

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA

**O CERRADÃO E O CERRADO SENTIDO RESTRITO  
NO JARDIM BOTÂNICO DE BRASÍLIA**

RENATA ALVES CASEIRO

ORIENTADOR: MANOEL CLÁUDIO DA SILVA JÚNIOR

BRASÍLIA, ABRIL/2013

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA

RENATA ALVES CASEIRO  
ORIENTADOR: MANOEL CLÁUDIO DA SILVA JÚNIOR

**O CERRADÃO E O CERRADO SENTIDO RESTRITO  
NO JARDIM BOTÂNICO DE BRASÍLIA**

Dissertação submetida ao  
Departamento de Botânica, do  
Instituto de Ciências Biológicas da  
Universidade de Brasília, como  
requisito parcial para a obtenção do  
título de Mestre em Botânica.

BRASÍLIA  
ABRIL/2013

# O CERRADÃO E O CERRADO SENTIDO RESTRITO NO JARDIM BOTÂNICO DE BRASÍLIA

Aprovado por:

---

Dr. Manoel Cláudio da Silva Júnior  
Departamento de Engenharia Florestal  
Universidade de Brasília – UnB  
Presidente da Banda Examinadora

---

Dr. José Roberto Rodrigues Pinto  
Departamento de Engenharia Florestal  
Universidade de Brasília – UnB  
Membro Titular da Banca

---

Dr. Sabrina do Couto de Miranda  
Departamento de Biologia  
Universidade Estadual de Goiás – Unidade de Itapuranga  
Membro Titular

---

Dra. Cássia Beatriz Rodrigues Munhoz  
Departamento de Botânica  
Universidade de Brasília – UnB  
Membro Suplente

Ao meu pai Moacir  
(*in memoriam*)

## **Agradecimentos**

Ao Professor Manoel Cláudio pela orientação, pela amizade, pelas agradáveis saídas de campo, pelos conselhos sábios e por tudo o que você me ensinou sobre o Cerrado!

À Universidade de Brasília por oferecer cursos de pós-graduação e a CAPES por me conceder a bolsa de estudos!

Aos Professores Zé Roberto e Cássia Munhoz por terem participado de etapas importantes do mestrado. Obrigada por todas as sugestões e correções!

À Kadja Milena, do herbário, por ter sido muito simpática em nos ajudar a identificar as Lauraceae.

Ao Matheus, do curso da Engenharia Florestal, bolsista PIC da Engenharia Florestal e membro integrante do projeto, sempre presente nas saídas de campo e nas identificações das plantas no herbário. Garoto GPS, nosso guia! Muito Obrigada!

Ao Felipe, aluno de mestrado também “desorientando” do Manoel Claudio, por nos acompanhar em algumas saídas de campo e por nos ajudar com as questões estatísticas do trabalho.

Ao meu colega do mestrado Thiago DeRoure, sempre muito gentil, me ajudou em várias etapas do mestrado, a começar pela companhia nas saídas de campo, nas análises estatísticas, nas minhas escritas, na busca de artigos, e principalmente pelas palavras amigas durante os meus momentos de desespero. Obrigada pela paciência!

À Milena e outros alunos da graduação da Engenharia Florestal que participaram de algumas das saídas de campo e colaboraram com as coletas e identificação das árvores.

À minha querida amiga Thaís Costa, que nos acompanhou numa saída de campo quando ninguém mais podia ir. Obrigada pela companhia em vários almoços pela UnB e pela bela amizade que temos!

Aos meus colegas de curso pelas trocas de conhecimento e pelas prosas presenciais e via internet!

Às minhas amigas Flávia e Irene, simplesmente por serem minhas amigas e fiéis companheiras de tantos anos. Amo vocês!

Agradeço com muito carinho a minha mãe, que sempre me ajudou, direta ou indiretamente! Obrigada por ser essa mãe tranquila, amiga e inteligente, que me ensinou a viver a vida com dignidade e respeito pelo próximo.

Aos meus irmãos: Gabriela, Claudia e Roberto pela amizade fraterna e por vários quebra galhos. Nossa amizade não tem preço, e sempre estaremos unidos! Agradeço também aos meus sobrinhos Juju e Henrique, crianças lindas, e responsáveis por muitos momentos de felicidade na minha vida.

À minha tia Sandra por me ajudar na finalização desse trabalho! Obrigada pelo tempo disponibilizado.

Ao meu companheiro Luiz Felipe, pela parceria, carinho, amizade, paciência e, principalmente, te agradeço por me ajudar a produzir o presente mais lindo do mundo, nosso filho!

À minha querida Zefinha, que me ajudou e cuidou do meu filho durante os seis últimos meses que eu me dediquei à escrita da dissertação! Sem ela tudo seria muito mais difícil. Obrigada demais!

À Deus por nos dar a vida e fornecer todos os recursos naturais que nos permitem viver. Agradeço a Ele pela criação dessa natureza exuberante que me inspira e me consola em meio a muitos problemas da sociedade humana!

E, por fim, agradeço a todos que fazem parte do meu dia-a-dia! Incluindo os gatos, o cachorro e os pássaros do meu jardim!

*"O mundo não foi feito em alfabeto. Senão que primeiro em água e luz. Depois árvore (...)"*

