecto principal). Em todos eles, plantas herbáceas seriam somente acessórias.

¹⁰ Esse termo foi criado pelo próprio Schimper (1898) para designar plantas de folhas caducas nos países temperados, que ocupariam um lugar intermediário entre higrófitos e xerófitos verdadeiros. O comportamento seria como o de higrófitos na estação favorável e de xerófitos na desfavorável. Segundo o Glossário (1997), o termo designa vegetais que ocorrem em áreas de clima tropical, e que, no período desfavorável, perdem as folhas, entrando em estado latente.

¹¹ Por certo que, aqui, a preocupação com as definições do termo se referem a condições naturais, e não àquelas que resultam de áreas derivadas de florestas perturbadas.

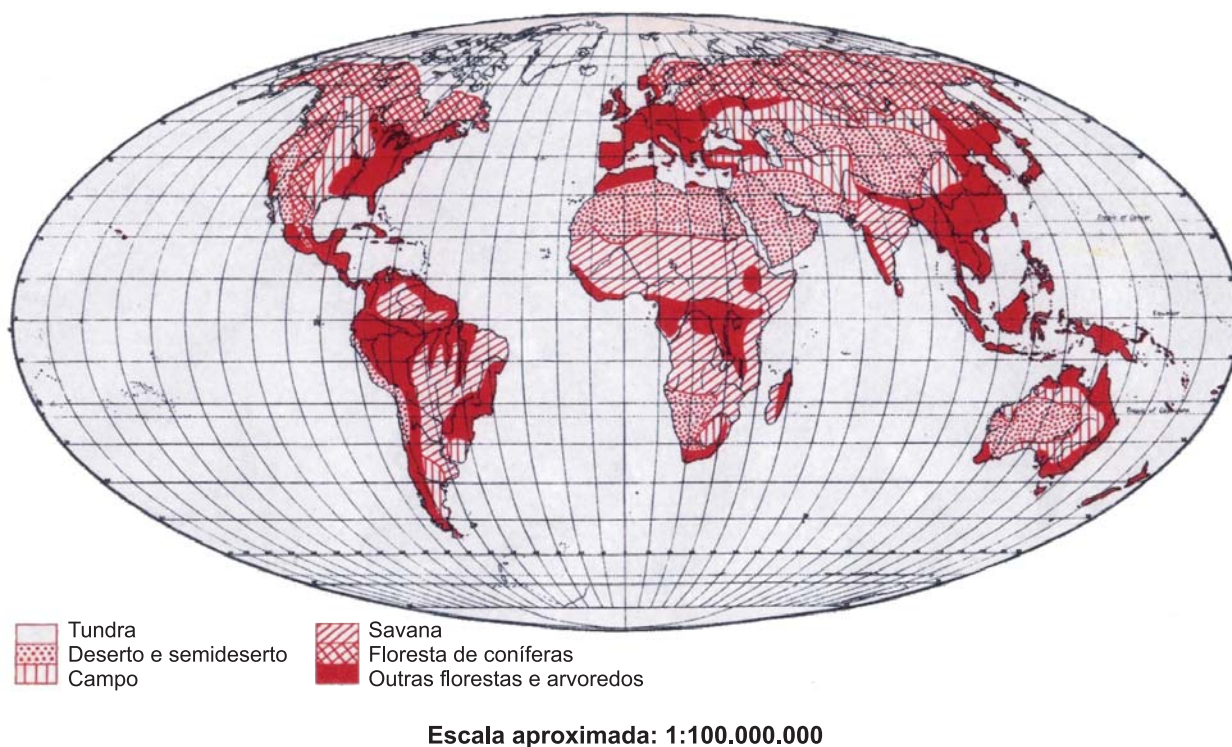


Fig. 2. Mapa da vegetação mundial. Savanas estão representadas por linhas inclinadas.

Fonte: Good (1964, p. 33).

como “savana arbórea”, “savana parque” e “savana herbácea” (Huetz-de-Lemps, 1970). A esse se segue o sentido ecológico, devido às condições ambientais determinantes (clima, solo, hidrografia, geomorfologia), a exemplo das expressões “savana estacional” e “savana hiperestacional” (Sarmiento, 1983). Quanto ao tratamento florístico, geralmente ele designa plantas do estrato graminoso, destacando gêneros ou espécies dominantes. Exemplos são “savana de *Trachypogon*” (Ramia, 1967; Sarmiento, 1983) ou “savana de *Trachypogon ligularis-Paspalum carinatum*” (Blydenstein, 1967).

Como senso comum para o conceito de savana, pode-se indicar a “paisagem com um estrato graminoso contínuo ou descontínuo, contendo árvores ou arbustos espalhados”. Savana é uma paisagem estruturalmente intermediária entre floresta (ou arvoredos, no sentido de Schimper, 1898) e campo. A maioria dos autores adota essa interpretação fisionômica, cujas nuances poderão ser constatadas com maior clareza nas definições apresentadas adiante.

Amplitude e diversidade de conceitos de savana

Em sua obra sobre vegetação, Shimwell (1971, p. 42) deu o seguinte título ao capítulo 2: *Associação, formação, classificação e confusão*. Escreveu, na introdução, um texto que situava a desordem reinante sobre esses temas, mas que é útil em analogia direta ao tratamento que a literatura mundial reservou ao termo savana:

A nomenclatura taxonômica de classificação da vegetação e sínteses metodológicas é repleta de uma confusa verbosidade pleonástica. Assim como esta afirmação ampla, a classificação da vegetação sofre imensamente de exagero, de alguma ambigüidade e, inevitavelmente, de interpretação incorreta. A história da classificação da vegetação é caótica, sendo parcialmente envolvida pelas dificuldades de barreira lingüística, parcialmente pela inevitável comparação de

*métodos ..., e parcialmente por uma aura de mística acadêmica.*¹²

Neste cenário, que fundamentalmente não se modificou nestas mais de três décadas do desabafo de Shimwell (1971), o(s) conceito(s) de savana enquadra(m)-se perfeitamente, com desdobramentos sobre suas definições.

É extremamente alto o número de definições encontrado na literatura mundial para referir-se ao termo savana. Para corroborar essa afirmação, são dados exemplos obtidos no primeiro volume do *Glosario fitoecológico de las Américas*, editado por Huber e Riina (1997). Nesse glossário, foram listados 231 verbetes referindo-se ao termo, lembrando que foi considerada apenas a literatura técnica dos países de língua hispânica da América do Sul. Sendo assim, não foi contemplada a literatura de países com outras línguas no continente, como o português e o inglês, além, obviamente, de não considerar a literatura técnica de outras partes do planeta.

Huber e Riina (1997) compilaram 24 verbetes designando a palavra pura *sabana* (a forma em espanhol), dois com o termo *savanna* e um como *savanah*. Esses 27 verbetes, acompanhados das suas fontes de referência, foram aplicados no sentido de se ter uma definição geral do termo. Como verbetes compostos, há 196 citações em *sabana* (por exemplo, *sabana abierta*, *sabana arbolada*, *sabana arborada*, etc.), quatro em *savana* (por exemplo, *savana alberata a latifoglie decidue*, *di clima tropicale*) e quatro como *savanna* (por exemplo, *savanna grassland*). Há desmembramentos também numerosos, entre os quais *sabana arbolada*, (por exemplo, *sabana arbolada chaquenha*, *sabana arbolada y arbustiva*) e *sabana higrófila* (por exemplo, *sabana higrófila megatérmica no inundable*, *sabana higrófila mesotérmica*), com 15 verbetes cada; *sabana abierta* (por exemplo, *sabana abierta inundable*, *sabana abierta o lisa*) e *sabana arbustiva* (por exemplo, *sabana arbustiva no*

inundable, *sabana arbustiva y chaparrales*), cada uma com 18 verbetes; além de expressões como *sabana graminosa*, que possui 10 verbetes para defini-la.

Por certo que o altíssimo número de definições decorre da amplitude e diversidade de habitats em que a formação¹³ ocorre. Definições diferentes vinculam-se a conceitos diferentes, cujas diferenças mais marcantes talvez sejam a inclusão ou não de árvores no conceito e a restrição ou não do uso do termo à faixa tropical. Conforme Collinson (1988), em sentido fisionômico “savanas existem em todas as regiões tropicais e são vizinhas de praticamente todas as formações tropicais tipo” (por exemplo, florestas, brejos/*marsh*, desertos). As savanas cobrem perto de um terço da superfície terrestre (Werner et al., 1991, apud Mistry, 2000), ou 40 % da faixa tropical (Solbrig 1991, apud Mistry, 2000) (Fig. 3), revestindo áreas desde altas montanhas até terras baixas, sobre grande variedade de solos (Cole, 1986; Collinson, 1988). As savanas têm um longo histórico de exploração pelo ser humano e atualmente acolhem cerca de um quinto da população mundial, da qual boa parte sobrevive em atividades de subsistência (Mistry, 2000, p. 25).

Definições de savana

Há duas escolas de pensamento para agrupar definições de savana: a escola européia e a americana (Collinson, 1988). A primeira trata savana como uma “formação tropical com domínio de gramíneas, contendo uma proporção maior ou menor de vegetação lenhosa aberta e árvores associadas” (Collinson, 1988). A escola americana adota a mesma definição fisionômica, mas expande o conceito para além das formações tropicais. Nas palavras de Solbrig (1991, apud Mistry, 2000), “savanas são o tipo de vegetação mais comum nos trópicos e subtrópicos”. Por essa definição, vegetações subtropicais como algumas formas que ocorrem na América do Norte, na Patagônia, ou o

¹² “The taxonomic nomenclature of vegetation classification and methodological synthesis is rife with confusing pleonastic verbosity. Like this opening statement, the classification of vegetation suffers greatly from overstatement, some ambiguity and, inevitably, misinterpretation. The history of vegetation classification is chaotic, being partly shrouded by the difficulties of language barriers, partly by the unavoidable comparison of methods ..., and partly by an aura of academic mystique”.

¹³ Também nesse caso, “formação” está usado em sentido fisionômico, indicando uma vegetação intermediária entre floresta e campo (por exemplo, Cain, 1951; Ribeiro e Walter, 1998), ou entre floresta e deserto (*sensu* Schimper, 1898). Um tipo principal de comunidade de um dado continente, reconhecido pela fisionomia, é chamado “bioma” (*sensu* Whittaker, 1975). “Formação” é usada quando somente a vegetação está sendo tratada, e “bioma”, quando plantas e animais são incluídos. Ver também a nota de rodapé 25.

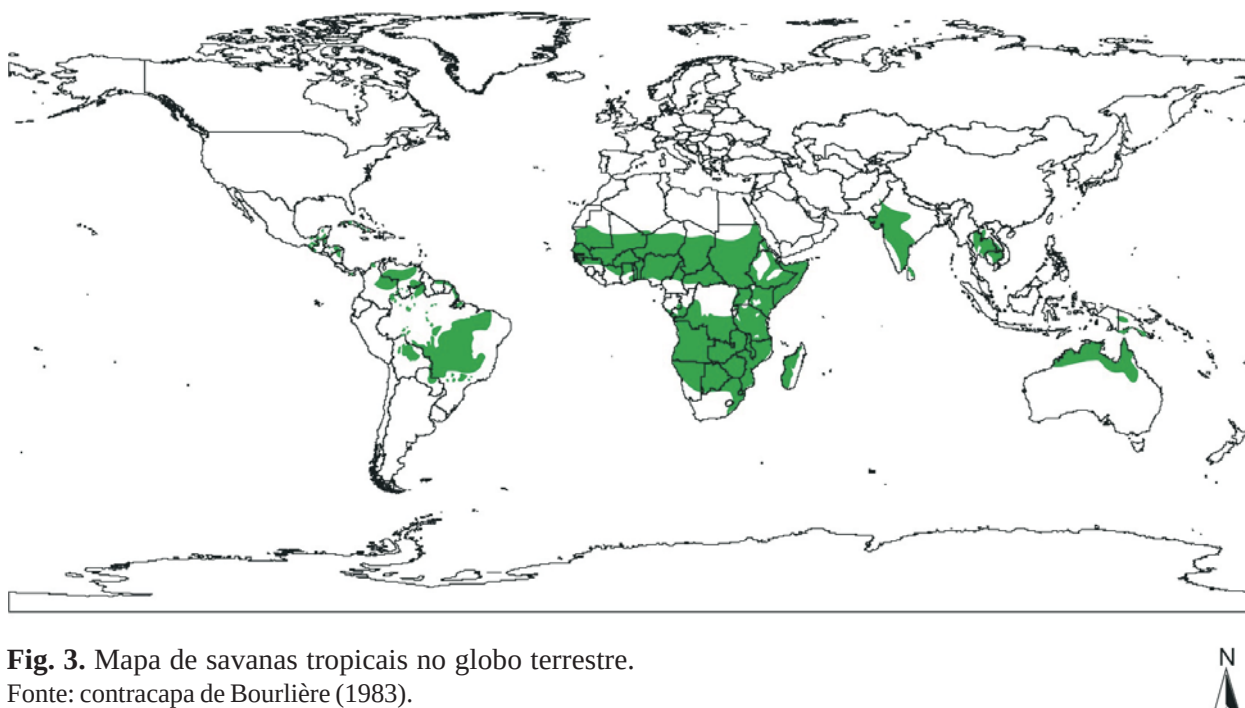


Fig. 3. Mapa de savanas tropicais no globo terrestre.
Fonte: contracapa de Bourlière (1983).

