

In: pp. 215-228, Sano, S.M., Almeida, S.P. de & Ribeiro, J.F. (editors), 2008. Cerrado, Ecologia y Flora. EMBRAPA, Brasília, Brasil.

Capítulo 7

**Padrões Fitogeográficos
e sua Relação com Sistemas
de Terra no Bioma Cerrado**

*Jeanine Maria Felfili
Maria Cristina Felfili
Paulo Ernane Nogueira
Juan F. Silva Armas
Mário R. Farinas
Marcelo Nunes
Manoel Cláudio da Silva Júnior
Alba Valéria Rezende
Christopher William Fagg*

Introdução¹

A heterogeneidade ambiental é um dos principais fatores que atuam na determinação e na manutenção da composição florística e na estrutura da vegetação (Oliveira Filho et al., 1989; Rodrigues et al., 1989). A resposta das espécies aos diversos fatores físicos e bióticos, assim como aos resultantes da interação entre esses fatores, evidencia que cada local tem características próprias e outras que são comuns a outros locais, passíveis de ser identificadas.

O bioma Cerrado exibe enorme heterogeneidade espacial (Dias, 1991), estendendo-se por mais de 20 graus de latitude, cujas altitudes variam desde o nível do mar até aproximadamente 2.000 m (Cochrane et al., 1985). Ocupa várias bacias hidrográficas (Amazonas, Tocantins, Paraná, Paraguai, São Francisco e Parnaíba) e exibe grande diversidade de solos (Capítulo 5 deste livro) e climas (Nimer, 1989).¹

A flora do Cerrado está entre as mais ricas savanas do mundo, com mais de 10 mil espécies vasculares compiladas em listas florísticas (Capítulo 14 deste livro). Os principais tipos fisionômicos e composição florística da vegetação do Cerrado são descritos em diversos estudos (Goodland, 1971; Eiten, 1972, 1978, 1983, 1991; Mendonça et al., 1998). Eles se apresentam em gradientes com variação apreciável na fisionomia, na florística, na abundância e na diversidade de espécies (Goodland, 1971; Goodland e Ferri, 1979; Oliveira Filho et al., 1989; Felfili e Silva Júnior, 1992, 1993; Filgueiras et al., 1998; Ribeiro e Walter, 1998; Felfili et al., 1994, 1997, 2001). A ocorrência de diferentes comunidades é esperada em virtude das diferenças de solo e relevo (Silva Júnior et al., 1987; Ratter e Dargie, 1992; Silva, 2002).

Os índices de diversidade encontrados nas várias fitofisionomias do Cerrado são comparáveis àqueles encontrados em florestas tropicais úmidas, em levantamentos com intensidade amostral similar (Felfili, 1995, 2000). A diversidade alfa normalmente é elevada, com índices de Shannon na faixa de 3 nats.ind⁻¹ a 4 nats.ind⁻¹

para amostras de 1 ha. Geralmente, o padrão de ocorrência das espécies é em mosaicos, com cerca de até 20 espécies dominantes, e as demais pouco abundantes ou raras, conforme levantamentos realizados por Silva Júnior et al. (1987), Felfili et al. (1994, 1997, 2001, 2004a), entre outros.

O bioma já foi reconhecido internacionalmente como um dos 25 *hott spots* para conservação (Mittermayer et al., 1999) em virtude da sua elevada diversidade biológica, ameaçada pela ocupação desordenada, que já converteu cerca de metade da vegetação natural (Klink et al., 1995; Hoffmann e Jackson, 2000). Esse processo tem levado a um contínuo empobrecimento da biodiversidade, à formação de áreas degradadas e ao declínio da diversidade biológica e da produtividade local, provocando, dessa forma, alterações microclimáticas (Hoffmann e Jackson, 2000). Considerando que as espécies de plantas têm distribuição restrita (Ratter e Dargie, 1992; Felfili et al., 1994, 1997, 2001, 2004a; Ratter et al., 2001, 2003), a magnitude da devastação da flora do Cerrado pode ser muito grande.

Diante do exposto, faz-se necessária uma estratégia baseada em características ambientais e bióticas que otimize as ações de conservação e manejo do bioma Cerrado. Um zoneamento desse bioma em áreas biológicas e fisicamente similares, cujos ecossistemas tenham um padrão de funcionamento similar, permitirá a criação de unidades de conservação representativas de grandes áreas, assim como estímulos ao extrativismo e ao manejo sustentável por meio de recomendações técnicas por zona ecológica.

Neste capítulo, relacionou-se a heterogeneidade fisiográfica com a heterogeneidade estrutural e florística do Cerrado *sensu stricto*. Nesse sentido, foi analisada a representatividade dos sistemas de terra (Cochrane et al., 1985) e das unidades ecológicas (Silva et al., 2006) para os padrões fitogeográficos do Cerrado *sensu stricto* localizados no Brasil Central.

A expectativa é a de definição de grandes áreas contínuas ou disjuntas, ao longo do bioma, com processos ecológicos e ofertas ambientais

¹ Revisor técnico: José Roberto R. Pinto.

similares, onde possam ser executados programas de conservação e manejo em larga escala.

Sistemas de terra

Para grande parte do Brasil Central, Cochrane et al. (1985) caracterizaram e mapearam sistemas de terra seguindo a abordagem de Christian e Stewart (1953). Esses autores definiram o sistema de terra como uma área ou um conjunto de áreas com um padrão recorrente de clima, paisagem e solos. Os polígonos resultantes dos sistemas de terra foram classificados por análise de agrupamento, resultando nas unidades ecológicas propostas por Silva et al. (2006).

O Brasil Central foi dividido por Cochrane et al. (1985) em 70 sistemas de terras, pertencentes a 25 unidades fisiográficas. Os polígonos dessas unidades fisiográficas foram digitalizados, e as informações referentes a 41 variáveis por sistema de terra foram utilizadas para construir uma matriz que foi submetida à análise de *cluster*, resultando na classificação dos sistemas de terra em dois níveis (Silva et al., 2006). O primeiro grande grupo, caracterizado pela geomorfologia dominante e tipos de vegetação, caracterizou as unidades de paisagem. Divisões posteriores resultaram nas unidades ecológicas, definidas pela fisionomia da vegetação dominante e suas fenologia (sempre-verde ou estacional), pela topografia e pela drenagem (Silva et al., 2006). Essas podem apresentar-se disjuntas ao longo do bioma, considerando que apenas critérios físicos e bióticos foram utilizados na sua definição, não sendo efetuada nenhuma injeção política, uma vez que se buscou representar como os padrões determinantes da biota se agrupam ao longo do bioma. Critérios conservacionistas e outros podem ser objeto de discussões posteriores, como na delimitação das ecorregiões para o Cerrado, conforme proposta apresentada por Arruda, no Capítulo 8 deste livro.

Os sistemas de terra e as unidades ecológicas (Silva et al., 2006) não abrangiam a extensão total do Brasil Central, especialmente nos seus limites sul e nordeste. Neste trabalho, foram então efetuadas sobreposições de mapas temáticos correspondentes às principais variáveis da matriz, mapas de solo, declividade, altitude, geomorfologia,

drenagem, vegetação e de modelo digital do terreno em Sistemas de Informações Geográficas (SIG), de modo que se pudesse incluir essas áreas no zoneamento.