Manoel de Barros

## Resumo Geral

O Cerrado no Brasil Central se destaca pela elevada diversidade em espécies e figura entre as savanas mais ricas no mundo. A ampla variedade de fitofisionomias coexiste e se mistura mesmo em condições edáficas e posições topográficas semelhantes. O Jardim Botânico de Brasília (JBB) é considerado área importante de conservação da natureza, pois abriga as mais diversas fitofisionomias do Cerrado. O objetivo deste estudo foi comparar a florística, a estrutura da vegetação lenhosa e as propriedades químicas e físicas dos solos do cerrado (Cr) e do cerrado sentido restrito denso (Cd), localizados no Centro de Visitantes do Jardim Botânico de Brasília (CVJBB), protegidas do fogo há mais de 20 anos. Para isso, foram instaladas em cada área dez parcelas permanentes de 20x50 m (1.000 m<sup>2</sup>). Foram registrados, identificados e medidos, quanto a altura e diâmetro, todos os indivíduos com diâmetro da base, medido a 30 cm do solo, (Db30 cm) e 5 cm, inclusive os indivíduos mortos em pé. Foram coletadas amostras compostas da camada superficial do solo (10-20 cm de profundidade) de cada parcela nas duas áreas. Nestas amostras foram realizadas análises químicas e físicas. Foram realizadas análises multivariadas a fim de relacionar as propriedades químicas e físicas dos solos com a composição florística de cada área. Na comparação florística Cr/Cd foram representados por 40/32 famílias, 14/3 famílias exclusivas, 71/48 gêneros, 99/68 espécies. De um total de 122 espécies amostradas, 43 foram compartilhadas pelas comunidades, entre elas apenas *Emmotum nitens* e *Copaifera langsdorffii* são consideradas espécies florestais, o restante é comumente encontrado em áreas de cerrado sentido restrito. Este resultado definiu os baixos valores encontrados para os índices de similaridade de Sørensen e Chao-Sørensen com variação entre 0,06/0,47 e 0,03/0,50, respectivamente. As famílias com maior representatividade foram Fabaceae, Vochysiaceae e Myrtaceae em ambas as áreas. As espécies com maior IVI em Cr/Cd foram *Emmotum nitens/Dalbergia miscolobium*, *Siphoneugena densiflora/Miconia burchellii*, *Nectandra reticulata* *Poliouratea hexasperma*, *Miconia cuspidata/Miconia ferruginata* e *Xylopia sericea/Qualea parviflora*, que somaram 29,9% no Cr e 28,3% no Cd do IVI total. A diversidade (H') e a equabilidade (J') foram, respectivamente, para Cr/Cd de 3,55/3,43 e 0,76/0,81. Na estrutura, as diferenças Cr/Cd foram anotadas com densidade total estimada em 2.412/2.193 ind.ha<sup>-1</sup>, área basal de 27,92/15,98 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>, altura média (m) 6,6±2,10/3,9±2,7, altura máxima (m) 18/12, número de árvores mortas 272 (11%)/152 (7%) e área basal das árvores mortas (m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>) 3,14 (11%)/1,61 (10%). Dentre os parâmetros estruturais



citados acima, calculados para cada área, apenas a densidade total não foi estatisticamente distinta nas comparações Cr/Cd. A distribuição dos diâmetros nas comunidades apresentaram curvas com aspecto J-reverso, indicando balanço positivo entre recrutamento e mortalidade. Ambas as comunidades possuem solos argilosos, com baixos teores de bases trocáveis e alta saturação de Al. Os solos no Cr apresentaram teores estatisticamente maiores de Al, Zn, Fe, K, Na, silte, CTC e saturação por bases (m%), enquanto os níveis de P e saturação por bases (V%) foram estatisticamente maiores nos solos do Cd. As comunidades Cr/Cd se apresentaram floristicamente e estruturalmente diferenciadas apesar da proximidade geográfica. A classificação pelo TWINSpan separou o Cr do Cd e apontou homogeneidade florística entre as parcelas em cada área. Os resultados obtidos pela PCA explicaram 78% da variância total e distinguiram em parte dos resultados do TWINSpan. A PCA não apontou relação das variáveis do solo com a distribuição das espécies em cada área. Os maiores níveis de cátions no Cr não esclarecem a maior área basal e altura da vegetação que teoricamente necessitaria de maior aporte de nutrientes para seu crescimento, como maiores níveis de macronutrientes e, conseqüentemente, maior saturação por bases. Os níveis mais elevados de silte, matéria orgânica e argila nas parcelas do Cr podem contribuir para a conservação da água e dos nutrientes nas camadas superiores no perfil dos solos e estes seriam, então, melhor utilizados na vegetação do Cr.

**Palavras-chave** – Bioma Cerrado, fitofisionomias, índice de valor de importância (IVI), diversidade, similaridade florística e solos.

## Abstract General

The Cerrado in central Brazil stands out for its high diversity in species and ranks among the richest savanna in the world. Wide variety of vegetation coexists and mixes, even in similar edaphic conditions. Brasilia's Botanic Garden (JBB) is a unit of nature conservation which houses the most diverse vegetation types, being considered an important area for research on the biodiversity of the Cerrado. The purpose of this work was to compare the floristic, the structure of woody vegetation and the chemical and physical properties of the soil of cerrado (Cr) and of dense cerrado *strict sensu* (Cd), located at the Brasilia Botanic Garden's visitor center (DF) protected from fire for over twenty years. Ten permanent plots were installed at the Cr and Cd of 20x50 m (1.000 m<sup>2</sup>). All individuals with base diameter were registered, identified and measured, as for height and diameter, measured at 30 cm of soil, (Db30 cm) e" 5 cm, including standing dead individuals. Composed samples were collected from the surface soil layer (0-20 cm deep) of each plot. Chemical and physical analyzes were performed. PCA and TWISNPAN classification related analysis were carried out in order to establish the relationships among tree species sampled with 5 or more individuals and statistically distinct soil properties. In multivariate analyzes included all species shown. Cr/Cd floristic comparison showed 40/32 families, 14/3 exclusive families, 71/48 genera, 99/68 species. A total of 43 species were shared by the communities, among them only *Emmotum nitens* and *Copaifera langsdorffii* are considered forest species, the rest is commonly found in areas of cerrado *strictu sensu*. This result set the low values found for the similarity indices of Sorensen and Chao-Sorensen respectively varying between 0,06/0,47 and 0,03/0,50. The most representative families were Fabaceae, Vochysiaceae and Myrtaceae in both areas. The species with the highest IVI in Cr/Cd were *Emmotum nitens/Dalbergia miscolobium*, *Siphoneugena densiflora/Miconia burchellii*, *Nectandra reticulate/Poliouratea hexasperma*, *Miconia cuspidata/Miconia ferruginata e Xylopia sericea/Qualea parviflora*, IVI totaling in 29,9 Cr and 28,3% Cd. The (H') diversity and (J') equability were, respectively, for Cr/Cd of 3,55/3,43 and 0,76/0,81. In structure, the Cr/Cd differences were noted with a total estimated density in 2.412/2.193 ind.ha<sup>-1</sup>, basal area of 27,92/15,98 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>, 6,6±2,10/3,9±2,7 (m) medium height, 18/12 (m) maximum height, number of dead trees 272 (11%)/152 (7%) and basal number of dead trees (m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>) 3,14 (11%)/1,61 (10%). Among the structural parameters mentioned above, calculated for each area, only the total density was not statistically distinct in Cr/Cd comparisons. Both Cr and Cd community diameter distribution showed an inverted J curve which revealed a