Chaco sul-americano também são consideradas savana.

A seguir, são apresentadas 12 definições obtidas de autores influentes, ou de referências importantes, sendo as sete primeiras pertencentes à escola européia e as restantes enquadradas na escola americana. Em *itálico*, estão destacados conceitos que buscam limitar a aplicação do termo, sob aquela definição, e que mostram acepções diferenciadas, mais amplas ou mais restritivas, não havendo necessidade de apresentá-las em uma possível ordem cronológica. A primeira definição, formulada por Cole (1986), é a que agrega diretamente o entendimento geral e a idéia mais difundida e consensual sobre o termo. A última, apresentada por Mistry (2000), incorpora uma abordagem moderna por incluir aspectos temporais e funcionais da vegetação.

Definição 1: vegetação que *compreende um estrato graminoso contínuo*, usualmente *com árvores e/ou arbustos* exibindo características estruturais e funcionais similares. Inclui comunidades de *composição florística variável*, variando fisionomicamente de um campo puro (...) até arvoredos decíduos (...). *Invariavelmente, a transição entre a savana e a floresta tropical é bem definida e abrupta* (...) (Cole, 1986).

Definição 2: tipo de vegetação tropical com

predomínio de gramíneas de *alto porte* e um período de repouso *durante a estação seca* (Cabrera e Willink, 1980).

Definição 3: *formação aberta* com predomínio de gramíneas, normalmente intercaladas por árvores e/ou arbustos, que ocorre *em áreas de clima tropical* (Glossário, 1997).

Definição 4: tipo de vegetação freqüente em países tropicais, cujo *clima comporta uma estação seca*. Sua característica fisionômica dominante é dada por um *estrato de graminóides (graminetum)*, ao qual pode acompanhar, mais ou menos abundantemente, ervas perenes, subarbustos, arbustos e até árvores (Font Quer, 1985).

Definição 5: *campos* graminosos tropicais (tropical grasslands), *com ou sem árvores e arbustos* esparsos. São mais extensas na África (...). Equivalentes, mas menos extensas e com comunidades menos ricas, também ocorrem na Austrália, na América do Sul e no Sudeste da Ásia. (...) *Savanas são sujeitas a fogo* (...) (Whittaker, 1975, 1977).

Definição 6: *planície* (Llanura) coberta por uma vegetação baixa de gramíneas, arbustos e, às vezes, árvores esparsas, em regiões quentes *com estação seca* mais ou menos longa. Nos Llanos orientais da Colômbia e da Venezuela é de extensão considerável. Espécies dominantes¹⁴: *Bowdichia virgilioides* e

Byrsonima crassifolia, *Curatella americana*, *Palicourea rigida*, *Hyptis dilatata*, *Miconia rufescens*, *Tibouchina bipenicillata*. Gramíneas: como *Paspalum pectinatum* e *Aristida capillacea* (Cuatrecasas, 1958, 1989, *apud* Huber e Riina, 1997).

Definição 7: *sistemas ecológicos* formados por *pradarias tropicais*, nas quais algumas espécies isoladas de lenhosas vivem em *competição* com gramíneas e outras herbáceas (Walter, 1986).

Definição 8: *bosque* (floresta) *aberto com gramíneas*. As árvores podem estar espaçadas ou em grupos, separados por gramíneas. Tipo de *transição* entre floresta (bosque) e pradaria (Cain, 1951).

Definição 9: *campo graminoso*¹⁵ com árvores ou arbustos ou arvoredos espalhados (Eiten, 1968, 1972).

Definição 10: microfanerófitas ou plantas lenhosas altas, espalhadas individualmente sobre um estrato baixo mais ou menos denso de ervas ou líquens (Daubenmire, 1968).

Definição 11: áreas com árvores e arbustos espalhados sobre um estrato graminoso, *sem a formação de dossel contínuo* (Ribeiro e Walter, 1998)¹⁶.

Definição 12: *ecossistemas* dinâmicos determinados pela *umidade e nutrientes disponíveis para as plantas*, pelo *fogo* e pela herbivoria, a diferentes *escalas espaciais e temporais* (Mistry, 2000).

Por essas definições nota-se a preocupação em incluir aspectos fisionômicos, climáticos (estacionais), latitudinais, geográficos, florísticos, ecológicos (competição), de eventos como o fogo, além de sugerir dinâmica (tempo). Embora nenhuma das definições apresentadas tenha mencionado a influência humana sobre a paisagem, há aqueles que imputam a presença de savana ao resultado direto

da presença humana. A ação antrópica deletéria teria influência especial no incremento de eventos de fogo, com as atividades agropecuárias reduzindo o componente lenhoso. Hopkins (1992), por exemplo, afirmou que a floresta ocorre em áreas que nunca foram cultivadas, ou que o foram há muito tempo, enquanto a savana pode ocorrer em áreas cultivadas recentemente. Para esse autor, se houver proteção contra o fogo, a vegetação tenderá à floresta, por meio de sucessão secundária. Autores que trabalham no Cerrado defenderam idéia similar (por exemplo, Soares, 1980; Rizzini, 1997), a partir de hipóteses levantadas por Rawitscher (1948). Entretanto, estudos recentes indicam que isso nem sempre será uma consequência inexorável, estando na dependência da estrutura original da vegetação e da frequência e intensidade dos eventos de fogo (Moreira, 1996, 2000; Sato e Miranda, 1996; Hoffmann, 2002; Miranda et al., 2002).

Tipos de savana

Em consequência do alto número de definições, também é elevada a proposição de tipos de savana entre os autores¹⁷. Como critério geral de classificação, muitos fazem uma separação entre savanas úmidas e secas (*wet and dry seasonal savannas*), dependendo da quantidade de chuvas e da duração do período seco (por exemplo, Eiten, 1972), ou entre savanas climáticas e edáficas (Eiten, 1982). Para ilustrar essa discussão, indicam-se, a seguir, alguns tipos de savana e suas definições sumárias, baseadas em cinco referências. As duas primeiras (Huetz-de-Lemps, 1970 e Glossário, 1997) sintetizam informações retiradas da literatura, enquanto as três últimas representam, no primeiro caso, uma proposta terminológica para os Llanos da Venezuela, baseada na composição florística (Ramia, 1967); no segundo caso, é o resultado de uma proposta geral de Cole (1986); e no terceiro uma proposta de Sarmiento e Monasterio (1975),

¹⁴ A citação dessas espécies dominantes nos Llanos foi incluída para mostrar a grande afinidade florística com o Cerrado.

¹⁵ Nesta definição e na quinta (Whittaker, 1975), nota-se a influência de autores como Schimper (1898), que subordinou savana aos campos. A definição 8 (Cain, 1951), ao contrário, deu mais ênfase à vegetação lenhosa. Eiten (1972, 1977) chegou a usar “savana” em um sentido ainda mais restrito, como uma das formas naturais de variação de densidade da camada lenhosa do Cerrado (*lato sensu*) – ao lado de floresta, arvoredos, campo, etc. Ou seja, em um sentido hierarquicamente subordinado ao seu conceito de Cerrado. Isto será novamente abordado no final deste capítulo.

¹⁶ Esta definição, que se referiu a trechos do bioma Cerrado, assumiu enfaticamente o sentido estrutural (fisionômico) do termo, excluindo do conceito áreas campestres puras, além de florestas.

¹⁷ Em termos semânticos, essa afirmação não deixa de ser questionável, pois é muito difícil indicar se o alto número de definições é causa dos diferentes tipos de savana, ou uma consequência.

com refinamentos acrescidos por Eiten (1982).

Tipos de savana segundo Huetz-de-Lemps (1970)

Savana herbácea (*grass savanna*) – praticamente sem árvores e arbustos.

Savana arbórea (*tree savanna*) – salpicada de árvores mais ou menos regularmente repartidas.

Savana em bosque (*sabana de bosquecillos*) – sem árvores isoladas, mas sim em pequenos bosques (que ocorrem em murundus).

Savana parque (*sabana parque*) – próxima da anterior, em que trechos predominantemente herbáceos alternam-se com os arborescentes.

Savana florestal (*sabana arbolada* ou *woodland savanna*) – é importante a densidade de árvores, sem formar dossel.

Tipos de savana definidos em Glossário (1997)

Savana climática – ocorrência originada pela falta de chuva suficiente para sustentar uma floresta, mesmo em solos favoráveis.

Savana de inundação ou hiperestacional – representada por gramíneas de grande porte, em solo encharcado na maior parte do ano.

Savana de térmitas – úmida ou seca, marcada pela presença de cupinzeiros e de murundus.

Savana derivada – originada de ação de perturbação (corte, fogo, pastoreio), sobre uma vegetação natural mais alta e/ou fechada.

Savana edáfica – originada de condições desfavoráveis de solo, tais como baixa fertilidade, pequena espessura, acúmulo de sais ou metais ou má drenagem.

Savana espinhenta – representada por vegetação de porte arbóreo, em áreas com período seco de 8 a 10 meses.

Savana seca ou estacional – representada por vegetação de porte médio, em áreas com período seco de 5 a 7 meses.

Savana úmida ou não-estacional – representada

por vegetação de porte arbóreo grande, em áreas com período seco de 3 a 4 meses.

Tipos de savanas nos Llanos venezuelanos segundo Ramia (1967)

Savanas de *Trachypogon* (*sabanas de Trachypogon*) – distinguem-se pela grande abundância do gênero *Trachypogon* na cobertura herbácea.

Savanas de bancos, baixios e “charcos” (*sabanas de bancos, bajios e esteros*) – constituídas por vegetação herbácea em áreas predominantemente planas, com discretos sítios altos e baixos. Os “bancos” são sítios altos que não se cobrem de água no período chuvoso; os “baixios” são os sítios que se encharcam no período chuvoso, alagando-se a uma altura inferior a 20 cm; e os “charcos” (esteros) são sítios que se alagam profundamente nos meses chuvosos, permitindo até navegação.

Savanas de *Paspalum fasciculatum* (*sabanas de Paspalum fasciculatum*) – caracterizam-se pela grande abundância dessa espécie de gramínea e alto nível de inundação do terreno.

Tipos de savanas segundo Cole (1986)

Savana arborizada (*savanna woodland*) – arvoredos decíduos e semidecíduos de árvores altas (mais de 8 m de altura) e gramíneas mesofíticas altas (mais de 80 cm de altura), cujos espaços entre árvores é maior que o diâmetro de suas copas.

Savana parque (*savanna parkland*) – campos (*grassland*) mesofíticos altos (gramíneas de 40 cm a 80 cm de altura), com árvores decíduas (menos de 8 m de altura) espalhadas.

Savana campo (*savanna grassland*) – campos (*grassland*) tropicais altos sem árvores ou arbustos.