Os limites do bioma Cerrado estão em conformidade com o IBGE (2004).

Os dados de vegetação provêm dos levantamentos realizados no âmbito dos projetos Biogeografia do Bioma Cerrado e Conservação e Manejo da Biodiversidade do Bioma Cerrado – CMBBC, em 22 áreas de Cerrado *sensu stricto* (Felfili e Silva Júnior, 1993; Felfili et al., 1994, 1997, 2001, 2004a), em cinco unidades fisiográficas do Brasil Central *sensu stricto*, Cochrane et al. (1985) (Fig. 1). São as seguintes: a) Pratinha (Chapada Pratinha), b) Veadeiros (Chapada dos Veadeiros ou Terras Altas do Tocantins), c) São Francisco (Espigão Mestre do São Francisco), d) Paranã (Vale do Paranã) e e) Xavantina (Complexo Xavantina). Essas cinco unidades fisiográficas abrangem onze sistemas de terra, entre os quais dois em Pratinha, três em Veadeiros, apenas um em São Francisco, dois em Paranã e três em Xavantina. Essas unidades fisiográficas estão inseridas nas unidades ecológicas 1A, 2A, 3A, 1D e 1C, respectivamente, conforme proposto por Silva et al. (2006) (Fig. 1 e 2).

Vegetação

Amostragem

Foram selecionadas seis áreas na Chapada Pratinha (as quatro primeiras situam-se nas Terras Altas, e as duas últimas, nas Terras Baixas dessa Chapada), cinco na Chapada dos Veadeiros, quatro no Vale do Paranã, quatro no Espigão Mestre do São Francisco e três no Complexo Xavantina, onde é feita, também, a correspondência das áreas com a classificação proposta por Silva et al. (2006) (Tabela 1).

Foram incluídas três unidades de conservação na Chapada Pratinha, todas no Distrito Federal, distantes cerca de 50 km umas das outras e localizadas no mesmo sistema de terra, conforme o zoneamento elaborado por Cochrane et al. (1985). São as seguintes: Parque Nacional de Brasília, com 30.000 ha, e Estação Ecológica de Águas Emendadas, com 10.000 ha. Além dessas

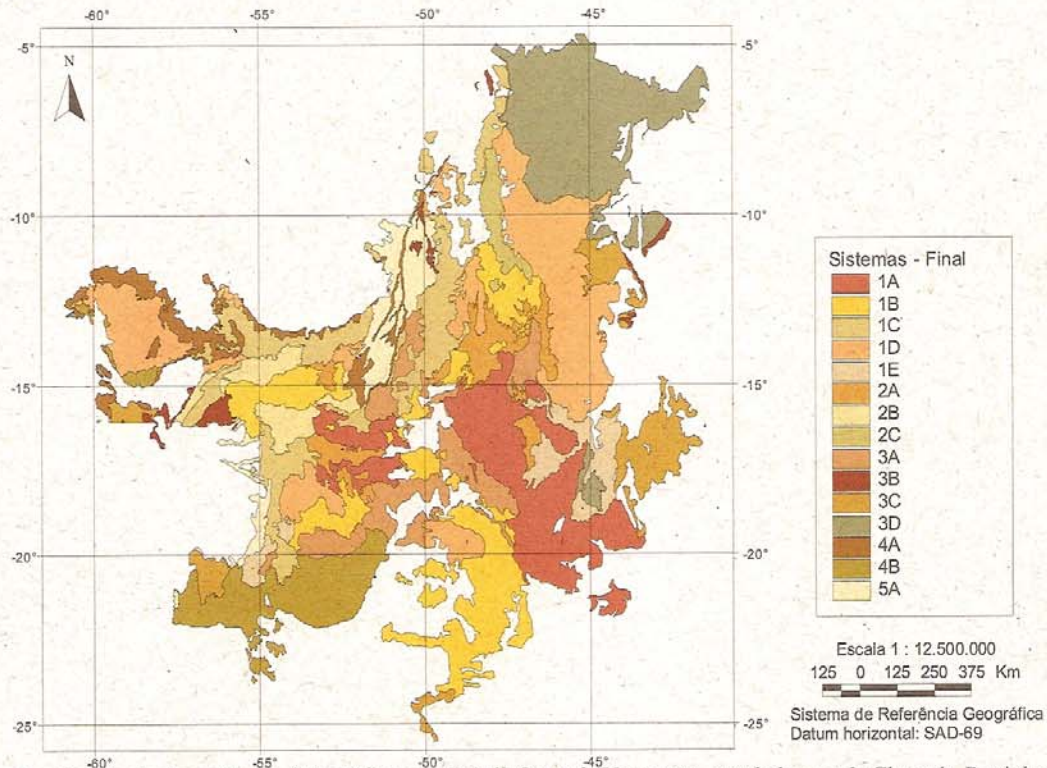


Fig. 1. Principais unidades fisiográficas do Brasil Central. Vegetação estudada em: I. Chapada Pratinha (1. Superfície Pratinha (Terras Altas) e 2. Superfície Erodida Pratinha (Terras Baixas)), II. Chapada dos Veadeiros (3. Chapada do Tocantins), III. Vale do Paranã (24. Vale do Paranã), IV. Espigão Mestre do São Francisco (7. Espigão Mestre do São Francisco), V. Complexo Xavantina (14. Complexo Xavantina).
Fonte: Adaptado de Cochrane et al. (1985) e de Felfili et al. (1994).

unidades de conservação, incorporaram o Parque Nacional de Chapada dos Veadeiros em Goiás, com 65.000 ha, e o Parque Nacional Grande Sertão Veredas, com 80.000 ha.

Foram conduzidas amostragens padronizadas da vegetação arbórea do Cerrado *sensu stricto*. Para as comparações foram feitas amostras de dez parcelas de 20 m x 50 m (1.000 m²) em cada uma das 22 áreas, perfazendo 220 parcelas amostradas aleatoriamente, num total de 22 ha inventariados. Nessas parcelas, foram registrados os diâmetros a partir de 5 cm, medidos a 0,30 m acima da superfície do solo, com a utilização de sutas graduadas, e as alturas totais foram medidas utilizando-se vara graduada.

Para delimitar as áreas amostrais, foram utilizadas as cartas do IBGE na escala 1:100.000. Depois da excursão exploratória para a verificação em campo, selecionaram-se as áreas com vegeta-

ção natural remanescente sem vestígios de interferência antrópica, classificadas como não-perturbadas. Procedeu-se a um sorteio para a alocação das parcelas (Phillip, 1994). Todo o material botânico coletado foi identificado por comparação no Herbário da Reserva Ecológica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatístico (IBGE), e as duplicatas foram enviadas para especialistas visando sua completa identificação taxonômica. O sistema de classificação taxonômica utilizado foi o de Cronquist, seguindo a metodologia adotada por Mendonça et al. (1998), (ver Volume 2 deste livro).