positive balance among recruitment and mortality. Cr and Cd were associated to clayey soils, showing low exchangeable bases levels and high A1 saturation. The cerrado soils showed significantly higher A1, Zn, Fe, K, Na, silte, CTC and (m%) base saturation, while the levels of P and (V%) base saturation were statically larger on the soil of Cd. The Ca and Mg showed exactly the same levels in all plots of both areas. The communities Cd/Cr showed floristically and structurally differentiated despite the geographical proximity. The TWINSpan classification separated both communities and pointed floristic homogeneity among Cr and Cd plots. The results by APC explained 78% of the total variance and distinguished in part of the TWINSpan results. The PCA showed no relationship of soil variables with the distribution of species in each area. The highest levels of cations in the Cr did not explain the higher basal area and height of vegetation which theoretically would require higher nutrient for growth, as increased levels of macronutrients and saturation. The higher levels of silt organic matter and clay on portions of Cr may contribute to the conservation of water and nutrients in the upper layers of the soil profile which would be, then, best used in the vegetation Cr.

**Key words** – Cerrado biome, phytosociologies, importance value index (IVI), diversity, floristic similarity and soil.

## Sumário

Resumo Geral .....	viii
Abstract General .....	x
Introdução Geral .....	3
Revisão Bibliográfica .....	6
As savanas e o bioma Cerrado .....	6
Principais fatores que influenciam as paisagens do bioma Cerrado .....	7
O Cerradão e o cerrado sentido restrito: semelhanças florísticas e diferenças estruturais da vegetação .....	11
Capítulo 1 .....	16
Comparação da vegetação lenhosa do cerradão e do cerrado denso no Jardim Botânico de Brasília .....	16
Resumo .....	16
Introdução .....	17
Material e Métodos .....	18
Resultados .....	25
Discussão .....	37
Conclusões .....	41
Capítulo 2 .....	42
Relações solo e vegetação no cerradão e no cerrado denso no Jardim Botânico de Brasília .....	42
Resumo .....	42
Introdução .....	43
Material e Métodos .....	44
Resultados .....	46
Discussão .....	50
Conclusões .....	54
Conclusões Gerais .....	55
Referências Bibliográficas .....	56

# Índice de figuras e tabelas

## Capítulo 1

<b>Figura 1.</b> Carta imagem da Localização do Centro de Visitantes do Jardim Botânico de Brasília (CVJBB-JBB) (área delimitada em vermelho) e locais de edificações existentes (área delimitada em branco e pontos amarelos). Fonte: Geo Lógica - vaniasoares.jbb@gmail.com. ....	20
<b>Figura 2.</b> Vista da estrutura interna do cerradão (Cr), localizado no Jardim Botânico de Brasília (DF). Em detalhe o adensamento da cobertura arbórea, galhos emaranhados e a camada de serapilheira sobre o solo. Foto: Manoel Cláudio. ....	21
<b>Figura 3.</b> Imagem da cobertura arbórea do cerradão (Cr), localizado no Jardim Botânico de Brasília (DF). Foto: Manoel Cláudio. ....	21
<b>Figura 4.</b> Vista da estrutura externa do cerrado denso (Cd), localizado no Jardim Botânico de Brasília (DF). Em detalhe a baixa estatura das árvores, galhos baixos e densos e o solo de cor avermelhada e pouca camada de serapilheira. Foto: Manoel Cláudio. ....	22
<b>Figura 5.</b> Imagem da cobertura arbórea do cerrado denso (Cd), localizado no Jardim Botânico de Brasília (DF). Foto: Manoel Cláudio. ....	22
<b>Figura 6.</b> Localização das áreas amostradas no Centro de Visitantes do Jardim Botânico de Brasília (CVJBB-DF). Cerradão (Cr) e cerrado denso (Cd) distam 2 km de distância em linha reta (laranja). Fonte: Google Earth. ....	23
<b>Figura 7.</b> Curvas de rarefação baseadas no número de indivíduos amostrados e no número de parcelas (10) de cada área, localizados no Jardim Botânico de Brasília (DF). Cr= cerradão e Cd= cerrado denso. ....	25
<b>Figura 8.</b> Distribuição dos indivíduos por classes de diâmetro no cerradão (Cr) e no cerrado denso (Cd) do Jardim Botânico de Brasília (DF). ....	29
<b>Figura 9.</b> Distribuição dos indivíduos por classes de altura no cerradão (Cr) e no cerrado denso (Cd) do Jardim Botânico de Brasília, DF. ....	30
<b>Figura 10.</b> Distribuição dos indivíduos mortos em pé por classes de diâmetro no cerradão (Cr) e cerrado denso (Cd) no Jardim Botânico de Brasília (DF). ....	30
<b>Tabela 1.</b> Comparação das características fitossociológicas do cerradão (Cr) e cerrado denso (Cd), localizados no Jardim Botânico de Brasília (DF). ....	26
<b>Tabela 2.</b> Índices de similaridade de Chao-Sørensen (abaixo) e Sørensen (acima) entre as 20 parcelas amostradas nas áreas de cerradão (Cr) e cerrado denso (Cd), localizados no Jardim Botânico de Brasília (DF). ....	27
<b>Tabela 3.</b> Fitossociologia das espécies lenhosas, com suas respectivas famílias, do cerradão (Cr) e do cerrado denso (Cd), localizados no Jardim Botânico de Brasília (DF). DA= densidade absoluta; DR= densidade relativa; FA: frequência absoluta; FR= frequência relativa; DoA: dominância absoluta; DOR= dominância relativa, e IVI= índice do valor de importância. ....	31

## Capítulo 2

<b>Figura 1.</b> Análise de Componentes Principais de oito variáveis do solo Al, H+Al, K, Fe, Zn, Na, P e silte, que foram estatisticamente distintas entre o cerradão (Cr) e o cerrado denso (Cd), localizados no Jardim Botânico de Brasília (DF). ....	49
<b>Figura 2.</b> Classificação pelo método TWINSpan das 20 parcelas amostradas, dez no cerradão (Cr) e dez no cerrado denso (Cd), localizados no Jardim Botânico de Brasília (DF). Os valores entre parênteses referem-se aos autovalores. ....	50
<b>Tabela 1.</b> Propriedades químicas e físicas dos solos (10-20 cm de profundidade) amostradas no cerradão (Cr) e no cerrado denso (Cd), localizados no Jardim Botânico de Brasília (DF). MO: matéria orgânica; CTA: capacidade de troca catiônica; V: saturação por bases; m: saturação por alumínio; DP: desvio padrão; p: nível de significância ( $p < 0,05$ ) pelo teste t de Mann-Whitney; ***: significativo e ns: não significativo. ....	47