Savana com árvores baixas e arbustos (*low tree and shrub savanna*) – comunidades com gramíneas perenes de baixo crescimento (menos de 80 cm de altura), largamente espaçadas, com abundância de plantas anuais, e salpicada de árvores e arbustos de baixo crescimento, freqüentemente com menos de 2 m de altura, largamente espaçados.

Capoeira arbórea e arbustiva (*thicket and scrub*) – comunidades de árvores e arbustos sem estratificação.

Tipos de savanas segundo Sarmiento e Monasterio (1975)

Savana climática (*climatic*) – quando não há chuva suficiente para sustentar floresta, em sítios bem drenados em terras altas (... *on drained upland sites*), mesmo onde a profundidade dos solos seja favorável.

Savana não-estacional (*nonseasonal*) – quando razões edáficas de qualquer tipo (exceto saturação permanente que possa produzir brejo [*marsh*]) impedem a ocorrência de floresta em um clima sem estação seca¹⁸.

Savana estacional (*seasonal*) – quando há uma estação seca definida e o solo é bem drenado, mas outras razões edáficas, como solos pouco profundos, infertilidade ou alto conteúdo de alumínio disponível, impedem a ocorrência de floresta; o solo não fica saturado por longos períodos na estação chuvosa.

Savana hiperestacional (*hyperseasonal*) – quando os solos ficam saturados continuamente por semanas ou meses durante a estação chuvosa (por inundação, por má drenagem) e permanecem abaixo do ponto de murcha (... *and goes below the wilting point*) por semanas ou meses na estação seca. É chamado hiperestacional, pois a saturação por longos períodos na estação chuvosa exagera o efeito das chuvas e causa falta de aeração do solo.

Por certo que há alguma uniformidade de pensamento entre os autores, mas não consenso, ao mesmo tempo em que se notam variações no peso dos critérios fisionômicos, florísticos ou ambientais nas definições dos tipos. Isso se reflete no entendimento e nas considerações que os autores têm sobre as savanas mundiais. Como exemplo, Eiten (1982) considerou quase todas as savanas naturais africanas e australianas como sendo “climáticas”, enquanto as savanas sul-americanas,

com poucas exceções, seriam “edáficas”. Nesse mesmo artigo, Eiten (1982) analisou as savanas ocorrentes no Brasil, que ele agrupou em cinco categorias climático-geográficas: Brasil Sul (*southern Brazil*), região de Campos Limpos; Floresta Atlântica (*Atlantic Forest region*), onde ocorrem campos de altitude e/ou rupestres; Brasil Central (*central Brazil*), no domínio do Cerrado e Pantanal; Brasil Nordeste (*north-eastern Brazil*), no domínio da Caatinga; e Amazônia (*the Amazon region*), onde ocorrem as “savanas amazônicas”. Nessas cinco categorias de Eiten (1982), pode-se perceber, com clareza, os domínios florísticos de M a r t i u s (1840/1869, 1943), delineados no início do século 19, sendo interessante perceber que savanas são encontradas em todos eles. Para Rizzini (1997), porém, no Brasil a palavra savana “só devia-se empregar, restritamente, para indicar o Cerrado”. Mais uma vez, ficam aqui explícitas as diferenças de interpretação.

Distribuição geográfica das savanas

A distribuição geográfica das savanas mundiais deve ser analisada conforme o conceito adotado, cujo entendimento permite que se tracem mapas diferenciados. Em face da fragilidade de uma indicação direta, considerando as numerosas acepções, definições e interpretações do conceito, o mapa da Fig. 3 fornece somente um panorama geral das savanas tropicais pelo mundo, em escala pequena. Por essa figura, as savanas estendem-se nas latitudes 15 ° a 20 ° entre os trópicos dos dois hemisférios. À medida que a escala aumenta, mapas mais detalhados fornecem indicações mais precisas, tenham ou não sido feitos comentários sobre o necessário balizamento conceitual do tipo de vegetação tratado.

De modo geral, as savanas são consideradas o quarto bioma, ou domínio vegetacional em área ocupada no globo terrestre, sendo precedidas nos trópicos apenas pela floresta tropical (*rainforest*). De maneira indireta, Whittaker (1975) estimou em

¹⁸ Note que esse tipo de savana está em conflito com algumas definições mostradas no item anterior, como a “definição 2” de Cabrera e Willink (1980).

cerca de 15 milhões de quilômetros quadrados a área coberta por savanas. Referindo-se somente à faixa tropical, Cole (1986) informou que seriam 23 milhões de quilômetros quadrados, localizados entre a floresta pluvial equatorial e os desertos e semidesertos de média latitude. Isso representaria cerca de 20 % da superfície terrestre, estando a África coberta por 65 % de savanas, a Austrália por 60 %, a América do Sul por 45 % e o Sudeste Asiático e a Índia por 10%. Destaque-se que Cole (1986) considera savanas formações brasileiras como o Cerrado, o Pantanal e a Caatinga, o que, conceitualmente, é uma das formas corretas de interpretá-las¹⁹. Pelo mapa da Fig. 3, nota-se que a caatinga não foi incluída entre as savanas tropicais, o que mostra a variação de acepções aqui comentada. Além disso, variam também os números, lembrando que Solbrig (1991) estimou que as savanas cobrem 40 % da faixa tropical.

Eiten (1972) e Cole (1986) forneceram informações relevantes que indicam a distribuição desse bioma pelos continentes, sob os critérios aceitos e adotados por cada um deles.

Os parágrafos que se seguem trazem os principais comentários feitos por esses autores, acrescidos de informações encontradas em outras referências.

Na África, Eiten (1972) indicou toda vegetação de terras altas entre a floresta tropical sempre verde e o deserto, incluindo florestas semidecíduas e decíduas, arvoredos, campos com árvores e arbustos espalhados, e campos puros de vários tipos. Segundo o autor, freqüentemente são excluídos os campos de grande altitude (*alpine meadows* – prados alpinos), mas certos tipos de brejos e pântanos (*marshes*) são incluídos. Note-se que o conceito indicado abrange desde os campos puros até a vegetação florestal. Cole (1986) destacou a inclusão de arvoredos decíduos, localmente designados *miombo*. Miombo é uma savana arborizada (*savanna woodland*) encontrada em sete países centro e sul-africanos, sendo considerado um dos tipos de vegetação mais

uniformes e extensivos da África (Mistry, 2000). Menaut (1983) apresentou um mapa do continente africano o qual mostra seus quatro tipos principais de vegetação (savana, florestas úmidas, comunidades montanas e desertos), cujo destaque, em área coberta, são as savanas.

No continente asiático, savanas estão presentes na Índia e em trechos do Sudeste Asiático, na região do Camboja, na Tailândia, no Mianmar (Myanma ou Burma), no Laos e no Vietnã (Blasco, 1983; Misra, 1983; Mistry, 2000). A “Índia é um grande país com paisagens de savana” (Misra, 1983). Uma vez que todos os campos tropicais (*tropical grasslands*) daquele país seriam savanas, em sentido fisionômico, Misra (1983) destacou que, até aquele momento, toda literatura deveria ser lida adicionando-se o componente arbóreo-arbustivo para cada região, de modo a proporcionar um quadro mais realista das savanas indianas. Considerando esse tipo de limitação, o autor não apresentou um mapa daquela região, tal qual fizeram seus colegas da edição de Bourlière (1983). Blasco (1983) também mencionou a carência de mapas de vegetação detalhados no Sudeste Asiático, apresentado apenas uma figura indicando pequenas manchas de savana arbustiva no Vietnã. Recentemente, Mistry (2000) forneceu um mapa que mostra a distribuição das savanas secas de Dipterocarpaceae (*...dry dipterocarp savanna*) no Sudeste Asiático e que dão uma idéia da ocupação de savanas naquela região. Cole (1986) anotou que algumas formas de vegetação da Ásia, semelhantes aos arvoredos mesófilos decíduos e parques (*parkland*) da África, eram tidas como savanas derivadas de florestas decíduas, perturbadas durante muitos séculos, por cortes, queimadas, pastejos e cultivos. Nesse caso, tais trechos de savana teriam influência humana direta, o que não a impediu de incluí-los no conceito de savana.

Na Austrália e vizinhanças, tanto Eiten (1972) quanto Cole (1986) mencionaram que os autores daquela região restringem a aplicação do termo a trechos com árvores e arbustos espalhados sobre um estrato graminoso, seguindo exatamente o

¹⁹ Há muito se discute se o Cerrado seria ou não savana (p.ex., Eiten, 1972, 1977), mas é menos freqüente, no Brasil, a discussão se a Caatinga seria uma savana, como tratado por Cole (1986), e que está em desacordo com Rizzini (1997). Em livros de divulgação sobre savanas, a inclusão da Caatinga como savana é dúbia, como se verifica no artigo de Bucher (1982), que a considerou um arvoredo (*woodland*). Com relação ao Cerrado, na parte final deste capítulo, esse assunto será novamente abordado.

conceito estrutural do termo. Campos puros, localmente denominados *tussock grasslands* (“campo de touceira”) e *hummock grasslands* (“campo de murundu”), estariam excluídos (Cole, 1986). Por essa ótica fisionômica, Gillison (1983) fez longa apresentação das savanas da Austrália e de parte do Pacífico Sul, considerando, em suas análises, somente tipos de savanas com componentes lenhosos significativos, ou maiores que 2 %. Como mencionado, excluiu os campos puros ou “savanas graminosas” (*grasslands* ou *grass savannas*), indicando que as savanas na Austrália e na Nova Guiné situar-se-iam entre 10 °S e 20 °S, podendo ser enquadradas dentro de províncias e regiões bioclimáticas específicas. Mistry (2000) informou ainda que as savanas são predominantes na região norte da Austrália, cobrindo aproximadamente 20 % do continente, e forneceu um mapa com sua distribuição.

Na América Tropical, particularmente em sua porção norte, Eiten (1972) e Cole (1986) indicaram a aplicação fisionômica do termo a campos graminosos (*grassfields* e *grasslands*) puros, ou a campos com árvores e arbustos espalhados, ou ainda com pequenos bosques ou arvoredos (*groves*), tanto naturais quanto decorrentes de ação antrópica. Laycock (1979), no entanto, não incluiu savana entre os tipos de campo analisados na publicação *Perspectives in grassland ecology*²⁰, que tratou essencialmente de vegetações subtropicais ou temperadas da América do Norte. Pode-se dizer que Laycock (1979) seguiu a escola européia, já comentada. Por essa mesma perspectiva, porém, sob a ótica tropical, Sarmiento (1983) obviamente não considerou áreas além do México e de Cuba, ao norte, quando discorreu sobre as savanas da América Tropical.

Além da América Central e do Caribe, a distribuição de savanas neotropicais é complementada ao sul por “arbustais densos” (*dense scrubs*) e “savanas arbustivas e florestadas” (*savanna scrub* e *savanna forest*), segundo Eiten

(1972). Compreende, portanto, os Llanos venezuelanos e os Llanos de Mojos na Bolívia (ou a “região de savanas de Santa Cruz de La Sierra a Corumbá, MS”, com ‘matas’ de savana e palmeirais – Hueck, 1972); as “savanas de altitude” e a Gran Sabana nas Guianas; as savanas amazônicas e o Pantanal no território brasileiro; assim como, certamente, as formas pertencentes ao conceito de Cerrado sentido amplo (*lato sensu*)²¹, segundo Hueck (1972), Sarmiento (1983) e Cole (1986). Exatamente o Cerrado e os Llanos compreendem as maiores áreas contínuas de savana nas Américas (Sarmiento, 1983; Mistry, 2000).

Já foi comentado antes (ver nota de rodapé 19) que Cole (1958, 1986) incluiu a Caatinga e o Pantanal²² entre as savanas brasileiras, ou sul-americanas. Como também há aqueles que interpretam outras vegetações, como o Chaco, como sendo savana (Fretes e Dwyer, 1969 apud Allem e Valls, 1987), observa-se desuniformidade entre os mapas de distribuição de diferentes trabalhos (comparar, por exemplo, Sarmiento, 1983, p. 245, e Cole, 1986, p. 66). Para dar mais dois exemplos, no mapa de vegetação apresentado por Whittaker (1975), a Região do Cerrado brasileiro é indicada como sendo em parte um arvoredo (*woodland*) e em parte uma floresta estacional tropical (*tropical seasonal forest*). Na recente edição do livro de Townsend et al. (2006), baseada em trabalho de Audesirk e Audesirk, de 1996, a região foi indicada parcialmente como “campo temperado” (boa parte do Brasil Central), como “savana tropical, campo e vegetação arbustiva” (nas transições com a Caatinga e a Floresta Amazônica) e como “floresta estacional tropical” (que seria correspondente à Caatinga).