Análise multivariada pelo Método Twinspan

Para realizar a análise multivariada, elaborou-se uma matriz com 291 espécies x 220 parcelas

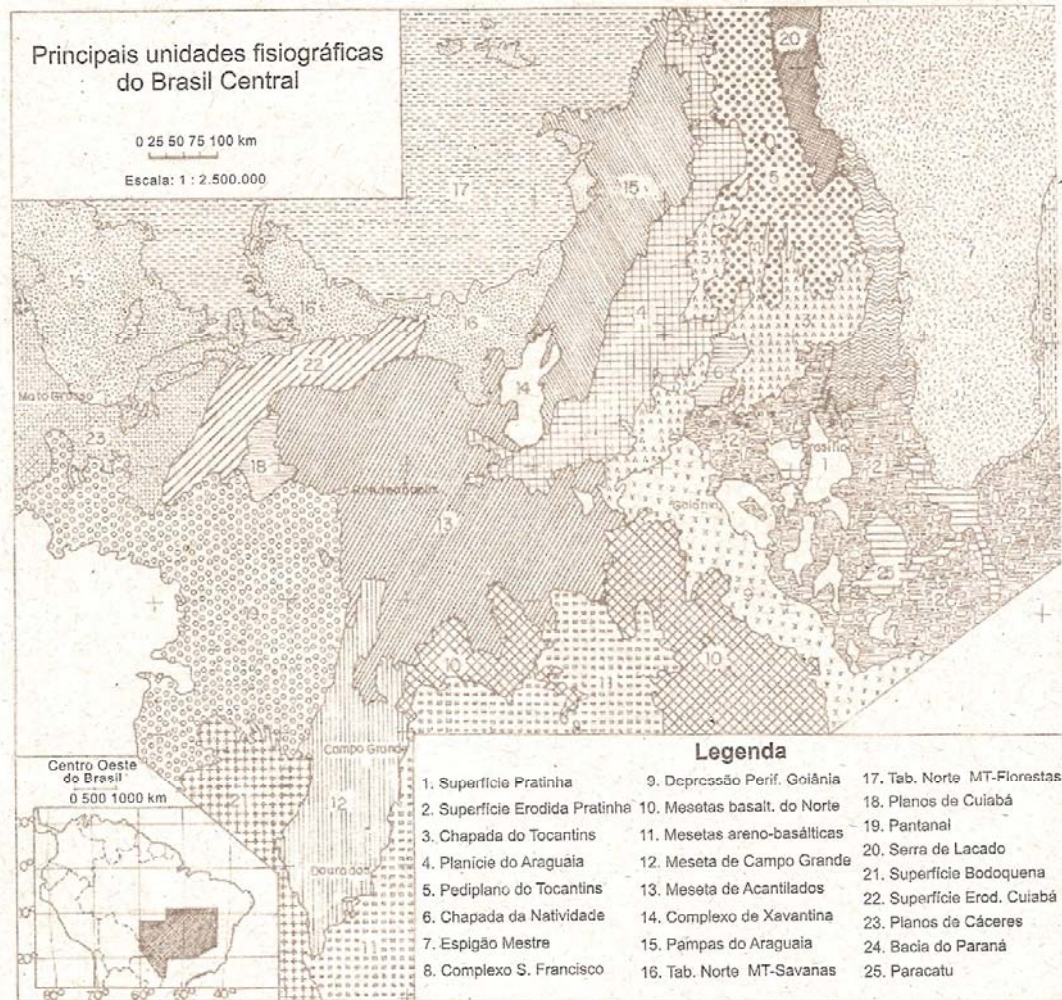


Fig. 2. Unidades ecológicas definidas a partir dos sistemas de terra (Cochrane et al., 1985; Silva et al., 2006) e ampliadas para os limites do bioma Cerrado.

de 1.000 m² de Cerrado *sensu stricto*, tendo a densidade como variável de entrada. O método Twinspan (Hill, 1979) foi usado para a classificação dos dados, conforme rotina do programa PC-Ord. Da classificação originou-se uma lista de espécies preferenciais por agrupamento e outra lista de espécies não-preferenciais (Kent e Coker, 1992), consideradas generalistas.

A análise multivariada é um instrumento que trabalha com bases matemáticas (matrizes), utilizando-se, simultaneamente, muitas variáveis, e é empregada para a análise de gradientes, que pode ser direta ou indireta (Gauch, 1982). A ordenação e a classificação são métodos de análise

indireta. As técnicas de ordenação e de classificação organizam dados de comunidades baseadas exclusivamente na abundância de espécies, independentemente dos dados ambientais, sendo a interpretação ambiental uma etapa independente e subsequente ao processamento dos dados (Kent e Coker, 1992). Os eixos da ordenação definem gradientes da vegetação, que podem refletir gradientes ambientais. O resultado de uma ordenação é o arranjo de espécies e parcelas num espaço multidimensional, normalmente representado na forma bidimensional restrita, de modo que as entidades semelhantes ficam próximas e as diferentes ficam distantes (Felfili e

Tabela 1. Localização geográfica (latitude e longitude), altitude (m), precipitação média mensal (mm) e classificação dos solos nos locais de estudo por unidade fisiográfica, situadas no Brasil Central.

Unidade fisiográfica/Local de estudo e sistema de terra (Is) ⁽¹⁾	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)	Precipitação média (mm)	Classificação dos solos	Unidade ecológica ⁽²⁾
Chapada Pratinha						
EE de Águas Emendadas (EEAE) – DF (Is 1 = Terras Altas da Pratinha)	15°31' a 15°35'	47°32' a 47°37'	1.100	1.552	Latossolos	1A
APA Gama Cabeça-de-Veado (APA) – DF (Is 1 = Terras Altas da Pratinha)	15°52' a 15°59'	47°50' a 47°58'	1.100	1.552		
PARNA Brasília, Distrito Federal – PNB – DF (Is 1 = Terras Altas da Pratinha)	15°37' a 15°45'	47°54' a 47°59'	1.100	1.552		
Silvânia – GO (Is 1 = Terras Altas da Pratinha)	16°30' a 16°50'	48°30' a 48°46'	1.050	1.552		
Paracatu – MG (Is 2 = Superfície erodida da Pratinha – Terras Baixas)	14°00' a 17°20'	46°45' a 47°07'	900	1.500		
Patrocínio/Ibiá / Pratinha – MG Pratinha (Is 2 = Superfície erodida da Pratinha – Terras Baixas)	18°47' a 19°45'	46°25' a 47°09'	950	1.500		2A
Chapada dos Veadeiros						
Vila Propício – GO (Is 1 = Terras Altas do Tocantins Bc 16A)	15°16' a 15°26'	48°40' a 49°04'	750 a 1.100	1.200 a 1.800	Latossolos Neossolos Cambissolos	
Alto Paraíso de Goiás – GO (Is 1 = Terras Altas do Tocantins Bc 16A)	14°00' a 14°10'	47°20' a 47°58'	1.200	1.500 a 1.750		
PARNA Chapada dos Veadeiros – GO (Is 2 = Penéplanos Altos do Tocantins)	13°50' a 14°12'	47°24' a 47°58'	620 a 1.650	1.500		
Serra da Mesa, Minaçu – GO (Is 3 = Terras Altas do Tocantins – Bc 18A)	13°35' a 13°50'	48°10' a 48°22'	450 a 1.110	1.500		