## Introdução Geral

Uma associação de fatores ambientais, tais como clima estacional, geomorfologia, classes de solos, disponibilidade de água para as plantas, fogo, herbivoria e ação antrópica figuram entre os principais determinantes da paisagem no Cerrado (Eiten, 1972; Lopes & Cox, 1977; Coutinho, 1982; Cole, 1986; Furley, 1999; Coutinho, 2002; Ludwing, 2004; Ribeiro & Walter, 1998; 2008). Segundo Eiten (1972) e Cole (1986) o clima e o solo exerceriam os efeitos mais significativos na fisionomia e na distribuição das savanas.

O clima sazonal, com invernos secos e verões chuvosos, tem influência temporal na origem do Cerrado, pois as chuvas ao longo do tempo geológico intemperizaram os solos deixando-os pobres em nutrientes essenciais (Walter, 2006). Os períodos secos permitem que as constantes queimadas causem impactos importantes na estrutura e na composição florística da vegetação (Coutinho, 1982). Contudo, regiões do Cerrado no limite com a Caatinga e na interface com a Amazônia têm características climáticas próprias, com precipitações que variam entre 600 a 2.200mm por ano e duração do período seco que varia de três a oito meses (Reatto & Martins, 2005).

Diante das particularidades climáticas, existe também grande variedade de classes de solos que suportam as diferentes paisagens do Cerrado (Reatto & Martins, 2005). No geral, as fitofisionomias apresentam solos em sua maioria ácidos, com baixa capacidade de troca catiônica e alto nível de saturação por alumínio, que por sua vez, afetam os sistemas radiculares e inibem a absorção de cálcio e fósforo (Furley & Ratter, 1988).

Aproximadamente 46% do território do Cerrado (Reatto et al., 2008) é ocupado por Latossolos, a mais extensa classe de solos na região (Reatto et al., 2008). Estes são, em geral, profundos e bem drenados (Haridasan, 2000), frequentemente distróficos com níveis muito baixos de N, P e outros cátions e níveis extremamente altos de Al (Goodland, 1971; Haridasan, 1982; Sarmiento, 1984). As paisagens mais comuns que ocupam esses solos são o cerrado sentido restrito e o cerradão (Reatto & Martins, 2005). Estas fitofisionomias podem ocorrer em curtas distâncias geográficas, ao longo de gradientes de vegetação ou em áreas contíguas (Costa & Araújo 2001; Marimom-Júnior & Haridasan, 2005; Campos et al., 2006). O cerradão é considerado fisionomia florestal distinta, apesar de não apresentar identidade florística (Felfili et al., 1994; Ribeiro & Walter, 2008; Mendonça et al., 2008). A composição florística varia de acordo com a

fertilidade do solo, que podem ser considerados distróficos ou mesotróficos (Ratter et al., 1977, Araújo & Haridasan, 1988). Dados na literatura apontam algumas espécies que são consideradas indicadoras para cada ambiente (Ratter et al., 1971; 1977; 1978; Araújo & Haridasan, 1988; Felfili et al. 1994).

A fitofisionomia do cerrado sentido restrito apresenta subtipos: denso, típico, ralo e rupestre, onde a cobertura de árvores e arbustos pode variar de 5% a 70% (Eiten, 1972; Ribeiro & Walter, 2008). Os subtipos denso, típico e ralo se subdividem de acordo com a densidade arbórea (Ribeiro & Walter, 2008) e, o rupestre se diferencia por habitar solos rochosos. No geral, o cerrado sentido restrito ocorre em solos distróficos e, raramente, em solos mesotróficos, mas quando ocorre em solos mais férteis tem sua composição florística variada (Haridasan, 2000).

A comparação entre cerradão e o cerrado sentido restrito em áreas geograficamente próximas, apontam similaridade florísticas e semelhanças nas propriedades dos solos que chamam a atenção dos pesquisadores (Solorzano et al., 2012). No cerradão ocorrem espécies florestais, savânicas e generalistas (Solorzano et al., 2012), mas caracteriza-se preferencialmente pela presença de espécies que ocorrem no cerrado sentido restrito (Walter & Ribeiro, 2010). A similaridade florística entre estas fitofisionomias variam e não seguem um padrão fitogeográfico (Solorzano, 2011; Solorzano et al., 2012). Costa & Araújo (2000) indicaram que no cerradão distrófico, amostrado por eles em Minas Gerais, a vegetação foi grandemente influenciada pelas comunidades vizinhas, o que resultou na elevada similaridade florística com o cerrado sentido restrito adjacente. De acordo com Marimon-Junior & Haridasan (2005) as diferenças florísticas e estruturais entre o cerradão e o cerrado sentido restrito, podem ocorrer apesar da proximidade geográfica e das semelhanças na composição química dos solos.

No Centro de Visitantes do Jardim Botânico de Brasília ocorre o subtipo cerrado denso, bem como a fitofisionomia de cerradão, em áreas geograficamente próximas, protegidas do fogo há mais de vinte anos e com características climáticas iguais. Dentro deste contexto, os fatores que parecem exercer influências na distribuição do cerradão e do cerrado denso são o solo e a disponibilidade de água para as plantas, bem como as oscilações do lençol freático. A proximidade entre essas comunidades se apresenta como excelente experimento natural para a investigação sobre as relações ecológicas determinantes destas paisagens e, dessa forma, possibilitou a realização deste estudo comparativo e também levantar as seguintes questões:

1. Qual é a composição florística e a estrutura da vegetação lenhosa no cerrado sentido restrito denso (Cd) e cerradão (Cr) no Centro de Visitantes do Jardim Botânico de Brasília (CVJBB)?

2. Qual é a similaridade florística entre as duas comunidades vizinhas?
3. Existem diferenças significativas entre os parâmetros estruturais (densidade, área basal e altura) nessas comunidades?
4. Como os diâmetros e alturas dos indivíduos lenhosos se distribuem nessas comunidades?
5. Existem diferenças significativas entre as propriedades químicas e físicas dos solos nessas comunidades?
6. Existem associações entre a vegetação e as propriedades dos solos nessas comunidades?