Em síntese, fica claro que traçar um mapa global, consensual, de distribuição geográfica de savanas não é uma tarefa elementar, particularmente nas Américas, onde as interpretações do conceito são muito variadas. Quanto a isso, Cole (1986) constatou que há grande comparabilidade das

²⁰ Laycock (1979) indicou sete tipos de campos (*grasslands*): (1) pradarias (verdadeiras) de grama-alta (*tallgrass (true) prairie*); (2) pradarias de grama-curta (*shortgrass prairie*); (3) pradaria mista (*mixed-grass prairie*); (4) estepe arbustiva (*shrub steppe*); (5) campo anual (*annual grassland*); (6) campo (árido) deserto (*desert (arid) grassland*); e (7) campo de alta montanha (*high mountains grassland*).

²¹ Seguindo os influentes trabalhos de Coutinho (1978) e Rizzini (1997), a maioria dos autores brasileiros contemporâneos excluiria o Cerrado do conceito de savana, pois o considerariam uma floresta.

²² Sarmiento (1983) também incluiu o Pantanal.

savanas da África com as da Austrália, mas isso não se verifica entre aquelas e as da América do Sul. A grande riqueza vegetal das Américas, onde ocorre um mosaico de formas de vegetação diferentes, sob um mesmo clima, como é característico dos biomas Caatinga e Cerrado, associada ao tratamento mais amplo do termo nessa região, ajuda a explicar esse fato.

Fatores ambientais que determinam as savanas

Os principais fatores que determinam a existência de savanas foram sintetizados por Cole (1986), Collinson (1988) e Mistry (2000), tendo sido analisados detalhadamente em capítulos de Huntley e Walker (1982) e Bourlière (1983). Embora sejam variáveis de lugar para lugar, entre os principais fatores listados incluem-se o clima, o solo, a hidrologia, a geomorfologia, o fogo e o pastejo. Segundo Cole (1986), o clima e o solo exerceriam os efeitos mais significativos na fisionomia e na distribuição das savanas.

Considerando somente as savanas tropicais, como elas se estendem nas latitudes 15° a 20° Sul e Norte (Fig. 3), sob diferentes altitudes, há consideráveis variações climáticas que resultam na diversidade fisionômica desse bioma. Quanto ao solo, a natureza do material de origem, o relevo, o clima, os organismos e o tempo interagem para sua formação (Brady e Weil, 1996) e, conseqüentemente, também afetam indiretamente a ocorrência e a distribuição de savanas.

Vários autores citados por Cole (1986) observaram que, na Austrália, no Sudoeste Africano, na Namíbia, em Botsuana, na África do Sul e no Zimbábue, e também no Brasil e na Venezuela, as diferentes formas fisionômicas de savanas refletem o importante papel das condições físicas do ambiente na distribuição e na composição florística da vegetação. Isso revela a grande sensibilidade das comunidades vegetais ou das espécies às variações das condições ambientais, notadamente o *status* de nutrientes minerais do solo, bem como seu regime de umidade.

A seguir, são comentados os principais fatores que condicionam savanas, incluindo-se, ao final de

cada um, as características do Cerrado, especialmente no Planalto Central brasileiro. Assim como nas demais savanas mundiais, o clima, a biota e o solo contribuem para o aspecto geral da sua vegetação, tanto em escala evolutiva (tempo geológico) quanto em escala sucessional (tempo ecológico).

Clima

O clima atua na formação e na distribuição das savanas, principalmente por meio da pluviosidade e da temperatura, seguindo-se outros fatores, como a umidade relativa. Segundo Walter (1986), a precipitação e sua distribuição ao longo das estações (comprimento das estações seca e chuvosa) é que têm reflexos diretos na ocorrência de savanas. Diferentes savanas, em distintas partes do planeta, têm pluviosidade média anual que variam de cerca de 2.000 mm às margens da floresta tropical, até cerca de 250 mm às margens dos desertos, sendo que a precipitação anual diminui com o aumento da latitude.

O período seco pode variar de intervalos de 3 a 4 meses, para 8 ou 9 meses, tornando-se, neste último caso, mais claramente definido e severo. As temperaturas variam com a latitude, altitude e exposição. A variação entre a máxima diária e a mínima noturna aumenta em direção às margens dos desertos, onde as geadas, nas noites de inverno, particularmente nos vales, podem limitar o crescimento de árvores. De maneira geral, a temperatura média mensal para os meses mais quentes varia de 25 °C a 30 °C, nas margens das florestas, e de 30 °C a 35 °C, próximo às margens dos desertos. Nos meses mais frios, a temperatura varia de 13 °C a 18 °C e de 8 °C a 18 °C, respectivamente (Nix, 1983).

As savanas do Brasil Central e o Llanos da Venezuela parecem apresentar o mesmo clima semi-úmido e quente desde 7.000 AP²³ (Ledru, 1993, 2002; Salgado-Labouriau, 1997), ou seja, um clima com 3 a 4 meses de período seco, dependendo do local. Para Cole (1986), a seca é mais determinante no desenvolvimento de uma savana do que fatores como o fogo, sendo que Hopkins (1992) também exaltou a severidade da estação seca como principal fator de controle.

O Cerrado é caracterizado pela presença de invernos secos e verões chuvosos, cujo clima principal é classificado como Aw de Köppen (tropical chuvoso) – clima Aw, que coincide com a distribuição da maioria das savanas (Richards, 1976, p.150). A precipitação média anual gira em torno de 1.500 mm, variando de 750 mm a 2.000 mm. As chuvas concentram-se de outubro a março (estação chuvosa) e a temperatura média do mês mais frio é superior a 18 °C (ver capítulo 6 deste livro). A ocorrência de duas estações bem definidas (com a de seca de abril a setembro) caracteriza a distribuição concentrada das chuvas em toda a região, com influência direta sobre a vegetação. O clima também tem influência temporal na origem dessa vegetação, pois as chuvas, ao longo do tempo geológico, intemperizaram os solos, deixando-os pobres em nutrientes essenciais.

Solos

A textura, a baixa disponibilidade de nutrientes e a pequena profundidade de alguns solos constituem importantes elementos na distribuição das diferentes paisagens dentro das savanas. A textura é de fundamental importância na retenção de umidade. Sua influência também é exercida na capacidade de drenagem e na disponibilidade de nutrientes no solo. Para Baruch et al. (1996), à medida que aumenta a disponibilidade de água e de nutrientes essenciais, também aumenta o número de espécies lenhosas, particularmente as do estrato arbóreo. A distribuição do gradiente fisionômico, desde o mais aberto ao mais denso, também segue este padrão.

Em estudos sobre os fatores que influenciam os limites entre savana e floresta, Longman e Jenik (1992) afirmaram que a ocorrência de solos ricos em óxidos de ferro pode favorecer o estabelecimento de savanas, tanto no topo quanto na base de escarpas. Indicaram ainda que solos ricos em metais pesados (Al e Mn, por exemplo) favorecem o crescimento de savanas sobre as florestas, como em Katanga, no Zaire. Para o nordeste do Mato Grosso, no Brasil, em região de transição entre floresta e savana, Askew et al. (1971) afirmaram que somente as condições de umidade

do solo não seriam suficientes para explicar o abrupto limite entre estas formações, e apontaram a textura do solo (mais arenoso na savana) como um importante fator a separá-las.

A topografia e a geomorfologia são agentes que atuam indiretamente na distribuição dos padrões vegetacionais, cuja ação direta viria das características edáficas locais (Cole, 1986). A altura e a estratificação da vegetação são influenciadas principalmente pelas condições de umidade do solo, enquanto a composição florística, dentro de cada fisionomia, decorreria da disponibilidade de nutrientes (Cole, 1986; Emmerich, 1990).

Para áreas de savanas no Brasil, observou-se que a profundidade do solo também assume um papel importante (Emmerich, 1990). Nos planos intermontanos, ocorrem geralmente florestas estacionais (decíduas), embora, em algumas partes, também ocorram savanas, sendo que Emmerich (1990) não observou diferenças nutricionais entre os solos dessas duas formas de vegetação. Desse modo, as vegetações estão distribuídas conforme a profundidade efetiva do solo, ocorrendo as formações florestais nos solos mais profundos e as savânicas nos mais rasos.

De maneira geral, a grande maioria dos tipos de solos nas regiões de savana são os arenosos altamente lixiviados, os lateríticos e, em menor proporção, os solos montmoriloníticos ricos em bases (Cole, 1986). Pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa Solos, 1999), os Latossolos estão incluídos no grupo dos lateríticos, e os montmoriloníticos nos Vertissolos. Não existem registros de Vertissolos nas savanas do Brasil, sendo os principais solos os Latossolos e suas variações, principalmente Latossolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Vermelho, seguidos de Neossolos Quartzarênicos (textura areia ou areia franca), Argissolos (horizonte B textural) e outras classes de solos em menores proporções, merecendo nota os Plintossolos e os solos de características hidromórficas, como os Gleissolos. Além do material de origem rico em cálcio e magnésio, os Vertissolos também requerem, para a sua formação, condições climáticas e/ou de relevo que impeçam a remoção pronunciada desses cátions do solo. Essas

²³ Antes do presente.

combinações não ocorrem nas regiões savânicas brasileiras (ver Capítulo 5).

Além da capacidade de retenção de água drenagem dos solos, fatores relacionados aos teores de nutrientes também são utilizados para identificar diferenças entre zonas de savanas (Cole, 1986). Diferenças entre os solos calcários e não-calcários e entre os solos distróficos, mesotróficos e eutróficos também são citadas como caracterizadoras da vegetação. Regionalmente, Cole (1986) apontou que as savanas úmidas ocupam os solos distróficos e alguns mesotróficos não-calcários, enquanto as savanas secas ocupam os solos áridos e eutróficos, podendo ser calcários ou não. Savanas úmidas podem ocorrer dentro das savanas secas, onde areias ácidas e distróficas recobrem rochas cristalinas ou arenosas. Entretanto, a distribuição espacial de algumas espécies de savanas secas pode se estender a áreas de savanas úmidas, ricas em substratos orgânicos produzidos por agentes como os cupins.

Reatto et al. (1998) estabeleceram relações entre a cor, que reflete a drenagem, o conteúdo de matéria orgânica, a forma e o conteúdo de óxidos de ferro do solo, além da textura, com os tipos fisionômicos do Cerrado. Esses autores indicaram a ocorrência de Mata Seca e Cerradão nos solos derivados de rochas ricas em minerais ferromagnesianos (ferro e magnésio), como basalto, diabásio, gabro e granulitos ortoderivados. Solos originados de rochas areníticas e quartzíticas são geralmente muito pobres em macro e micronutrientes e em matéria orgânica. Quanto às condições físicas, são porosos e de estrutura solta, susceptíveis à erosão hídrica e à eólica, principalmente quando destituídos de vegetação. Grande parte do Cerrado está recoberta por crostas ferruginosas, lateríticas, que, em mistura com material quartzítico, formam solos areno-argilosos, muito pobres em nutrientes e com altos teores de óxidos de ferro. Fitofisionomias variando desde Campo até Mata Seca podem ser observadas em solos derivados da mistura de rochas ricas e pobres. Sobre rochas calcárias, pouco resistentes ao intemperismo, desenvolvem-se solos com teores mais elevados de bases trocáveis, como o cálcio e magnésio, associados à vegetação de Mata Seca Decídua. Se, porém, esses solos calcários ocorrem em posições mais aplainadas da paisagem, sendo

muito intemperizados, profundos e de baixa fertilidade (bases como o cálcio e magnésio foram perdidas por lixiviação), a vegetação encontrada é o Cerrado sentido restrito (ou *stricto sensu*).