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Unidade fisiográfica/Local de estudo e Sistema de Terra (Is) ⁰¹	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)	Precipitação média (mm)	Classificação dos solos	Unidade ecológica ⁰²
Serra Negra, Minaçu – GO (Is 3 = Terras Altas do Tocantins – Bc 18A)	14°59' a 14°02'	48°10' a 48°22'	450 a 1.110	1.500		
Vale do Paraná						3A
Alvorada do Norte/Simolândia/ Buritópolis – GO (Is 18 = Terras Altas da Natividade)	14°23' a 14°31'	46°27' a 46°34'	450 a 750	1.300	Latossolos Neossolos Cambissolos	
Iaciara-Guarani de Goiás/Posse – GO (Is 110 = Platôs erodidos do Espigão Mestre)	14°01' a 14°15'	46°05' a 46°11'	650	1.300		
Campos Belos/São Domingos – GO (Is 110 = Platôs erodidos do Espigão Mestre)	13°02' a 13°35'	46°19' a 46°38'	650	1.300		
Damianópolis/Mambai – GO (Is 110 = Platôs erodidos do Espigão Mestre)	14°26' a 14°36'	46°05' a 46°14'	650	1.300		
Chapada do Espigão Mestre do São Francisco						1D
Correntina – BA (Is 1 = Platôs arenosos do Espigão Mestre)	13°28'	44°46'	586	1.086	Latossolos Neossolos	
São Desidério – BA (Is 1 = Platôs arenosos do Espigão Mestre)	12°35' a 12°46'	45°34' a 45°48'	695 a 775	1.121		
Parna Grande Sertão Veredas/Formoso – MG (Is 1 = Platôs arenosos do Espigão Mestre)	15°10' a 15°21'	45°45' a 46°00'	635 a 850	1.185		
Formosa do Rio Preto – BA (Is 1 = Platôs arenosos do Espigão Mestre)	11°06' a 11°12'	45°18' a 45°35'	550	1.006		
Complexo Xavantina						1C, 1D
Nova Xavantina – MT (Is 33 = Complexo Xavantina)	14°45' a 15°45'	52°00' a 52°15'	450 a 500	1.600	Latossolos Cambissolos	
Canarana – MT (Is 28 = Complexo Xavantina)	13°15' a 14°00'	51°50' a 53°10'	375 a 400	1.600		
Água Boa – MT (Is 31 = Complexo Xavantina)	13° 50' a 14°30'	52°00' a 52°45'	450 a 500	1.600		

EE = Estação Ecológica; EEAE = Estação Ecológica de Águas Emendadas; APA = Área de Proteção Ambiental; PARNA = Parque Nacional.

⁰¹ Cochrane et al., 1985. ⁰² Silva et al., 2006.

Fonte: Brasil, 1981, 1982; Cochrane et al., 1985; Mato Grosso, 1995.

Rezende, 2003). O resultado da classificação é a alocação de espécies e parcelas a classes (Gauch, 1982; Greigh-Smith, 1983).

Os agrupamentos oriundos da classificação são considerados fortes estatisticamente (sugerem divisões fortes ou grupos de parcelas com vegetação distinta na amostra) se os autovalores forem superiores a 0,3 (Hill, 1979).

No método Twinspan, quando se utiliza a densidade por parcela, são estabelecidos níveis de corte que criam "falsas espécies" em virtude do número de indivíduos encontrados em cada parcela, representando cada falsa espécie, dentro de uma mesma espécie, um intervalo de densidade (Felfili e Venturoli, 2000). Esses intervalos facilitam a interpretação quantitativa, pois se admite que há, em virtude das variações ambientais entre parcelas, diferenças nos potenciais de competição das espécies, que resultam em grandes variações nas densidades de suas populações (Nunes et al., 2002). Parcelas nas quais as espécies ocorrem no mesmo intervalo de densidade são mais similares entre si do que na comparação entre parcelas nas quais as espécies ocorrem em diferentes intervalos (Felfili e Rezende, 2003).

Diversidade beta

A diversidade beta (Margurran, 1988) foi analisada como o inverso da similaridade (Felfili et al., 2004a), ou seja, se duas áreas de Cerrado *sensu stricto* apresentarem elevada similaridade entre si, a diversidade beta será baixa e vice-versa (Felfili e Felfili, 2001). Desse modo, a similaridade florística e estrutural entre as parcelas foi avaliada pelo índice de Czekanowski (Kent e Coker, 1992). A comparação é baseada nas densidades das espécies registradas nas comunidades (quantitativa) e varia de zero (completa dissimilaridade) a 1% ou 100% (total similaridade) (Kent e Coker, 1992). Na utilização desse índice, presume-se que a alta similaridade entre as áreas denota sua semelhança ecológica.

A análise dos resultados da classificação por TWINSpan e da diversidade beta foi utilizada para verificar, por análise indireta de gradientes (Kent e Coker, 1992), se os agrupamentos florísticos corroboram os agrupamentos em sistemas

de terra, unidades fisiográficas e unidades de paisagens.

Similaridade florística e estrutural

A classificação das áreas conforme a similaridade florística pela técnica de Twinspan (Fig. 3) gerou divisões com autovalores de 0,2619 próximas do limite considerado como forte, segundo Gauch (1982), para dados de amostragem de vegetação, ou seja, o Cerrado *sensu stricto* de modo geral representa um contínuo vegetacional com mosaicos que variam gradativamente ao longo do gradiente longitudinal (Felfili e Silva Júnior, 1993), assim como já foi observado para o Cerrado *sensu lato* no bioma (Ratter e Dargie, 1992). Grande parte das parcelas foi agrupada por localidade, por sistema de terra, por unidade fisiográfica e por unidade ecológica. Apenas as terras baixas da Chapada Pratinha e dois sistemas de terra da Chapada dos Veadeiros (onde ficam o Parque Nacional e Alto Paraíso) apresentaram parcelas mais dispersas nos agrupamentos gerados pela classificação.

Na primeira divisão da classificação (Fig. 3), foram gerados dois grandes grupos. Um deles contém todas as parcelas das terras altas da Chapada Pratinha (UE 1 A), oito parcelas do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros e sete parcelas de Alto Paraíso, ambos da Chapada dos Veadeiros (2 A). Do outro lado da divisão, ficaram agrupadas todas as parcelas do Espigão Mestre do São Francisco (1 D), do Complexo Xavantina (1 D e 1 C) e do Vale do Paranã (1 D e 3 A), assim como todas as parcelas de Paracatu e seis parcelas de Patrocínio, ambos na Chapada Pratinha, e a grande maioria das parcelas da Chapada dos Veadeiros (Vila Propício, Serra da Mesa, Serra Negra, quatro parcelas de Alto Paraíso e duas do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros).