Para tanto, foram alocadas dez parcelas de 20x50 (1.000 m<sup>2</sup>) em cada área, e analisados os parâmetros fitossociológicos convencionais da vegetação lenhosa (Müller-Dombois & Ellenberg, 1974). Foram calculados também a riqueza florística pelos estimadores Chao 1 e Chao 2, a diversidade alfa por meio do índice de Shannon e da equabilidade de Pielou (Magurran, 2004) e a similaridade florística pelos índices de Sørensen e Chao-Sørensen (Kent & Coker, 1992; Chao et al., 2005). A estrutura de tamanhos (diâmetro e altura) também foi verificada a partir de intervalos de classes fixos.

A vegetação lenhosa das áreas comparadas foi classificada pelo método TWINSpan (Hill, 1979) (*Two-Way Indicator Species Analysis*). Também foram coletadas em cada parcela, amostras compostas da camada superficial do solo (10-20 cm), e assim, analisadas quanto às propriedades químicas e físicas. As variáveis do solo, estatisticamente distintas entre as áreas, foram ordenadas pela PCA e, posteriormente, relacionadas com os resultados obtidos pelo TWINSpan entre as áreas e para cada área.

Os resultados serão apresentados e discutidos da forma que se segue:

**Capítulo 1.** Comparação da vegetação lenhosa do cerradão e do cerrado denso no Jardim Botânico de Brasília.

**Capítulo 2.** Relações solo e vegetação no cerradão e no cerrado denso no Jardim Botânico de Brasília.



## Revisão Bibliográfica

### As savanas e o bioma Cerrado

As savanas são caracterizadas por paisagem com predominância do estrato rasteiro e com densidades variáveis dos componentes arbóreo e arbustivo, ocorrem comumente nos trópicos e subtropicais em áreas com forte sazonalidade, onde o verão é chuvoso e o inverno é seco (Cole, 1986). São ecossistemas considerados dinâmicos, determinados por fatores físicos, químicos e biológicos em diferentes escalas espaciais e temporais. Além disso, o uso das savanas pelo homem também é considerado fator determinante de suas diferentes paisagens (Mistry, 2000). Os longos períodos de seca propiciam a propagação do fogo, que frequentemente ocorre pela ação antrópica. O fogo não só influencia a biomassa total nas savanas, como também o microclima e a distribuição de recursos em escala local, como a umidade do solo e os nutrientes (Cole, 1986; Mistry, 2000; Ludwig, 2004).

O Cerrado é a savana brasileira que ocorre principalmente na região central do Brasil. Segundo as observações de Cole (1986), Eiten (1972), Lopes & Cox (1979) e Ribeiro & Walter (2008), o Cerrado exhibe diversas formas fisionômicas que variam desde campos gramíneos (campo limpo) até formações florestais com dossel parcialmente fechado (cerradão). Coutinho (1978) sugere que o Cerrado apresenta dois extremos: o cerradão, com vegetação arbóreo-arbustiva, e o campo limpo com componentes herbáceos e subarbustivos. Entre estes extremos figuram as formações campestres e savânicas que se incluem no conceito de Cerrado sentido amplo ou *sensu lato* (Eiten, 1972).

Segundo Coutinho (1978), alguns autores defendem que o termo savana não está de acordo com a enorme variedade de fitofisionomias que compõem o bioma Cerrado, em especial as fisionomias florestais. Para Walter (2006), o bioma como um todo não é savana, uma vez que nele ocorrem florestas (as matas de galeria, matas secas e cerradão) e campos puros, mas é caracterizado primordialmente por típica vegetação de savana, com solo coberto por vegetação gramínea onde se distribuem arbustos e árvores em diferentes densidades. De acordo com Mistry (2000), as savanas são heterogêneas entremeadas com outros tipos de vegetações, como por exemplo, as matas de galeria e ciliares. No geral, o conceito de Cerrado designa a vegetação xeromorfa arbórea, arbustiva, savânica e campestre (Eiten, 1978). Dentre as fitofisionomias

existentes, a mais característica e de maior ocupação territorial é denominada cerrado sentido restrito (Ribeiro & Walter, 2008) ou *strictu sensu* (Eiten, 1972).

Recentemente, Ribeiro & Walter (2008) definiram o Cerrado como enorme mosaico vegetacional composto por formações savânicas (cerrado sentido restrito, parque cerrado, palmeiral e vereda), campestres (campo rupestre, campo sujo e campo limpo) e florestais (mata seca, mata de galeria, mata ciliar e cerradão) que coexistem e se misturam na paisagem do Brasil Central.

### **Principais fatores que influenciam as paisagens do bioma Cerrado**

Entre os fatores que influenciam o mosaico de fitofisionomias que representam o Cerrado destacam-se o clima estacional, a disponibilidade de água para as plantas, o histórico de fogo, as condições edáficas e a geomorfologia das regiões (Lopes & Cox, 1977; Coutinho, 1982; Furley, 1999; Ribeiro & Walter, 2008). Segundo Eiten (1972) e Cole (1986) o clima e o solo exerceriam os efeitos mais significativos na fisionomia e na distribuição das savanas.

O clima do Cerrado é estacional, com período chuvoso de outubro a março e período seco de abril a setembro. A precipitação média anual é de 1.500 mm e as temperaturas variam ao longo do ano entre 18°C e 28°C em média (Dias, 1992; Klink & Machado, 2005). Assim como em todas as savanas, o clima sazonal com invernos secos e verões chuvosos permite que as constantes queimadas causem impactos importantes na estrutura e na composição florística da vegetação (Coutinho, 1982). O clima também tem influência temporal na origem do Cerrado, pois as chuvas, ao longo do tempo geológico intemperizaram os solos, deixando-os pobres em nutrientes essenciais (Walter, 2006). Contudo, regiões do Cerrado no limite com a Caatinga e na interface com a Amazônia têm características climáticas próprias, com precipitações que variam entre 600 a 2.200mm por ano e duração do período seco que varia de três a oito meses (Reatto & Martins, 2005).