Geomorfologia e hidrologia

Em cada continente, as savanas são caracterizadas pelas seqüências similares de feições de terras, representando a evolução geomorfológica da paisagem, sob a influência das interações de mudanças nas condições climáticas e dos eventos geológicos (Cole, 1986). Collinson (1988) citou os trabalhos de Monica Cole, que apontam a importância da história geomorfológica como a chave para compreender os padrões de vegetação das savanas. Aquela autora identificou quatro unidades solo-vegetação principais (campo puro/*pure grassland*; savana-parque/*savanna parkland*; savana arborizada/*savanna woodland*; e savana com árvores baixas e arbustos/*low tree and shrub savanna*) como sucessoras das vastas planícies desenvolvidas durante o pleistoceno e destruídas pelas mudanças induzidas pelas circunstâncias erosionais do Quaternário. Dentro de cada uma das associações maiores (unidades) ocorrem associações menores, refletindo diferenças no microclima, no relevo, no solo, na textura e no *status* mineral. Essa análise das relações da paisagem com a vegetação contrasta fortemente com a aproximação puramente ecológica de outros autores, que relacionam padrões de comunidades de savanas.

Collinson (1988) comentou que, além da história geomorfológica, alguns autores associam os limites entre floresta e campo às características hidrológicas do ambiente. Onde a inundação é freqüente, a composição e a estrutura campestre variam de acordo com o período de inundação, e a ocorrência de arbustos ou árvores também poderá ser relacionada com esse fator. Porém, solos arenosos ou areno-argilosos associados ao lençol freático permanentemente elevado, mas que não sofrem efeitos de inundação, também apresentam padrões de vegetação decorrentes das condições hidrológicas. Na América do Sul e na África, a floresta é substituída por savana mais aberta nesses sítios. No Brasil, a distribuição de florestas e de savanas depende das feições da terra, sendo os mais

elevados e antigos pediplanos dominados por savana. Onde o lençol é permanentemente alto, as árvores normalmente são excluídas da paisagem.

Fogo

Algumas savanas do norte da América do Sul parecem ser relíquias do pleistoceno mantidas pelo fogo (Collinson, 1988). Esse argumento também tem sido usado para justificar a ocorrência das savanas na América Central (Nicarágua), no oeste da África, na Indochina e em Borneo. Collinson (1988) relacionou o impacto do fogo sobre a vegetação a inúmeros fatores, entre os quais: a época de ocorrência (os prejuízos do fogo são mais sérios no final da estação seca); a hora do dia em que o fogo ocorre (períodos de umidade mais elevada produzem incêndios mais brandos); e a força e a direção do vento. Mesmo estando adaptadas ao fogo, fatores como esses podem induzir problemas às savanas, que foram analisados por Gillon (1983) e, para o Cerrado, por vários autores no livro de Miranda et al. (1996).

A vegetação do Cerrado está adaptada ao fogo (Eiten, 1972). Incêndios têm ocorrido na região com histórica frequência e mesmo eventos severos de fogo, durante vários anos, não chegam a destruir essa vegetação. Há registros de fogo no Cerrado desde o final do pleistoceno, há 32.400AP (Miranda et al., 2002). Portanto, para que o fogo possa exercer efeitos significativos sobre as fisionomias do Cerrado, Eiten (1972) sugeriu que seria necessária a ocorrência de eventos diários, sucessivamente, durante 1 a 2 anos.

Eventos de fogo e registros de incêndios são comuns na maioria das savanas do mundo (Lacey et al., 1982; Gillon, 1983), chegando-se a imputar savanas como resultantes diretas do fogo. Em resumo, pode-se afirmar que o fogo influencia a distribuição e a composição florística das savanas, afetando a estrutura dos trechos de vegetação, agindo positivamente sobre grupos de espécies adaptadas e negativamente nas espécies não adaptadas a ele (por exemplo, Moreira, 1996, 2000). Além disso, eventos de fogo afetam a ciclagem de nutrientes, com consequências sobre a flora.

Biomassa, produtividade e ciclagem

A produtividade primária das savanas apresenta ampla variabilidade (Tabela 1) graças à maior ou menor contribuição dos fatores que condicionam suas diversas fisionomias (Collinson, 1988). A produtividade primária média é bastante baixa (900 g/m²/ano) se comparada à floresta tropical (2.200 g/m²/ano). Conforme se observa na Tabela 1, a biomassa produzida por unidade de área apresenta comportamento semelhante ao da produtividade primária, tanto em relação à variabilidade quanto à produção média. Sua produtividade média é baixa em relação à produtividade média dos ecossistemas florestais (Tropical, Tropical Estacional, Temperada Sempre Verde, Decídua Sempre Verde e Boreal).

Collinson (1988) relacionou a baixa produção de biomassa das savanas à pobreza em nutrientes da maioria de seus solos. Os dados relativos à área de superfície foliar e clorofila, apresentados na Tabela 2, colocam a savana na terceira posição, após as Florestas Tropical e Boreal. A produção de serapilheira é semelhante às quantidades produzidas pelas Florestas Tropical e Tropical Estacional, e bastante inferior à produção da Floresta Boreal, da Floresta Temperada Sempre Verde e da Floresta Decídua Sempre Verde (Tabela 2). A produção animal e a biomassa animal são elevadas, conforme dados também expressos na Tabela 2, sendo superadas apenas pelas quantidades da Floresta Tropical. A serapilheira produzida, a produção e a biomassa animal são fatores fundamentais para a manutenção da vegetação desse bioma.

Considerando a pobreza em nutrientes da maioria dos solos sob vegetação savânica, para a manutenção desse ecossistema, é essencial uma eficiente ciclagem de nutrientes. Uma quantidade elevada de serapilheira com qualidade, sob condições de atividade biológica adequada à mineralização e à absorção dos nutrientes, permite o eficiente uso dos minerais essenciais, que são escassos nesses solos.

Ação antrópica

Em todo o planeta, as áreas de savana têm sido amplamente utilizadas para atividades agropecuárias

Tabela 1. Produção primária e biomassa das principais paisagens vegetacionais do planeta. Unidades em km², g ou kg de matéria seca/m², e t de matéria orgânica.

Ecossistema	Área	P. Prim./área		P.P.M.	Bio./área		Bio.M.
	10 ⁶ km ²	g/m ² /ano		10 ⁹ t/ano	kg/m ²		10 ⁹ t
		Amplitude	Média		Amplitude	Média	
Floresta Tropical	17,0	1.000 a 3.500	2.200	37,4	6 a 80	45	765
Floresta Tropical Estacional	7,5	1.000 a 2.500	1.600	12,0	6 a 60	35	260
Floresta Temperada Sempre Verde	5,0	600 a 2.500	1.300	6,5	6 a 200	35	175
Floresta Decídua Sempre Verde	7,0	600 a 2.500	1.200	8,4	6 a 60	30	210
Floresta Boreal	12,0	400 a 2.000	800	9,6	6 a 40	20	240
Arvoredos e arbustais (escrube) ⁽¹⁾	8,5	250 a 1.200	700	6,0	2 a 20	6	50
Savana	15,0	200 a 2.000	900	13,5	0,2 a 15	4	60
Campo Temperado	9,0	200 a 1.500	600	5,4	0,2 a 5	1,6	14
Tundra e Campo Alpino	8,0	10 a 400	140	1,1	0,1 a 3	0,6	5
Deserto e semideserto arbustivo	18,0	10 a 250	90	1,6	0,1 a 4	0,7	13
Deserto extremo, rochas, areia e gelo	24,0	0 a 10	3	0,07	0 a 0,2	0,02	0,5
Terras cultivadas	14,0	100 a 3.500	650	9,1	0,4 a 12	1	14
Brejos e pântanos	2,0	800 a 3.500	2.000	4,0	3 a 50	15	30
Lagos e riachos	2,0	100 a 1.500	250	0,5	0 a 0,1	0,02	0,05
Total continental	149,0		773	115		12,3	1.837
Mar aberto	332,0	2 a 400	125	41,5	0 a 0,005	0,003	1,0
Reservatórios ⁽²⁾	0,4	400 a 1.000	500	0,2	0,005 a 0,1	0,02	0,008
Plataforma continental ⁽³⁾	26,6	200 a 600	360	9,6	0,001 a 0,04	0,01	0,27
Algal beds e recifes	0,6	500 a 4.000	2.500	1,6	0,04 a 4	2	1,2
Estuários	1,4	200 a 3.500	1.500	2,1	0,01 a 6	1	1,4
Total marinho	361		152	55,0		0,01	3,9
Total geral	510		333	170		3,6	1.841

P. Prim. – Produtividade Primária; P.P.M. – Produtividade Primária Mundial; Bio. – Biomassa; Bio. M. – Biomassa mundial.

⁽¹⁾ woodland and shrubland; ⁽²⁾ upwelling zones; ⁽³⁾ continental shelf.

Fonte: Whittaker (1975, p. 224).

e demais formas de ocupação humana. Savanas estão diretamente associadas à evolução da espécie humana, tendo sido a formação vegetal que abrigou os primeiros *Homo sapiens* (Leakey e Lewin, 1981; Bronowski, 1983). Desde então, o ser humano sempre utilizou savanas como áreas preferenciais para a sua sobrevivência, partindo delas para desbravar e ocupar outras formas de vegetação.

Até a segunda metade do século passado, não havia preocupação efetiva com a degradação ambiental causada pelos seres humanos. Na prática, o ser humano julgou (e muitas pessoas ainda julgam) que os recursos naturais seriam inesgotáveis. Isso começou a mudar com a atuação de movimentos ecológicos espalhados por todo o mundo, estimulados pelo alerta de biólogos e ecólogos ao longo do século 20. Um símbolo acadêmico desse movimento encontra-se no livro *Biodiversity* editado por Wilson e Peter (1988), traduzido

posteriormente para o português (Wilson e Peter, 1997), que alerta sobre o modo irracional de ocupação dos ambientes pelo ser humano. Símbolos que sensibilizam o grande público – a exemplo da ameaça de extinção das baleias e de certas espécies de focas e tartarugas, ou a destruição da camada de ozônio e das florestas tropicais – tornaram-se temas e preocupações diárias, certamente sem serem unânimes (ver Beckerman, 2000).

Tanto no Brasil quanto em outras partes do globo, domínios de vegetação não florestais, destacando-se aí as savanas, ainda não sensibilizam suficientemente o público leigo, mesmo aquele preocupado com questões ambientais, o qual tem dispensado atenção especial para as florestas tropicais (Klink et al., 1993; Solbrig e Young, 1993; Ratter et al., 1997; Klink e Machado, 2005). Os dados de degradação das savanas são alarmantes e, para comentar sobre isso, alguns números e a situação do Cerrado serão usados como exemplos.

Tabela 2. Algumas características da biosfera relacionadas à produtividade. Unidades em km² e tonelada de clorofila e matéria orgânica seca.

Ecossistema	Área 10 ⁶ km ²	Clorof. 10 ⁶ t	A. s. f. 10 ⁶ km ²	Serr. 10 ⁹ t	C. anim. 10 ⁶ t/ano	P. anim. 10 ⁶ t/ano	B. anim. 10 ⁶ t
Floresta Tropical	17,0	51,0	136	3,4	2.600	260	330
Floresta Tropical Estacional	7,5	18,8	38	3,8	720	72	90
Floresta Temperada Sempre Verde	5,0	15,5	60	15,0	260	26	50
Floresta Decídua Sempre Verde	7,0	14,0	35	14,0	420	42	110
Floresta Boreal	12,0	36,0	144	48,0	380	38	57
Arvoredos e arbustais (escrube) ⁽¹⁾	8,5	13,6	34	5,1	300	30	40
Savana	15,0	22,5	60	3,0	2.000	300	220
Campo Temperado	9,0	11,7	32	3,6	540	80	60
Tundra e Campo Alpino	8,0	4,0	16	8,0	33	3	3,5
Deserto e semideserto arbustivo	18,0	9,0	18	0,36	48	7	8
Deserto extremo, rochas, areia e gelo	24,0	0,5	1,2	0,03	0,2	0,02	0,02
Terras cultivadas	14,0	21,0	56	1,4	90	9	6
Brejos e pântanos	2,0	6,0	14	5,0	320	32	20
Lagos e riachos	2,0	0,5			100	10	10
Total continental	149,0	226	644	111	7.810	909	1.005
Mar aberto	332,0	10,0			16.600	2.500	800
Reservatórios ⁽²⁾	0,4	0,1			70	11	4
Plataforma continental ⁽³⁾	26,6	5,3			3.000	430	160
Algal beds e recifes	0,6	1,2			240	36	12
Estuários	1,4	1,4			320	48	21
Total marinho	361	18,0			20.320	3.025	997
Total geral	510	224			28.040	3.934	2.002

Clorof. – clorofila; A.s.f. – área de superfície foliar; Serr. – Serapilheira (*Litter mass*); C. anim. – Consumo animal; P. anim. – Produção animal; B. anim. – Biomassa animal.