Na segunda divisão (autovalor, 0,2768), ficaram agrupadas, de um lado, as parcelas do Espigão Mestre do São Francisco e as parcelas da Chapada dos Veadeiros localizadas na Serra da Mesa e Serra Negra, e, do outro lado, todas as parcelas do Complexo Xavantina, do Vale do Paranã e as demais parcelas da Chapada dos Veadeiros.

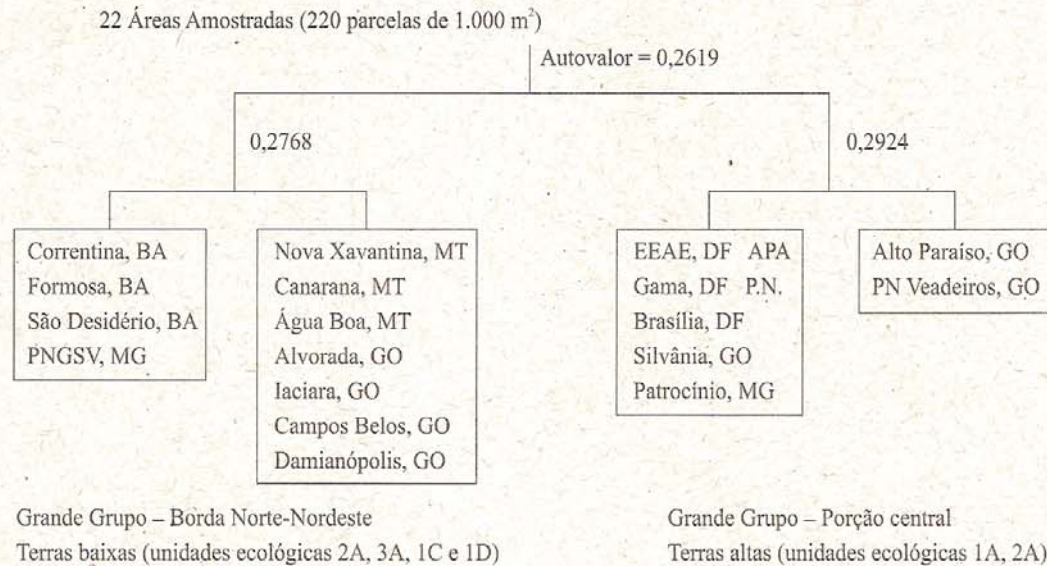


Fig. 3. Classificação por Twinspan de 22 áreas, totalizando 220 parcelas no Cerrado *sensu stricto* do Brasil Central.

PN = Parque Nacional, APA = Área de Proteção Ambiental, PNGSV = Parque Nacional Grande Sertão Veredas, EEAE = Estação Ecológica Águas Emendadas.

Na terceira divisão (autovalor 0,2924), ficaram agrupadas, de um lado, todas as parcelas da Chapada Pratinha, menos Patrocínio, com seis, outras seis parcelas de Alto Paraíso e oito do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, ambos na Chapada dos Veadeiros.

Na classificação final (Fig. 3), todas as parcelas amostradas na porção norte e na nordeste do bioma com altitudes abaixo de 1.000 m foram agrupadas em contraposição às parcelas da porção central com altitudes superiores.

Considerando um limite de 50% para classificar a similaridade entre duas parcelas como alta, pelo índice de Czekanowski (Kent e Coker, 1992; Felfili e Venturoli, 2000), verificaram que essa similaridade é baixa entre a maioria delas. Parcelas na mesma localidade tendem a apresentar similaridade mais elevada do que parcelas entre localidades distintas, havendo conformidade com as divisões em sistemas de terra, unidades fisiográficas e unidades ecológicas, propostas por Cochrane et al. (1985) e Silva et al. (2006). Mesmo que a similaridade entre espécies seja alta em áreas próximas, a distribuição do número de indivíduos por espécies é bastante variável

(Felfili e Silva Júnior, 1993), ou seja, a diversidade beta é mais elevada mesmo entre áreas próximas de Cerrado *sensu stricto*, (Felfili e Felfili, 2001), quando se considera a densidade das espécies. Como o índice de Czekanowski considera tanto a presença de espécies quanto sua densidade, seus valores foram baixos para a maioria das comparações (Felfili, 2003). No manejo, deve-se levar em conta que a densidade é muito variável mesmo entre áreas próximas. Na mesma localidade, uma espécie abundante em uma parcela será rara em outra e vice-versa.

Os resultados demonstram que, apesar da elevada heterogeneidade da vegetação de Cerrado *sensu stricto*, é possível detectar padrões fitogeográficos relacionados às características do meio ambiente, reforçando as conclusões de alguns autores que têm demonstrado a existência de padrões fitogeográficos consistentes para esse tipo de vegetação (Felfili e Silva Júnior, 1993; Felfili et al., 1994, 1997, 2001, 2004a) e para o Cerrado *sensu lato* (Ratter e Dargie 1992; Castro, 1994; Ratter et al., 2001, 2003). Os trabalhos de Felfili e colaboradores tiveram como base para amostragem, os sistemas de terra definidos por

Cochrane et al. (1985) e já apontam para uma relação estreita entre similaridade florística e estrutural e os sistemas de terra. Amostras dentro de um mesmo sistema têm sido mais similares do que entre sistemas. Neste capítulo, foi possível verificar que existe também uma relação da vegetação com agrupamentos maiores, tais como as unidades fisiográficas de Cochrane et al. (1985) e as unidades ecológicas de Silva et al. (2006). Análises que englobem maior número de unidades amostrais, assim como para outras fisionomias e estratos da vegetação, poderão confirmar essas tendências em escala global.

Subsídios para manejo e conservação do Cerrado

De acordo com Ratter et al. (2001), os padrões fitogeográficos do Cerrado podem ser observados com base na distribuição de suas espécies lenhosas. Esses padrões podem ser reflexos da ocorrência e da densidade de espécies com distribuição ampla. Ou seja, há um grupo de espécies generalistas que ocorre amplamente, mas, em âmbito local, um grande número de espécies de ocorrência mais restrita compõe a flora (Felfili et al., 2004a).

Para cada uma das divisões, a classificação de Twinspan fornece espécies preferenciais de cada grupo e seus níveis de densidade (Felfili e Resende, 2003). Os níveis mais elevados de densidade das espécies preferenciais de ambos os grupos estão principalmente na faixa de dois a dez indivíduos por hectare. Intervalo este que poderá ser utilizado como critério nos planos de manejo de múltiplas espécies do Cerrado *sensu stricto* (Felfili et al., 2004b) considerando que o manejo da vegetação do Cerrado deve levar em conta a diversidade de espécies, assim como os usos múltiplos que delas se pode fazer. A sustentabilidade será decorrente da utilização de várias espécies para diferentes fins.

Basicamente, a primeira divisão do Twinspan (Fig. 3) sugere a possibilidade de serem adotadas duas grandes zonas para conservação e manejo da vegetação do bioma Cerrado, baseadas na florística e na estrutura do Cerrado *sensu stricto*: Porção Central – Terras Altas e Borda Norte-Nordeste – e Terras Baixas.