Os períodos secos na região do Cerrado permitem que as constantes queimadas causem impactos importantes na estrutura e na composição florística das formações vegetais (Coutinho, 1982). O fogo é coadjuvante antigo no Cerrado e nas savanas no mundo. Na América do Sul é datada a ocorrência de queimadas muito antes da chegada dos humanos (Miranda et al., 2010), de forma que a maioria dos organismos já estava adaptada aos incêndios, não como evento casual, mas como um regime de queima definido pela época e frequência de ocorrência (Eiten, 1972; Miranda et al., 2010). O registro mais antigo de fogo na flora do Cerrado foi encontrado no Planalto Central brasileiro e remonta aproximadamente 32.000 anos AP (Ledru, 2002).

A velocidade e a combustão do fogo dependem da composição e da dinâmica do combustível, como serapilheira, galhos de árvores e arbustos, que estão relacionados com a fisionomia da vegetação. Dependendo da época de queima, do período sem chuva e da velocidade dos ventos, os incêndios podem atingir altas velocidades e destruir grandes áreas das vegetações no Cerrado (Miranda et al., 2010).

De acordo com as diferentes formações no bioma, as fitofisionomias florestais estão menos sujeitas aos incêndios naturais do que as savânicas e campestres. Entre as formações florestais, as matas de galerias representam a vegetação menos adaptada ao fogo, enquanto a flora das savanas e dos campos possuem inúmeras espécies adaptadas com características morfológicas, anatômicas e fisiológicas ao fogo (Walter & Ribeiro, 2010). O fogo influencia a distribuição e a composição florística das fitofisionomias por afetar a estrutura dos trechos de vegetação. Tal fator é determinante para os ritmos fenológicos na comunidade rasteira, além de alterar a dinâmica de comunidades vegetais, afetar a frequência de espécies raras e alterar ou não a dominância de espécies comuns (Munhoz & Amaral, 2010; Walter, 2006).

O fogo também exerce influência positiva e negativa ao solo (Coutinho, 1990), pois, após a sua passagem as concentrações de certos nutrientes minerais nas camadas superficiais do solo podem aumentar, assim como alguns nutrientes são perdidos por volatilização (Cavalcanti, 1978; Brinkley et al., 1994; Pomianoski, 2005). Com a queimada da biomassa vegetal e da matéria orgânica do solo, as cinzas com alta concentração de P, K e Ca (Owensby & Wyrill, 1973; Coutinho, 1990) são arrastadas pelas águas ou lixiviadas em profundidades que prejudicam o processo de ciclagem biogeoquímica que diretamente afetam a produtividade vegetal (Jordan, 1987; Oliveira, 1994).

Durante muito tempo pesquisadores consideraram a água como fator limitante para as plantas nativas do Cerrado devido aos longos períodos de seca e pelas características xéricas da vegetação (Goodland & Ferri, 1979). Tais características nas plantas do Cerrado podem estar associadas à origem evolutiva da vegetação do tipo savana, quando a disponibilidade de água, que se tornou muito baixa em algum ponto durante as glaciações no período Quaternário (Ferri, 1977), teria selecionado as espécies mais adaptadas às condições secas.

Estudos recentes sobre a variação da umidade nos solos indicaram que nas camadas mais profundas, o mesmo permanecia úmido mesmo na estação seca (Quesada et. al, 2004). Os níveis do lençol freático são determinados pela quantidade de chuva na última estação chuvosa e a água armazenada se torna disponível para as plantas durante a estação seca (Schubart & Rawitscher,

1950 *apud* Goodland & Ferri, 1979). Dessa forma, a estrutura da vegetação também estaria relacionada com a disponibilidade de água e com as oscilações no nível do lençol freático e não com a escassez de água (Haridasan, 1991).

Várias espécies lenhosas do Cerrado têm raízes profundas (Rawitscher, 1948 *apud* Franco, 2004; Jackson et al., 1999), mas o simples acesso às reservas de água no subsolo não garante água suficiente para fazer frente à demanda evaporativa da atmosfera, mesmo durante a estação chuvosa (Franco, 2004). Portanto, o sucesso de plantas no bioma depende da sua capacidade de manter um balanço hídrico adequado durante o período seco e de minimizar os efeitos do déficit hídrico no seu balanço anual de carbono. Os ritmos fenológicos, especialmente a produção e perda de folhas, e o potencial de aclimatação do seu aparato fotossintético às condições contrastantes de luminosidade, que podem ocorrer ao longo do seu ciclo de vida, são estratégias utilizadas pelas plantas para minimizar ou escapar dos efeitos deletérios da alternância do regime hídrico (Franco, 2004).

As características e as propriedades dos solos variam bastante entre os trópicos e entre regiões nos trópicos. Os solos do Cerrado, conforme critérios utilizados na agronomia apresentam baixa fertilidade e, em geral, são profundos e bem drenados (Haridasan, 2000). O nitrogênio, o fósforo e vários cátions ocorrem em níveis muito baixos e os teores de alumínio no solo podem ser extremamente altos (Haridasan, 1982; Sarmiento, 1984).

O Latossolo é a classe de solo mais extensa na região do Cerrado e cobre cerca de 50% da região (Reatto et al., 2008). Os Latossolos são solos muito intemperizados, em geral, profundos, bem drenados, fortemente ácidos, com baixa saturação por bases, distróficos ou aluminicos (EMBRAPA, 2006). No entanto, ocorrem Latossolos com média e até mesmo alta saturação por bases, encontrados geralmente em zonas com seca pronunciada, semiáridas ou não, ou ainda por influência de rochas básicas ou calcárias (EMBRAPA, 2006). Apresentam pH baixo e elevados teores de sesquióxidos de ferro e alumínio, características que aumentam a capacidade de retenção do fósforo em formas pouco solúveis, sendo este nutriente de baixa disponibilidade para as plantas (Goodland, 1971). Essa baixa fertilidade dos solos pode ser observada nas pequenas concentrações de nutrientes nas folhas das espécies nativas em comunidades associadas aos solos distróficos (Haridasan, 1982; Haridasan & Araújo, 1988).

Os Latossolos são representados por: Latossolo Vermelho, no qual ocupa 22,1% da área do Cerrado; Latossolo Vermelho-Amarelo, com 21,6% da área; e Latossolo Amarelo que ocupa 2% da área do Cerrado. Os Latossolos Vermelhos nas áreas mais altas do Planalto Central do Brasil

têm boa drenagem interna, como mostrado por sua cor vermelha, que indica um ambiente oxidante devido à hematite, um mineral de óxido de ferro à fração de argila (Cornell & Schwertmann, 1996). Nas áreas mais baixas o Latossolo Vermelho-Amarelo têm as cores vermelho-amarelo do mineral óxido de ferro, goetita, o que indica condições de solo mais úmido do que em solos avermelhados (Oliveira-Filho & Ratter, 2002).