⁽¹⁾ woodland and shrubland; ⁽²⁾ upwelling zones; ⁽³⁾ continental shelf.

Fonte: Whittaker (1975, p. 226).

Segundo o documento *Ações...* (1999), nas últimas décadas

O Cerrado tem sido visto como uma alternativa ao desmatamento da Amazônia, sendo proposta a exploração mais intensa dessa região, seja por expansão agrícola, seja por plantios florestais para fixar carbono atmosférico. O processo de ocupação chegou a tal ponto que não é mais apropriado considerá-lo como fronteira. A ocupação humana e a construção de estradas fizeram com que a massa contínua de área com biota natural se transformasse numa paisagem cada vez mais fragmentada, composta por ilhas inseridas numa matriz de agroecossistemas.

Nesse contexto, unindo Cerrado e Pantanal, aquele documento indicou que a integridade da cobertura vegetal já estaria comprometida em 49,11 %, classificados como não-Cerrado, sendo que 16,72 % estariam cobertos por Cerrado fortemente antropizado, 17,45 % seriam Cerrado antropizado

e restariam somente 16,77 % de áreas com Cerrado não antropizado.

Somente em relação ao Cerrado, Klink e Machado (2005) registraram, como principais formas de uso da terra, a implantação de pastagens (ocupando 41,56 % da área nuclear do bioma), atividades agrícolas (11,35 %), florestas artificiais (0,07 %) e áreas urbanas (1,90 %), as quais modificaram profundamente a paisagem de mais da metade dos cerca de 2 milhões de quilômetros quadrados originalmente ocupados pelo Cerrado. Isso, basicamente nos últimos 35 anos (Klink e Machado, 2005). Dados similares são registrados em regiões específicas do bioma, como no Distrito Federal, onde os números indicam perdas superiores a 57 % da cobertura vegetal. Apenas a fitofisionomia Cerrado sentido restrito já teria sido reduzida em 73 % da sua cobertura original (Vegetação..., 2000).

Um dos efeitos da intervenção humana na natureza é a redução na diversidade das comuni-

dades de plantas, animais e microrganismos. Isto ocorre principalmente pela implantação de pastagens, agricultura e reflorestamentos monoespecíficos, mas também pela eliminação de áreas para dar lugar a zonas urbanas, hidrelétricas, estradas e mineração. Além desses, há outros fatores culturais humanos, como as guerras (Kanyamibwa, 1998), cujos efeitos foram comentados para as savanas do planeta por Mistry (2000). Dos fatores de intervenção anteriores, normalmente, quanto maior o nível tecnológico aplicado durante o processo de uso do solo, maior a simplificação dos ecossistemas, principalmente no que se refere à diversidade da fauna e da flora (Solbrig e Young, 1993; Ratter et al., 1997).

A acelerada e desordenada ocupação do Cerrado (Ratter et al., 1997; Ações..., 1999; Vegetação..., 2000; Klink e Machado, 2005) é um exemplo real dos impactos humanos negativos sobre áreas de savana. O uso da terra naquele ambiente tem se caracterizado predominantemente pelos sistemas de produção intensivos, com utilização de elevadas doses de fertilizantes e pesticidas, além de mecanização pesada, buscando produtividades máximas. O uso excessivo e inadequado de implementos agrícolas de preparo do solo, como a grade aradora, tem aumentado os problemas com erosão, compactação e destruição dos agregados do solo, promovendo também reduções drásticas nos teores de matéria orgânica, principal componente de fertilidade dos solos sob essa vegetação (Silva et al., 1994).

Os sistemas agrícolas mantidos com altos custos monetário e energético proporcionam, em um período relativamente curto, certa estabilidade na produção vegetal. Porém, com o esgotamento dos recursos naturais, que afetam principalmente o solo e a água, além da poluição ambiental, essa produtividade não se sustenta ao longo dos anos. Segundo Blancaneaux et al. (1998), o Cerrado de Goiás perde aproximadamente 21 milhões de toneladas de solo/ano, juntamente com fertilizantes e pesticidas, em áreas cultivadas com soja, milho e pastagens. Esses sedimentos são carregados para os cursos d'água e causam problemas de assoreamento de córregos, rios e reservatórios, provocando inundações e diminuição considerável do volume dos reservatórios, poluição dos mananciais hídricos e

agravamento das secas (estação seca mais longa, redução no total de precipitação pluvial e veranicos mais frequentes e longos).

Diante da atual situação de ocupação do Cerrado, onde, do total de 204 milhões de hectares, 35 milhões já estão ocupados com pastagens cultivadas, 10 milhões com culturas anuais e 2 milhões de hectares com culturas perenes e florestais (Embrapa, 1998; Embrapa Solos, 1999), práticas sustentáveis de uso e manejo do solo tornaram-se relevantes. Por essa perspectiva, práticas como o uso de plantas condicionadoras do solo (adubos verdes e plantas de cobertura), diversificação nos sistemas de cultivos com associação de espécies vegetais, adubação verde e o emprego do sistema de plantio direto, são ações que visam recuperar solos já degradados e abandonados, mantendo a qualidade daqueles que estão em uso, evitando, assim, a abertura de novas áreas consideradas de fronteira agrícola (Carvalho et al., 2000).

Em síntese, embora as savanas sejam a casa de cerca de 1 bilhão de pessoas (Mistry, 2000), elas têm sido sistematicamente destruídas para dar lugar a outras formas de uso da terra. Existe uma preocupação mundial com as florestas, que despertam no grande público muito mais interesse que qualquer outra vegetação. Das savanas, erroneamente ainda tidas como vegetações de importância menor²⁴, foi pinçado o termo “savanização” – ainda ausente da maioria dos dicionários –, que identifica os processos de transformação de áreas originalmente florestadas. Como o seu termo irmão “desertificação” – este, há muito dicionarizado –, a savanização é tratada como algo a ser combatido. Se, para as florestas, é correto que se combatam esses processos, é incorreto que a associação ao termo savana impute algo que sempre deve ser combatido. Isso é um erro! Savanas naturais são um fato biológico e são importantes por cobrirem vastas superfícies do planeta, podendo ser tão ricas quanto as mais ricas florestas tropicais, como é o caso do Cerrado brasileiro.

O Cerrado é uma savana?

Até aqui o Cerrado foi tratado diretamente como

uma savana, tendo sido usado no item anterior para exemplificar a degradação antrópica nas savanas. No entanto, ainda cabe uma breve discussão sobre a pergunta que dá título a este item: o Cerrado é uma savana? Além da já mencionada ação antrópica, essa pergunta foi positivamente respondida ao longo do texto em considerações sobre fatores condicionantes e pela interpretação conceitual ampla de autores como Cole (1958, 1986), Rizzini (1970) ou Collinson (1988). Cole (1958) intitulou seu clássico artigo de *A savana brasileira*, no qual aborda o Cerrado, o Pantanal e a Caatinga, enquanto Rizzini (1970) afirmou que “por cerrado entende-se a forma brasileira da formação geral chamada savana”. Essa discussão complementar ainda tem espaço para que dúvidas acadêmicas recorrentes possam ser esclarecidas.

O Cerrado é um “complexo vegetacional que possui relações ecológicas e fisionômicas com outras savanas da América Tropical e de continentes como a África e a Austrália”. Ocorre em altitudes que variam de cerca de 300 m a mais de 1.600 m (ver Capítulo 6). Vários autores (Eiten, 1972, 1982, 1994; Ribeiro e Walter, 1998; e outros) anotaram que, além do clima, influenciariam na distribuição da flora alguns efeitos devidos ao solo (química e física do solo, disponibilidade de água e nutrientes), a geomorfologia e a topografia, a latitude, a frequência das queimadas, a profundidade do lençol freático, o pastejo e inúmeros fatores antrópicos, como a abertura de áreas para a agropecuária, a extração de madeira, o manejo de pastagens por meio de queimadas, entre outros. Todos esses aspectos foram comentados aqui, partindo do pressuposto de que o Cerrado fosse uma savana. No entanto, trabalhos antigos, de autores como Waibel (1948, 1948a), Santos (1951) e Sick (1960), ou mais recentes, como Eiten (1972, 1977) e Santos et al. (1977), questionam essa subordinação e ainda angariam defensores no presente. Segundo Santos (1951), o Cerrado “[N]ão se trata propriamente de uma savana, embora o seu aspecto geral possa dar essa impressão.”. Para Waibel (1948a), o Cerrado não é savana, pois esta é “basicamente uma campina; uma campina com árvores esparsas”. Santos et al.

(1977), por sua vez, concluíram que “deve-se evitar enquadrar os Cerrados na classificação mundial das formações vegetais como um subtipo dos modelos já reconhecidos, mas, sim, considerá-lo como um termo autônomo, individualizado e *sui generis*”.

Para responder à questão se Cerrado é savana, o primeiro aspecto a considerar é conceitual. Cerrado é uma palavra que, hoje, possui três acepções técnicas (ver Capítulo 6). A mais abrangente é o bioma²⁵ do Brasil Central, seguindo-se o sentido amplo (Coutinho, 1978; Eiten, 1994) e, finalmente, o sentido restrito (um dos tipos fitofisionômicos que ocorrem na formação savânica do bioma).

Considerando as três acepções indicadas, pode-se afirmar, neste caso, que o bioma Cerrado é caracterizado principalmente por uma típica savana, em seu sentido fisionômico mais difundido – conforme Collinson (1988), uma “formação tropical com domínio de gramíneas, contendo uma proporção maior ou menor de vegetação lenhosa aberta e árvores associadas” (ver também outras definições apresentadas neste capítulo). Esta savana é o Cerrado sentido restrito. O Cerradão, por ser uma floresta, não pode ser incluído como savana, assim como não deve ser incluído o Campo Limpo, pois esta paisagem é de um campo puro. Por essa interpretação, somente o Cerrado sentido restrito e o Campo Sujo (ou uma parte do Cerrado sentido amplo) estariam enquadrados na definição fisionômica de savana²⁶, cujo conceito exclui os campos puros (representados perfeitamente pelo Campo Limpo). O bioma como um todo não é savana, uma vez que nele ocorrem florestas (por exemplo, as Matas de Galeria, as Matas Secas e o Cerradão) e campos puros, mas é caracterizado primordialmente por uma típica vegetação de savana, que o ocupa a maior parte da área; de 80 % a 90 % do Brasil Central, segundo Eiten (1972, 1977, 1978).