Como as espécies preferenciais de cada grupo apresentam ampla distribuição, sugere-se que elas podem ser consideradas prioritárias para o manejo do Cerrado *sensu stricto* em cada um dos grupos encontrados. Entre as espécies preferenciais do grupo Porção Central – Terras Altas (Tabela 2), destacam-se, com densidade de 10 ind.ha⁻¹ a 20 ind.ha⁻¹ *Kielmeyera coriacea* (Spreng.) Mart. e *Ouratea hexasperma* (St. Hil.) Bail. e as espécies com densidade de 5 a 10 ind.ha⁻¹, *Caryocar brasiliense* Camb., *Chamaecrista claussenii* (Bent.) I. & B., *Roupala montana* Aubl., *Sclerolobium paniculatum* Vog. e *Styrax ferrugineum* Ness & Mart. e do grupo Borda Norte-Nordeste – Terras Baixas (Tabela 2), *Curatella americana* L. cuja densidade é de 5 ind.ha⁻¹ a 10 ind.ha⁻¹, *Astronium fraxinifolium* Schott., *Eugenia dysenterica* DC., *Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Haine e *Psidium myrsinoides* Berg. com densidade de 2 ind.ha⁻¹ a 5 ind.ha⁻¹. As espécies generalistas (Tabela 3) detectadas por Twinspan podem ser consideradas para manejo regional do Cerrado *sensu stricto*, uma vez que elas ocorreram com distribuição ampla em ambos os grupos, destacando-se, dentre elas: *Qualea grandiflora* Mart. e *Qualea parviflora* Mart., que ocorreram em todos os níveis de densidade, e as espécies *Kielmeyera coriacea* (Spreng.) Mart. e *Pouteria ramiflora* Mart. (Radlk.), com densidade de 5 ind.ha⁻¹ a 10 ind.ha⁻¹. Dentre as espécies frutíferas e medicinais lenhosas, destacam-se como generalistas: *Annona crassiflora* Mart., *Byrsonima coccolobifolia* H. B. & K., *Byrsonima crassa* Nied., *Caryocar brasiliense* Camb., *Dimorphandra mollis* Benth., *Eugenia dysenterica* DC., *Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Haine e *Pterodon pubescens* (Benth.) Benth. Destaca-se, ainda na porção central, o *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Cov., espécie medicinal muito usada pelas comunidades do Brasil Central.

Ratter e Dargie (1992) compararam diversos trabalhos publicados sobre a vegetação do Cerrado *sensu stricto*, e listaram as espécies arbóreas mais características em 98 áreas no Brasil Central, mostrando que, das 534 espécies encontradas, apenas 26 ocorreram em pelo menos 50 % das áreas, e que entre elas se encontravam as espécies generalistas que se destacaram neste estudo.

Tabela 2. Espécies preferenciais dos grupos: Brasil Central (Terras Altas (A) e Borda Norte-Nordeste) e Terras Baixas (B), classificadas por Twinspan, e seus níveis de densidade.

Espécies preferenciais	Níveis de densidade (ind./ha) ⁽¹⁾			
	0 a 2	2 a 5	5 a 10	10 a 20
<i>Anacardium occidentale</i> L.	B			
<i>Andira paniculata</i> Benth.	B			
<i>Annona coriacea</i> Mart.	B			
<i>Aspidosperma macrocarpum</i> Mart.	A			
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott.	B	B		
<i>Austroplenkia populnea</i> (Reissek) Lundell.	A			
<i>Blepharocalix suaveolens</i> (Berg.) Bur.	A			
<i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) DC.	A	A		
<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.			A	
<i>Chamaecrista claussoni</i> (Benth.) I. & B.	A	A	A	
<i>Curatella americana</i> L.	B	B	B	
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	A	A		
<i>Eremantus glomerulatus</i> Lees.	A	A		
<i>Eriotheca gracilipes</i> (K. Schum.) A. Robyns	B			
<i>Eriotheca pubescens</i> (Mart. & Zucc) Schott. & Endl.	A	A		
<i>Erythroxylum tortuosum</i> Mart.	A	A		
<i>Eugenia dysenterica</i> Mart. ex D.C.		B		
<i>Guapira noxia</i> (Neto) Lundell	A	A		
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes var. <i>speciosa</i>	A			
<i>Heteropterys byrsonimifolia</i> A. Juss.	A	A		
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart.		B		
<i>Kielmeyera coriacea</i> (Spreng.) Mart.				A
<i>Kielmeyera speciosa</i> St. Hill.	A	A		
<i>Machaerium acutifolium</i> Vog.	B			
<i>Magonia pubescens</i> St. Hil.	B			
<i>Miconia ferruginata</i> DC.	A	A		
<i>Miconia pohliana</i> Cogn.	A			
<i>Ouratea hexasperma</i> (St. Hil.) Baill.		A	A	A
<i>Palicourea rigida</i> Kunth.	A	A		
<i>Piptocarpha rotundifolia</i> (Lees) Baker.	A	A		
<i>Psidium myrsinoides</i> Berg.	B	B		
<i>Rapanea guianensis</i> (Aubl.)	A			
<i>Roupala montana</i> Aubl.	A	A	A	
<i>Salacia crassiflora</i> (Mart. ex Shult.) G. Don	A	A		
<i>Salvertia convallariaeodora</i> St. Hil.	B			
<i>Schefflera macrocarpa</i> (Cham. & Schl.) Schl.	A	A		
<i>Sclerolobium aureum</i> (Tub.) Benth.	B			
<i>Sclerolobium paniculatum</i> Benth.	A	A	A	
<i>Stryphnodendron adstringens</i> Mart.	A	A		
<i>Strychnos pseudoquina</i> St. Hil.	A			
<i>Styrax ferrugineum</i> Nees & Mart.	A	A	A	
<i>Terminalia argentea</i> Mart. & Zucc.	B			
<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke	B			
<i>Vochysia elliptica</i> (Spreng.) Mart.	A			
<i>Vochysia thyrsoidea</i> Pohl.	A	A		

⁽¹⁾ ind./ha = número de indivíduos por hectare.

Tabela 3. Espécies generalistas, que ocorrem em ambos os grupos: Brasil Central (Terras Altas e Borda Norte-Nordeste) e Terras Baixas, nos respectivos níveis de densidade.