Além dos Latossolos, as outras classes de solo – Neossolos, Argissolos, Cambissolos, Plintossolos, Litólicos, Planossolos e Gleissolos – estão associadas às condições de clima e estabelecem grande diversidade de espécies vegetais, seja do estrato gramíneo, arbustivo ou arbóreo (Oliveira-Filho & Ratter, 2002; Reatto et al., 2008). Segundo Haridasan (2000), os fatores edáficos como profundidade do solo, presença de concreções no perfil, proximidade à superfície do lençol freático, drenagem e fertilidade influenciam as diferenças entre fitofisionomias no bioma.

O Cerrado ocorre ao longo de inúmeras formações geológicas, tipos de topografias e em altitudes que variam de aproximadamente 300m, na Baixada Cuiabana (MT), a mais de 1.600 m na Chapada dos Veadeiros (GO) (Cole, 1986; Ribeiro & Walter, 2008). A topografia da maior parte na área central do Brasil consiste de plano a suavemente ondulado além dos interflúvios, mais acidentados, onde ocorrem campos, matas de galeria e ciliares ao longo dos córregos (Eiten, 1972). A associação geral das formações savânicas, florestais e campestres, com superfícies de aplainamento e com terrenos inclinados sugerem que suas distribuições podem ser influenciadas por condições de solo e de águas subterrâneas.

## **O Cerradão e o cerrado sentido restrito: semelhanças florísticas e diferenças estruturais da vegetação**

Diante dos fatores ambientais que influenciam a distribuição das fitofisionomias do Cerrado, o cerradão e o cerrado sentido restrito ocorrem, na maioria das vezes, em áreas adjacentes seguindo gradientes vegetativos (Marimon-Junior e Haridasan, 2005). Muitos cerradões associados a solos distróficos possuem nível de fertilidade, pH e teores de alumínio semelhantes aos dos solos distróficos colonizados por cerrado sentido restrito. São fitofisionomias estruturalmente diferentes onde composição e quantidade das espécies comuns variam de local para outro (Costa & Araújo 2000; Marimom-Junior & Haridasan, 2005).

Na descrição de Ribeiro & Walter (2008) o cerradão é formação florestal que possui cobertura arbórea que varia de 50% a 90%, semelhante à de mata de galeria. Geralmente apresenta três estratos distinguíveis: arbóreo, arbustivo e herbáceo (Ribeiro & Walter, 2008). O estrato arbóreo pode variar de 6 a 7 m de altura até apresentar árvores com 15 a 20 m (Ratter et al., 1977). O segundo estrato composto por arbustos e arvoretas apresenta altura entre 2 e 5 m, já o estrato herbáceo geralmente é pouco desenvolvido, e está quase ausente nas porções com maior cobertura do dossel e, conseqüentemente, com maior sombreamento (Oliveira-Filho & Ratter, 2002). O cerradão coloniza locais bem drenados, em solos profundos (Ribeiro & Walter, 2008), com características de posicionamento topográfico semelhante ao do cerrado sentido restrito.

A composição florística dos cerradões varia conforme a fertilidade do solo. Podem ocorrer tanto em solos distróficos quanto mesotróficos (Ratter et al., 1977; Haridasan & Araújo, 1988). Quando mesotrófico é caracterizado por ocorrer em solos com níveis médios de nutrientes: teor de cálcio maior que 2 meq/100 g de solo e pH entre 5,5 e 7,0. Já em solo distrófico é caracterizado por apresentar pH entre 4,0 e 4,8 e teores de cálcio menores que 0,5 meq/100 g de solo (Ratter et al., 1978). Em relação às espécies, os cerradões foram caracterizados como cerradão mesotrófico ou cerradão de *Callisthene fasciculata* e *Magonia pubescens* (Ratter et al., 1971; 1977) e cerradão distrófico ou cerradão de *Hirtella glandulosa* (Ratter et al., 1971). Em cerradões distrófico e mesotrófico de Goiás, Haridasan & Araújo (1988) registraram alta dissimilaridade florística entre os dois cerradões, com maior área basal por hectare das espécies arbóreas em solo mesotrófico, fato este associado pelos autores à maior fertilidade do solo e maior número de árvores por hectare no cerradão distrófico associado à cobertura menos compacta de copas e presença de espécies de menor porte.

O cerradão apresenta árvores comuns às formações savânicas e florestais, com maiores valores de similaridade florística com o cerrado sentido restrito do que com as matas (Mendonça et al., 2008). Segundo Ribeiro & Walter (2008), o cerradão é floresta, mas floristicamente é mais similar ao cerrado sentido restrito, justamente por conter elevado número de espécies típicas do cerrado sentido restrito. Solorzano et al., (2012) defendeu que o padrão co-ocorrente para o cerradão é a presença de espécies das categorias florestais, savânicas e generalistas, de acordo com sua preferência por habitat.

O conjunto de dados analisados por Solorzano et al., (2012) em seis áreas distribuídas no MT, MS, MG, TO, PI e DF, destacou algumas espécies que quando ocorrem em conjunto podem ser usadas para tipificar o cerradão: *Emmotum nitens*, *Qualea grandiflora*, *Tachigali subvelutina*, *Copaifera langsdorffii*, *Vatairea macrocarpa* e *Bowdichia virgilioides*. Outras espécies como *Blepharocalyx salicifolius*, *Simarouba versicolor* e *Ocotea spixiana* foram apontadas por Felfili & Silva Júnior (1992) como características desta fitofisionomia. Além das espécies já citadas, Furley & Ratter (1988) também destacaram um grupo de espécies como indicadoras do cerradão distrófico, as quais são: *Callisthene major*, *Cardiopetalum calophyllum*, *Cinnamomum erythropus*, *Hirtella glandulosa*, *Tachigali subvelutina*, *Siparuna guianensis*, *Siphoneugena densiflora*, *Vochysia haenkeana* e *Virola sebifera*. Destas, *Hirtella glandulosa*, *Emmotum nitens*, *Virola sebifera*, *Cinnamomum erythropus*, *Vochysia haenkeana* e *Callisthene major* ocorrem preferencialmente em formações florestais, inclusive no cerradão; *Blepharocalyx salicifolius*, *Siphoneugena densiflora*, *Siparuna guianensis* e *Tachigali subvelutina* ocorrem com mais frequência em matas e cerradão, mas também aparecem no cerrado sentido restrito; e *Ocotea spixiana* e *Cardiopetalum calophyllum* são comuns tanto em matas e cerradões quanto em formações savânicas (Walter, 2006; Mendonça et al., 2008).