Por sua qualidade, ainda têm muita influência os textos de George Eiten (Eiten 1972, 1977, 1978, 1982, 1986, 1994), autor que sugeriu separar cerrado do conceito de savana. Essa idéia de separação não é original, pois autores como Sick (1960) já a defendiam: cerrado “é vegetação *sui*

²⁴ No *Dicionário Caldas Aulete*, por exemplo, savana é definida como um “lugar extenso e inculto, na América: De Ásia as florestas lhe negaram sombra, a savana sem fim negou-lhe a alfombra. ... || planície que produz só erva ou mato: ...”.

generis". Ao delimitar o conceito de cerrado, Eiten (1977) o definiu como uma "vegetação xeromorfa de arvoredos, comunidades arbustivas, savanas abertas e campos gramíneos do Brasil Central". Por essa definição, aplicou o termo savana como uma forma subordinada ao conceito de Cerrado (ver nota de rodapé 15), quando é o mais usual e intuitivo é considerar exatamente o contrário (por exemplo, Waibel, 1948a, 1948b; Cole, 1958, 1986; Rizzini 1970). Para dissociar o conceito de Cerrado do de savana, seu principal argumento foi florístico, baseado na grande riqueza e na diversidade em espécies por área dos trechos de Cerrado (*lato sensu*), em comparação com as savanas mundiais. Apesar de Eiten (1972) anotar a inclusão de campos puros no conceito de savana adotado na América Tropical, ele argumentou que, se o Cerrado (*lato sensu*) fosse incluído como savana, os Campos Limpos ou determinados trechos de mata decídua também teriam que ser incluídos sob o termo – o que não consideramos que seja uma obrigação conceitual, se não for o bioma que estiver sob análise. Na verdade, Eiten (1977) fez uma interpretação excessivamente rígida da palavra Cerrado, ao contrário do que permitiria a própria história do termo, que foi aplicado de modo muito variável por diferentes autores ao longo dos séculos 19 e 20. Como Eiten (1972, 1977) julgou o Cerrado (*lato sensu*) um tipo florístico único, de caráter individual²⁵, sugeriu que fosse colocado no mesmo nível de formações principais (*chief types sensu* Schimper, 1898), como a floresta tropical ou o deserto. Seu desejo é que a palavra Cerrado não fosse "... meramente um sinônimo brasileiro de savana" (Eiten, 1977, p. 132). Porém, fisionomicamente não há como excluir o Cerrado sentido restrito do conceito geral de savana, qualquer que seja a definição adotada; exceto se savana for considerada um campo puro – o que preferimos evitar. Já o Cerrado sentido amplo e o bioma são realmente de análises mais complexas. No primeiro caso, há a presença de áreas puras de

campo (cuja forma é campo – embora, como mencionado, algumas definições de savana o incluam) e do Cerradão (cuja forma é floresta). No segundo caso, além daquelas fisionomias, devem ser acrescidas florestas (secas, ciliares, de galeria). Portanto, realmente Cerrado não é um mero sinônimo brasileiro de savana, mas sim um componente desse conceito, tal qual os Llanos da Venezuela e da Colômbia ou o Miombo africano.

Coutinho (1978) foi um dos poucos autores que criticaram formalmente essa proposição radical de Eiten (1972), mas que foi objeto de muita crítica informal, e não veio a ser seguido pela maioria dos autores que trabalharam desde então. Em contrapartida, o argumento de Eiten (1972, 1977) também foi apoiado formalmente por poucos autores, entre os quais Allem e Valls (1987), ou, indiretamente, por autores como Rennó (1971). Modernamente, a maioria dos autores considera as principais formas de vegetação do Cerrado (ou parte do bioma, da província, ou do domínio) subordinada ao conceito de savana, como Felfili e Silva Júnior (1993), que anotaram: "A vegetação de Cerrado é considerada uma savana sazonal úmida" (*The cerrado vegetation is considered a wet seasonal savanna*); ou Ratter et al. (1997), que escreveram que "A savana brasileira é chamada cerrado" (*The Brazilian savanna vegetation is called cerrado*); ou, ainda, o recente livro de Oliveira e Marquis (2002), intitulado *The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna* (*Os cerrados do Brasil: ecologia e história natural de uma savana neotropical*). Embora a proposta de Eiten fosse sedutora, com um autor influente a defendê-la, o Cerrado é uma savana. Uma savana floristicamente rica.

Referências

AÇÕES prioritárias para a conservação da biodiversidade do Cerrado e Pantanal. Brasília:

²⁵ Bioma é usado aqui no sentido de uma grande área geográfica, ou biossistema regional ou subcontinental, caracterizado por um tipo principal de vegetação. Com esse sentido, deve ser entendido como sinônimo de domínio vegetacional ou província, na acepção adotada por autores como Leopoldo Magno Coutinho e Aziz Ab'Sáber. Ver também nota de rodapé 13 e Capítulo 6.

²⁶ Por certo que esta análise restringe-se ao conceito de Cerrado *lato sensu*, conforme interpretado por Coutinho (1978), excluindo outros tipos de vegetação savânica, como o Parque de Cerrado ou os Palmeirais (Capítulo 6).

²⁷ Embora isso esteja correto floristicamente, ainda assim é grande a afinidade florística com outras savanas sul-americanas, como os Llanos, ou as próprias savanas amazônicas da Região Norte do Brasil, que possuem baixa diversidade (por exemplo, Miranda, 1993; Miranda e Absy, 2000). Fisionomicamente, no entanto, o argumento fragiliza-se diante do conceito mais difundido de savana.

Conservation International do Brasil: FUNATURA: UnB: Fundação Biodiversitas: MMA, 1999. 26 p. il. Inclui 1 mapa "Prioridades para a conservação do Cerrado e do Pantanal".

ALLEM, A. C.; VALLS, J. F. M. **Recursos forrageiros nativos do Pantanal Mato-Grossense**. Brasília: Embrapa-Cenargen, 1987. 339 p. (Embrapa-Cenargen. Documentos, 8).

ASKEW, G. P.; MOFFATT, D. J.; MONTGOMERY, R. F.; SEARL, P. L. Soils and soil moisture as factors influencing the distribution of the vegetation formations of the Serra do Roncador, Mato Grosso. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 3., 1971, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Edgard Blücher: EDUSP, 1971. p. 150-160.

BARUCH, Z.; BELSKY, J. A.; BULLA, L.; FRANCO, C. A.; GARAY, I.; HARIDASAN, M.; LAVELLE, P.; MEDINA, E.; SARMIENTO, G. Biodiversity as regulator of energy flow, water use and nutrient cycling in savannas. In: SOLBRIG, O. T.; MEDINA, E.; SILVA, J. (Ed.). **Biodiversity and savanna ecosystem processes**. Berlin: Springer-Verlag, 1996. p.176-194. (Ecological Studies, 121).

BECKERMAN, W. **O pequeno é estúpido: uma chamada de atenção aos verdes**. Lisboa: Dinalivro, 2000. (O Problema da Terra, 2).

BLANCANEUX, P.; KER, J. C.; CHAGAS, C. S. da; CARVALHO-FILHO, A. de; CARVALHO, A. M. de; FREITAS, P. L. de; AMABILE, R. F.; CARVALHO-JÚNIOR, W. de; MOTTA, P. E. F.; COSTA, L. D. da; PEREIRA, N. R.; LIMA, E. M. B. Organização e funcionamento da cobertura pedológica. In: BLANCANEUX, P. (Ed.). **Interações ambientais no cerrado: microbacia piloto de Morrinhos, Estado de Goiás, Brasil**. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS: ORSTOM; Brasília: Embrapa-SPI, 1998. p. 147-204.

BLASCO, F. The transition from open forest to savanna in continental southeast Asia. In: BOURLIÈRE, F. (Ed.). **Ecosystems of the world 13: tropical savannas**. Amsterdam: Elsevier Scientific, 1983. p. 167-181.

BLYDENSTEIN, J. Tropical savanna vegetation of the Llanos of Colombia. **Ecology**, Tempe, v. 48, n. 1, p. 1-15, 1967.

BOURLIÈRE, F. (Ed.). **Ecosystems of the world 13: tropical savannas**. Amsterdam: Elsevier Scientific, 1983. 730 p.

BOURLIÈRE, F.; HADLEY, M. Present-day savannas: an overview. In: BOURLIÈRE, F. (Ed.). **Ecosystems of the world 13: tropical savannas**. Amsterdam: Elsevier Scientific, 1983. p. 1-17.

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **The nature and properties of soils**. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 1996. 740 p.

BRONOWSKI, J. **A escalada do homem**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes: UnB, 1983. 448 p.

BUCHER, E. H. Chaco and Caatinga - South American arid savannas, woodlands and Thickets. In: HUNTLEY, B. J.; WALKER, B. H. (Ed.). **Ecology of tropical savannas**. Berlin: Springer-Verlag, 1982. p. 48-79. (Ecological Studies, 42).

CABRERA, A. L.; WILLINK, A. **Biogeografia de America Latina**. 2. ed. Washington, DC: OEA, 1980.

CAIN, S. A. **Fundamentos de fitogeografia**. Buenos Aires: Acme, 1951. 659 p.

CARVALHO, A. M. de; BURLE, M. L.; PEREIRA, J.; SILVA, M. A. da. **Manejo de adubos verdes no cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 2000. 28 p. (Embrapa-CPAC. Circular Técnica, 4).

COLE, M. M. A savana brasileira. **Boletim Carioca de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 11, p. 5-52, 1958.

COLE, M. M. **The savannas: biogeography and geobotany**. London: Academic Press, 1986. 438 p.

COLLINSON, A. S. **Introduction to world vegetation**. 2 ed. London: Unwin Hyman Ltd., 1988. 325 p.

COUTINHO, L. M. O conceito de Cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 17-23, 1978.

DAUBENMIRE, R. **Plant communities: a textbook of plant synecology**. New York: Harper & Row, 1968. 300 p.

DRUDE, O. **Handbuch der pflanzengeographie**. Stuttgart: Engelhorn, 1890. 582 p.

EITEN, G. **Vegetation forms (a classification of stands of vegetation based on structure, growth form of the component, and vegetative periodicity)**. São Paulo: Instituto de Botânica, 1968. 88 p. (Instituto de Botânica. Boletim, 4).

EITEN, G. The cerrado vegetation of Brazil. **The**

Botanical Review, Bronx, v. 38, n. 2, p. 201-341, 1972.

EITEN, G. Delimitação do conceito de cerrado. **Arquivos do Jardim Botânico**, Rio de Janeiro, v. 21, p. 125-134, 1977.

EITEN, G. A sketch of vegetation of Central Brasil, In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE BOTÂNICA, 2; CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 29., 1978, Brasília. **Resumos dos trabalhos**. Brasília: Sociedade Botânica do Brasil, 1978. p. 1-37.

EITEN, G. Brazilian "savannas". In: HUNTLEY, B. J.; WALKER, B. H. (Ed.). **Ecology of tropical savannas**. Berlin: Springer-Verlag, 1982. p. 25-47. (Ecological Studies, 42).

EITEN, G. The use of the term "savanna". **Tropical Ecology**. v. 27, n. 1, p. 10-23, 1986.

EITEN, G. Vegetação do cerrado In: PINTO, M. N. (Ed.). **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. 2. ed. Brasília: UnB: SEMATEC, 1994. p. 17-73.

EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. **Embrapa Cerrados e a região dos Cerrados: informações básicas e dados estatísticos**. Planaltina, DF, 1998. 24 p.

EMBRAPA SOLOS. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

EMMERICH, K. H. Influence of landform, landscape development and soil moisture balance on forest and savanna ecosystem patterns in Brazil. **Pedologie**, v. 11, n. 1, p. 5-17, 1990.

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

FONT QUER, P. **Diccionario de Botánica**. Barcelona: Labor, 1985. 1244 p.

FURLEY, P. A.; PROCTOR, J.; RATTER, J. A. (Ed.). **Nature and dynamics of forest-savanna boundaries**. London: Chapman & Hall, 1992. 616 p.

GILLISON, A. N. Tropical savannas of Australia and the Southwest Pacific. BOURLIÈRE, F. (Ed.) **Ecosystems of the world 13: tropical savannas**. Amsterdam: Elsevier Scientific, 1983. p. 183-243.

GILLON, D. The fire problem in tropical savannas. In: BOURLIÈRE, F. (Ed.). **Ecosystems of the world 13: tropical savannas**. Amsterdam: Elsevier Scientific, 1983. p. 617-641.

GLOSSÁRIO de ecologia. 2. ed. [S.l.]: ACIESP: CNPq: FINEP: FAPESP, 1997. 351 p. (ACIESP, 103).

GOOD, R. **The geography of the flowering plants**. 3rd ed. London: Longmans, 1964. 518 p.

GOODLAND, R. A.; FERRI, M. G. **Ecologia do Cerrado**. Belo Horizonte: Itatiaia, 1979. 193 p. (Reconquista do Brasil, 52).

GRISEBACH, A. **Die vegetation der erde nach ihrer klimatischen anordnung**. Leipzig: [s.n.], 1872. 1335 p.