Espécies generalistas	Níveis de densidade (ind./ha) ⁽¹⁾			
	0 a 2	2 a 5	5 a 10	10 a 20
<i>Acosmium dasycarpum</i> (Vog.) Yakovl.	x			
<i>Annona crassifolia</i> Mart.	x	x		
<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	x	x		
<i>Bowdichia virgilioides</i> H. B. & K.	x	x		
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> (Spreng.) H. B. & K.	x	x		
<i>Byrsonima crassa</i> Nied.	x	x		
<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	x	x		
<i>Commarus suberosum</i>	x	x		
<i>Davilla elliptica</i> St. Hill.	x	x		
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	x	x		
<i>Erythroxylum deciduum</i> St. Hill.	x			
<i>Erythroxylum suberosum</i> A. St. Hill.	x	x		
<i>Eugenia dysenterica</i> Mart. ex D.C.	x			
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart.	x			
<i>Kielmeyera coriacea</i> (Spreng.) Mart.	x	x	x	
<i>Lafoesia pacari</i> St. Hil.	x	x		
<i>Machaerium opacum</i> Vog.	x			
<i>Ouratea hexasperma</i> (St. Hil.) Baill.	x			
<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	x	x	x	
<i>Pterodon pubescens</i> (Benth.) Benth.	x			
<i>Quallea grandiflora</i> Mart.	x	x	x	x
<i>Qualea multiflora</i> Mart.	x	x		
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	x	x	x	x
<i>Tabebuia aurea</i> (Manso) Benth. & Hook.f. ex S. Moore	x			
<i>Tabebuia ochracea</i> (Cham) Standl.	x			
<i>Vochysia rufa</i> Mart.	x	x		

⁽¹⁾ ind./ha = número de indivíduos por hectare.

Estudos posteriores vêm confirmando essa tendência (Ratter et al., 2001, 2003). Ou seja, de modo geral, o Cerrado *sensu stricto* representa um contínuo vegetacional com mosaicos que variam gradativamente ao longo do gradiente geográfico, visto que, no caso do presente estudo, grande parte das parcelas agrupou-se por localidade, por sistema de terra, por unidade fisiográfica e por unidade ecológica. Portanto, os sistemas de terra, as unidades fisiográficas e as unidades ecológicas podem ser usadas, nas suas escalas, para o planejamento de ações de conservação e manejo da biodiversidade do bioma Cerrado.

Os padrões de diversidade beta sugerem que o manejo do Cerrado *sensu stricto* deve ser efetuado para múltiplas espécies, já que, mesmo as espécies dominantes ocorrem em densidades relativamente baixas no local. Sugerem também

que as estratégias para a conservação da biodiversidade devem comportar as unidades de conservação de grande porte, complementadas por unidades menores ao longo das unidades ecológicas, de modo que abranjam as populações de espécies generalistas, assim como as restritas ao local, que podem estar excluídas das grandes unidades de conservação, ou terem nelas apenas uma pequena representação das suas populações.

Agradecimentos

Os autores deste capítulo agradecem a todos aqueles que contribuíram, ao longo do tempo, para a formação do acervo de dados aqui utilizados, em especial a Anderson Sevilha, Beatriz Marimon, Edson Cardoso, José Imaña Encinas, Newton Rodrigues e Roberta Mendonça. E também às seguintes instituições: CNPq, FNMA,

DFID-UK, pelo apoio financeiro dado ao grupo de pesquisa; The Nature Conservancy (TNC), pelo apoio na confecção do mapa de unidades de paisagem aqui apresentado; e Conservação Internacional (CI), pela concessão de bolsa para a sistematização da matriz de dados. Os agradecimentos são extensivos às demais instituições e aos pesquisadores parceiros, especialmente IBGE-RECOR, Embrapa Cerrados e Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

Referências

- ALLABY, M. **The concise Oxford dictionary of Botany**. Oxford: Oxford University Press, 1992.
- ARRUDA, M. B. **Estudo de representatividade ecológica com base na biogeografia de biomas e ecorregiões continentais do Brasil: o caso do Bioma Cerrado**. 2003. Tese (Doutorado) - Universidade de Brasília, Brasília.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto Radambrasil. **Folha SE. 22 Goiás**. Rio de Janeiro, 1981. (Levantamento de Recursos Naturais, 25).
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto Radambrasil. **Folha SE. 23 Goiânia**. Rio de Janeiro, 1982. (Levantamento de Recursos Naturais, 31).
- CASTRO, A. A. J. F. **Comparação florística-geográfica (Brasil) e fitossociológica (Piauí-São Paulo) de amostras de cerrado**. 1994. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- CHRISTIAN, C. S.; STEWART, S. A. **Survey of Katherine-Darwin region 1946**. Australia: CSIRO, 1953. (Land Research Series, 1).
- COCHRANE, T. T.; SANCHEZ, L. G.; AZEVEDO, L. G.; PORRAS, J. A.; GARVER, C. L. **Land in tropical America**. Cali: CIAT: Embrapa-CPAC, 1985. 3 v.
- DIAS, B. F. S. Cerrados: uma caracterização. In: ALTERNATIVAS de desenvolvimento dos Cerrados: manejo e conservação dos recursos naturais renováveis. Brasília: Fundação Pró-Natureza, 1991. p. 5-23.
- EITEN, G. **Classificação da vegetação do Brasil**. Brasília: CNPq, 1983.
- EITEN, G. Delimitation of the cerrado concept. **Vegetatio**, Dordrecht, v. 36, n. 3, p. 169-178, 1978.
- EITEN, G. The cerrado vegetation of Brazil. **Botanical Review**, New York, v. 38, n. 2, p. 201-341, 1972.
- EITEN, G. Vegetação do Cerrado. In: PINTO, M. N. (Ed.). **Cerrado, caracterização, ocupação e perspectivas**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1991. p. 9-65.
- FELFILI, J. M. Diversidade florística das áreas nucleares da reserva da biosfera do Cerrado - fase I. In: UNESCO (Paris, França). **Vegetação no Distrito Federal: tempo e espaço: uma avaliação multitemporal da perda da cobertura vegetal no DF e da diversidade florística das áreas nucleares da reserva da biosfera do Cerrado**. Brasília, 2000. p. 29-74.
- FELFILI, J. M. Diversity, structure and dynamics of a gallery forest in central Brazil. **Vegetatio**, Dordrecht, v. 117, p. 1-15, 1995.
- FELFILI, J. M.; FELFILI, M. C. Diversidade alfa e beta no cerrado *sensu stricto* da Chapada Pratinha, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, Brasília, v. 15, n. 2, p. 243-254, 2001.
- FELFILI, J. M.; FILGUEIRAS, T. S.; HARIDASAN, M.; SILVA JÚNIOR, M. C.; MENDONÇA, R.; RESENDE, A. V. Projeto Biogeografia do Bioma Cerrado: vegetação e solos. **Cadernos de Geociências**, Rio de Janeiro, n. 2, p. 75-166, 1994.
- FELFILI, J. M.; REZENDE, R. P. **Conceitos e métodos em fitossociologia**. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, 2003. (Comunicações Técnicas Florestais, y. 5, n. 1).
- FELFILI, J. M.; RIBEIRO, J. F.; BORGES FILHO, H. C.; VALE, A. T. Potencial econômico da biodiversidade do cerrado: estágio atual e possibilidades de manejo dos recursos da flora. In: AGUIAR, L. M. S.; CAMARGO, A. J. A. **Cerrado: ecologia e caracterização**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004b. p. 177-220.
- FELFILI, J. M.; SEVILHA, A. C.; SILVA JÚNIOR, M. C. Comparação entre as unidades fisiográficas Chapada Pratinha, Veadeiros e Espigão Mestre. In: FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C. **Projeto biogeografia do Bioma Cerrado: estudo**