HOFFMANN, W. A. Direct and indirect effects of fire on radial growth of cerrado savanna trees. **Journal of Tropical Ecology**, New York, v. 18, n. 5, p. 137-142, 2002.

HOPKINS, B. Ecological processes at the forest-savanna boundary. In: FURLEY, P. A.; PROCTOR, J.; RATTER, J. A. (Ed.). **Nature and dynamics of forest-savanna boundaries**. London: Chapman & Hall, 1992. p. 21-33.

HUBER, O.; RIINA, R. (Ed.). **Glosario fitoecológico de las Américas**. Caracas: Ediciones Tamandúa: Unesco, 1997. 500 p.

HUECK, K. **As florestas da América do Sul**. Brasília: Editora da Universidade de Brasília: São Paulo: Polígono, 1972. 466 p. il.

HUETZ-DE-LEMPS, A. **La végétación de la tierra**. Madri: Akal Editor, 1970. 263 p.

HUNTLEY, B. J.; WALKER, B. H. (Ed.). **Ecology of tropical savannas**. Berlin: Springer-Verlag, 1982. 669 p. (Ecological Studies, 42).

KANYAMIBWA, S. Impact of war on conservation: Rwandan environment and wildlife in agony. **Biodiversity and Conservation**, London, v. 7, p. 1399-1406, 1998.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conservation Biology**, Malden, v. 19, n. 3, p. 707-713, 2005.

KLINK, C. A.; MOREIRA, A. G.; SOLBRIG, O. T. Ecological impact of agricultural development in the cerrados. In: YOUNG, M. D.; SOLBRIG, O. T. (Ed.). **The world's savannas: economic driving forces, ecological constraints and policy options for**

- sustainable land use. Paris: Unesco: Parthenon, 1993. p. 259-282. (Man and Biosphere Series, 12).
- LACEY, C. J.; WALKER, J.; NOBLE, I. R. Fire in Australian savannas. In: HUNTLEY, B. J.; WALKER, B. H. (Ed.). **Ecology of tropical savannas**. Berlin: Springer-Verlag, 1982. p. 246-272. (Ecological Studies, 42).
- LAYCOCK, W. A. Introduction. In.: FRENCH, N. R. **Perspectives in grassland ecology: results and applications of the US/IBP Grassland Biome Study**. New York: Springer-Verlag, 1979. p. 1-2.
- LEAKEY, R. E.; LEWIN, R. **Origens: o que novas descobertas revelam sobre o aparecimento da nossa espécie e seu possível futuro**. 2. ed. São Paulo: Melhoramentos; Brasília: Ed. Universidade de Brasília, 1981. Traduzido por M. L. C. G. de Almeida.
- LEDRU, M. P. Late quaternary environmental and climatic changes in Central Brazil. **Quaternary Research**, San Diego, v. 39, p. 90-98, 1993.
- LEDRU, M. P. Late quaternary history and evolution of the Cerrados. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. (Ed.). **The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna**. New York: Columbia University Press, 2002. p. 33-50.
- LONGMAN, K. A.; JENIK, J. Forest-savanna boundaries: general considerations. In: FURLEY, P. A.; PROCTOR, J.; RATTER, J. A. (Ed.). **Nature and dynamics of forest-savanna boundaries**. London: Chapman & Hall, 1992. p. 3-21.
- MARCHIORI, J. N. C. **Fitogeografia do Rio Grande do Sul: campos sulinos**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004. 110 p. il.
- MARTIUS, C. F. P. von. **Tabulae physiognomicae brasiliae regiones iconibus expressas descripsit deque vegetatione illius terrae uberius**. [S.l.: s.n.], 1840-1869. p. 1-110.
- MARTIUS, C. F. P. von. A fisionomia do reino vegetal no Brasil. **Arquivos do Museu Paranaense**, v. 3, p. 239-271, 1943. Tradução de E. Niemeyer e C. Stellfeld de "Die physiognomie des planzenreiches in Brasilien". Sitz. Akad. Wiss. München 1824.
- MENAUT, J. C. The vegetation of African savannas. In: BOURLIÈRE, F. (Ed.). **Ecosystems of the world 13: tropical savannas**. Amsterdam: Elsevier Scientific, 1983. p. 109-149.
- MIRANDA, H. S.; SAITO, C. H.; DIAS, B. F. S. (Org.). **Impactos de queimadas em áreas de cerrado e restinga**. Brasília: Dep. de Ecologia, UnB, 1996. 187 p. Contém os anais do Simpósio Impacto de Queimadas sobre os ecossistemas e mudanças globais.
- MIRANDA, H. S.; BUSTAMANTE, M. M. C.; MIRANDA, A. C. The fire factor. OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. (Ed.). **The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna**. New York: Columbia University Press, 2002. p. 51-68.
- MIRANDA, I. S. Estrutura do estrato arbóreo do cerrado amazônico em Alter-do-Chão, Pará, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 143-150, 1993.
- MIRANDA, I. S.; ABSY, M. L. Fisionomia das savanas de Roraima, Brasil. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 30, n. 3, p. 423-440, 2000.
- MISRA, R. Indian savannas. In: BOURLIÈRE, F. (Ed.). **Ecosystems of the world 13: tropical savannas**. Amsterdam: Elsevier Scientific, 1983. p. 151-166.
- MISTRY, J. **World savannas: ecology and human use**. Harlow: Prentice-Hall, 2000. 344 p. il.
- MOREIRA, A. G. Proteção contra o fogo e seu efeito na distribuição e composição de espécies de cinco fisionomias de Cerrado. In: MIRANDA, H. S.; SAITO, C. H.; DIAS, B. F. S. (Ed.). **Impactos de queimadas em áreas de cerrado e restinga**. Brasília: Dep. de Ecologia, UnB, 1996. p. 112-121. Contém os anais do Simpósio Impacto de Queimadas sobre os ecossistemas e mudanças globais.
- MOREIRA, A. G. Effects of fire protection on savanna structure in central Brazil. **Journal of Biogeography**, London, v. 27, p. 1021-1029, 2000.
- NIX, H. A. Climate of tropical savannas. In: BOURLIÈRE, F. (Ed.). **Ecosystems of the world 13: tropical savannas**. Amsterdam: Elsevier Scientific, 1983. p. 37-62.
- OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. (Ed.). **The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna**. New York: Columbia University Press, 2002. 398 p.
- RAMIA, M. Tipos de sabana en los Llanos de Venezuela. **Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales**, Caracas, v. 27, n. 112, p. 264-288, 1967.

- RATTER, J. A.; RIBEIRO, J. F.; BRIDGEWATER, S. The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. **Annals of Botany**, London, v. 80, p. 223-230, 1997.
- RAWITSCHER, F. K. The water economy of the vegetation of the campos cerrados in southern Brazil. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 26, p. 237-268, 1948.
- REATTO, A.; CORREIA, J. R.; SPERA, S. T. Solos do bioma Cerrado In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). **Cerrado: ambiente e flora**. Brasília: Embrapa Cerrados, 1998. p. 47-86.
- RENNÓ, L. R. A flora do Cerrado. **Oréades**, Belo Horizonte, v. 2, n. 4, p. 25-30, 1971.
- RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). **Cerrado: ambiente e flora**. Brasília: Embrapa Cerrados, 1998. p. 87-166.
- RICHARDS, P. W. **The tropical rain forest: an ecological study**. Cambridge: Cambridge University Press, 1976. 450 p. (Reprinted first published 1952).
- RICHARDS, P. W. **The tropical rain forest: an ecological study**. Cambridge: Cambridge University Press, New York, 1996. 2ed., 575 p. (with contributions by R. P. D. Walsh, I. C. Baillie and P. Greig-Smith).
- RIZZINI, C. T. Sobre alguns aspectos do cerrado. **Boletim Geográfico**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 218, p. 48-66, 1970.
- RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos**. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, 1997. 747 p. Revisado por Cecília M. Rizzini.
- SALGADO-LABOURIAU, M. L. Late Quaternary palaeoclimate in the savannas of South America. **Journal of Quaternary Science**, Chichester, v. 12, p. 371-379, 1997.
- SANTOS, L. B. dos. Estudo esquemático da vegetação do Brasil. **Boletim Geográfico**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 104, p. 848-854, 1951.
- SANTOS, L. B. dos; INNOCÊNCIO, N. R.; GUIMARÃES, M. R. da S. Vegetação. In: FUNDAÇÃO Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geografia do Brasil: região Centro Oeste**. Rio de Janeiro: Diretoria de Divulgação, Centro de Serviços Gráficos, 1977. p. 59-84.
- SARMIENTO, G. The savannas of Tropical America. In: BOURLIÈRE, F. (Ed.). **Ecosystems of the world 13: tropical savannas**. Amsterdam: Elsevier Scientific, 1983. p. 245-288.
- SARMIENTO, G.; MONASTERIO, M. A critical consideration of the environmental conditions associated with the occurrence of savanna ecosystems in tropical America. In: GOLLEY, F. B.; MEDINA, E. (Ed.). **Tropical ecological systems**. Berlin: Springer, 1975. p. 223-250.
- SATO, M. N.; MIRANDA, H. S. Mortalidade de plantas lenhosas do cerrado *sensu stricto* submetidas a diferentes regimes de queima. In: MIRANDA, H. S.; SAITO, C. H.; DIAS, B. F. S. (Ed.). **Impactos de queimadas em áreas de cerrado e restinga**. Brasília: Dep. de Ecologia, UnB, 1996. p. 102-111.
- SCHIMPER, A. F. W. **Plant geography: upon a physiological basis**. New York: Hafner, 1960. 839 p. Reprinted - original de 1898.
- SHIMWELL, D. W. **The description and classification of vegetation**. London: Sidgwick & Jackson, 1971. 322 p. (Biology Series).
- SICK, H. A formação do cerrado. In: CONGRES INTERNATIONAL DE GEOGRAPHIE, 18., 1956, Rio de Janeiro. **Comptes rendus**. Rio de Janeiro: [s.n.] 1959. p. 332-338.
- SILVA, J. E.; LEMAINSKI, J.; RESK, D. V. S. Perdas de matéria orgânica e suas relações com a capacidade de troca catiônica em solos da região dos cerrados do oeste baiano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 18, p. 541-547, 1994.
- SOARES, R. V. Os incêndios florestais na Região do Cerrado. **Brasil Florestal**, Brasília, v. 10, n. 41, p. 39-43, 1980.
- SOLBRIG, O. T.; YOUNG, M. D. Economic and ecological driving forces affecting tropical savannas. In: YOUNG, M. D.; SOLBRIG, O. T. (Ed.). **The world's savannas: economic driving forces, ecological constraints and policy options for sustainable land use**. Paris: Unesco: Parthenon, 1993. p. 3-18. (Man and Biosphere Series, 12).
- TANSLEY, A. G. The use and abuse of vegetational concepts and terms. **Ecology**, Tempe, v. 16, p. 284-307, 1935.
- TOWNSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. **Fundamentos em ecologia**. Porto Alegre: Artmed

Editora Ltda., 2006. 2ed. 592 p. (original em inglês de 2003).

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

VELOSO, H. P. Sistema fitogeográfico. In: IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. p. 9-38. (Manuais Técnicos em Geociências, n. 1).

WAIBEL, L. A vegetação e o uso da terra no planalto central. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 3, p. 335-380, 1948a.

WAIBEL, L. Vegetation and land use in the planalto central of Brazil. **Geographical Review**, New York, v. 38, p. 529-554, 1948b.

WALTER, H. **Vegetação e zonas climáticas**: tratado de ecologia global. São Paulo: Pedagógica e Universitária, 1986. 325 p.

WHITTAKER, R. H. **Classification of natural communities**. New York: Arno Press, 1977. 239 p. Reprint of The Botanical Review, v.28, n.1, 1962.

WHITTAKER, R. H. **Communities and ecosystems**. New York: MacMillan Publishing, 1975. 385 p. il.

WILSON, E. O.; PETER, F. M. (Ed.). **Biodiversidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. 657 p.

WILSON, E. O.; PETER, F. M. (Ed.). **Biodiversity**. Washington, DC: National Academy Press, 1988. 521 p.