- fitofisionômico na Chapada do Espigão Mestre do São Francisco. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, 2001. p. 80-102.
- FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C. A comparative study of cerrado (*sensu stricto*) vegetation in Central Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, Grã-Bretanha, v. 9, n. 3, p. 227-289, 1993.
- FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C. Floristic composition, phytosociology and comparison of cerrado and gallery forests at Fazenda Água Limpa, Federal District, Brazil. In: FULEY, P. A.; PROCTOR, J. A. (Ed.). **Nature and dynamics of Forest-savanna boundaries**. London: Chapman & Hall, 1992. p. 393-415.
- FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C.; REZENDE, A. V.; NOGUEIRA, P. E. N.; WALTER, B. M. T.; SILVA, M. A.; IMAÑA-ENCINAS, J. Comparação do cerrado (*sensu stricto*) nas Chapadas Pratinha e dos Veadeiros. In: LEITE, L. L.; SATO, C. H. **Contribuição ao conhecimento ecológico do Cerrado**. Brasília: Universidade de Brasília, 1997. p. 6-11.
- FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C.; SEVILHA, A. C.; FAGG, C. W.; WALTER, B. M. T.; NOGUEIRA, P. E.; REZENDE, A. V. Diversity, floristic and structural patterns of cerrado vegetation in Central Brazil. **Plant Ecology**, Dordrecht, v. 175, p. 37-46, 2004a.
- FELFILI, J. M.; VENTUROLI, F. **Tópicos em análise de vegetação**. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, 2000. (Comunicações Técnicas Florestais v. 2, n. 2).
- FELFILI, M. C. **Parâmetros florísticos e estruturais para nortear o manejo do cerrado sensu stricto**. 2003. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília, Brasília.
- FILGUEIRAS, T. S.; FELFILI, J. M.; SILVA, M. C.; NOGUEIRA, P. E. Floristic and structural comparison of cerrado *sensu stricto* vegetation in Central Brazil. In: DALLMEIER, F.; COMISKEY, J. A. (Ed.). **Measuring and monitoring forest biological diversity**. Midsomer Norton: [s.n.], 1998. p. 633-647.
- GAUCH, H. G. **Multivariate analysis in community ecology**. Cambridge: Cambridge University Press, 1982.
- GOODLAND, R. A. A physionomic analysis of the "cerrado" vegetation of Central Brazil. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 59, p. 411-419, 1971.
- GOODLAND, R. A.; FERRI, M. G. **Ecologia do Cerrado**. Belo Horizonte: Itatiaia, 1979.
- GREIGH-SMITH, P. **Quantitative plant ecology**. 3rd ed. Oxford: Blackwell, 1983.
- HILL, M. O. **TWINSPAN: a Fortran program for arranging multivariate data in a ordered two-way table by classification of individuals and attributes**. Ithaca: Cornell University, 1979.
- HOFMANN, W. A.; JACKSON, R. B. Vegetation-climate feedbacks in the conversion of tropical savanna to grassland. **Journal of Climate**, Boston, v. 13, p. 1593-1602, 2000.
- IBGE. **Mapa de biomas**. 2004. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 5 ago. 2005.
- IBGE. **Zoneamento geoambiental e agroecológico do Estado de Goiás Região Nordeste**. Goiânia, 1990.
- KENT, M.; COKER, P. **Vegetation description and analysis: a practical approach**. London: Belhaven Press, 1992.
- KLINK, C. A.; MACEDO, R. H.; MUELLER, C. C. **De grão em grão, o Cerrado perde espaço**. Brasília: World Wildlife Fund-WWF, 1995.
- MARGURRAN, A. **Ecological diversity and its measurement**. London: Chapman & Hall, 1988.
- MATO GROSSO. **Mapa exploratório de solos – escala 1:500.000**. Cuiabá: Secretária de Estado de Planejamento e Coordenação Geral, 1995.
- MENDONÇA, R. C.; FELFILI, J. M.; WALTER, B. M. T.; SILVA JÚNIOR, M. C. REZENDE, A. V.; FILGUEIRAS, T. S.; NOGUEIRA, P. E. Flora vascular do cerrado In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 1998. p. 289-593.
- MITTERMAYER, R. A.; MYERS, N.; MITTERMAYER, C. G. **Hotspots earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions**. New York: CEMEX Conservation International, 1999.
- NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Ambientais, 1989.

- NUNES, R. V.; SILVA JÚNIOR, M. C.; FELFILI, J. M.; WALTER, B. M. T. Intervalo de classe para abundância, dominância e frequência do componente arbóreo do Cerrado sentido restrito no Distrito Federal. *Revista Árvore*, Viçosa, MG, v. 26, n. 2, p. 173-182, 2002.
- OLIVEIRA FILHO, A. T.; SHEPHERD, G. J.; MARTINS, F. R.; STUBBLEBINE, W. H. Environmental factors affecting physiognomic and floristic variation in the area of cerrado in central Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, Cambridge, Grã-Bretanha, v. 5, p. 413-431, 1989.
- PHILLIP, J. A. *Measuring trees and forests*. 2nd ed. Oxford: CAB international, 1994.
- RATTER, J. A.; BRIDGEWATER, S.; RIBEIRO, J. F. Analysis of the floristic composition of the Brazilian Cerrado vegetation III: Comparison of the woody vegetation of 376 areas. *Edinburgh Journal of Botany*, Cambridge, Grã-Bretanha, v. 60, n. 1, p. 57-109, 2003.
- RATTER, J. A.; BRIDGEWATER, S.; RIBEIRO, J. F. Espécies lenhosas da fitofisionomia cerrado sentido amplo em 170 localidades do bioma Cerrado. *Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer*, Brasília, v. 7, p. 5-112, 2001.
- RATTER, J. A.; DARGIE, T. C. D. An analysis of the floristic composition of 26 cerrado areas in Brazil. *Edinburgh Journal of Botany*, Cambridge, Grã-Bretanha, v. 49, n. 2, p. 235-250, 1992.
- REATTO, A. R.; CORREIA, J. R.; SPERA, S. T. Solos do Bioma Cerrado: aspectos pedológicos. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 1998. p. 47-166.
- RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 1998. p. 89-166.
- RODRIGUES, R. R.; MORELLATO, L. P. C.; JOLY, C. A.; LEITÃO FILHO, H. F. Estudo florístico e fitossociológico em um gradiente altitudinal de mata estacional mesófila semidecídua, na Serra do Japi, Jundiá, SP. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 12, p. 71-84, 1989.
- SILVA, J. F.; FARIÑAS, M. R.; FELFILI, J. M.; KLINK, C. A. Spatial heterogeneity, land use and conservation in the cerrado region of Brazil. *Journal of Biogeography*, Oxford, v. 33, n. 3, p. 536-548, 2006.
- SILVA, P. E. N. **Florística, fitossociologia e nutrição mineral do cerrado sentido restrito no Complexo Xavantina-MT**. Tese (Doutorado em Ecologia) - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 2002.
- SILVA JÚNIOR, M. C.; BARROS, N. F.; CÂNDIDO, J. F. Relações entre parâmetros do solo e da vegetação de cerrado da Estação Florestal de Experimentação de Paraopeba - MG. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 10, p. 125-137, 1987.