De acordo com Solorzano et al., (2012), a vegetação do cerradão varia conforme a região e são poucas as espécies que ocorrem com a mesma importância nos diferentes locais estudados. Castro & Martins (1999 apud Solorzano, 2011) chamaram atenção para dois tipos de cerradões fitogeograficamente distintos: (1) meridionais, que são mais florestais e têm poucas conexões florísticas com as formações savânicas; e (2) setentrionais (do Nordeste), que seriam mais savânicos e floristicamente mais similares ao cerrado lato sensu, que também foi chamado de “cerradão de cerrado”.

Diferente do cerradão que ocupava menos de 1% do Cerrado (Haridasan, 2000), o cerrado sentido restrito é a fitofisionomia mais extensa e ocupava originalmente cerca de 70% da área

geográfica do Cerrado na porção central do Brasil (Eiten, 1972, Ribeiro e Walter 1998; 2008). É formação savânica caracterizada pela presença de árvores baixas, com altura entre 3 e 8 m, algumas espécies podem chegar até 10 m (Ribeiro & Walter, 2008; Marimon-Junior & Haridasan, 2005). As árvores geralmente são retorcidas, com ramificações irregulares, cascas de cortiça grossa, fendida ou sulcada, onde os arbustos e subarbustos encontram-se espalhados pela área (Ribeiro & Walter, 2008). A fitofisionomia do cerrado sentido restrito apresenta subtipos: denso, típico, ralo e rupestre, onde a cobertura de árvores e arbustos pode variar de 5% a 70% (Eiten, 1972; Ribeiro & Walter, 2008). De acordo com esses autores, os três primeiros subtipos refletem variações na forma dos agrupamentos e espaçamentos entre os indivíduos lenhosos, seguindo gradientes de densidade decrescente do cerrado denso ao cerrado ralo. O cerrado denso tem cobertura arbórea que varia de 50% a 70% e altura média de 5 a 8 m, o cerrado típico atinge cobertura arbórea de 50% e altura média que varia de 3 a 6 m e, o cerrado ralo com cobertura arbórea que varia de 5% a 20% tem altura média variada entre 2 e 3 m. O cerrado rupestre diferencia-se dos demais pelo substrato, tipicamente de solos rasos com afloramentos de rocha e pelas espécies típicas e adaptadas a este ambiente (Ribeiro & Walter, 2008; Walter & Ribeiro, 2010).

O cerrado sentido restrito abriga elevado número de espécies, entre as quais pode-se destacar *Qualea parviflora*, *Qualea grandiflora*, *Curatella americana*, *Davilla elliptica*, *Ouratea hexasperma*, *Caryocar brasiliensis*, *Hymenaea stignocarpa* e *Dalbergia miscolobium* (Mendonça et al., 1998, 2008; Felfili et al., 2000; Andrade et al., 2002; Assunção & Felfili, 2004; Felfili et al., 2007; Costa et al., 2010; Mews, 2011). Assim como em outros ambientes tropicais, no cerrado sentido restrito o número de espécies é elevado e a distribuição é desigual, poucas espécies ocorrem com elevado número de indivíduos (Felfili & Felfili, 2001). Essa tendência, onde um grupo pequeno de espécies prevalece sobre as demais, foi verificada em diversos trabalhos no cerrado sentido restrito (Felfili et al., 2002). A elevada riqueza encontrada nesta fitofisionomia está em torno de 70 espécies por hectare (Haridasan, 2005) e varia dependendo do tamanho da área amostrada.

As principais classes de solos que suportam o cerrado sentido restrito são os Latossolos Vermelhos e Neossolos Quartzarênicos (Haridasan, 2005). Em geral esses solos são profundos e bem drenados e não apresentam restrições ao crescimento radicular (Haridasan, 2005). Comunidades de cerrado sentido restrito também são encontradas sobre as classes de solos Cambissolos, Chernossolos, Argissolos, entre outras (Reatto & Martins, 2005).

As diferenças químicas e físicas das propriedades dos solos e a similaridade florística estão entre os assuntos mais tratados entre as fitofisionomias de cerradão e cerrado sentido restrito.



Estudos desta natureza visam entender a relação ecológica e os fatores que influenciam as diferenças estruturais e florísticas entre essas comunidades geograficamente próximas.

Marimon-Junior & Haridasan (2005) compararam a fitossociologia entre o cerradão e cerrado sentido restrito em solos distróficos, em Nova Xavantina (MT), a fim de determinar se a ocorrência do cerradão estaria associada à maior fertilidade nos solos. Entretanto, não foi constatada qualquer diferença na composição química, mas o cerradão apresentou solo mais argiloso ao longo de todo o perfil. Os autores concluíram que o solo mais argiloso no cerradão apresentava maior capacidade de retenção de água disponível e esta disponibilidade de água regulava a dinâmica dos nutrientes no solo e sua absorção pelas plantas.

Costa & Araújo (2000), na Reserva do Panga, em Uberlândia (MG), compararam a fitossociologia e os solos de cerradão e cerrado sentido restrito. As análises químicas dos solos apontaram que ambas as fitofisionomias ocorrem em solos distróficos, onde nenhuma diferença química foi constatada entre as áreas. Em relação à fitossociologia, a espécie *Qualea grandiflora* apresentou maior valor de importância tanto no cerradão quanto no cerrado. As espécies *Matayba guianensis*, *Coussarea hydrangeaefolia*, *Virola sebifera* e *Cardiopetallum callophyllum* apresentaram altos índices de valor de importância no cerradão, mas não foram exclusivas desse ambiente, ocorreram também no cerrado sentido restrito, porém em menor densidade e frequência. Os autores concluíram que, além da similaridade com o cerrado sentido restrito, as espécies de matas que foram encontradas no cerradão parecem ocorrer no limite de distribuição da área amostrada, fato que caracteriza o cerradão como possível área de transição entre as matas e o cerrado sentido restrito.

Mesmo em solos distróficos, com propriedades químicas semelhantes e em áreas contíguas ou relativamente próximas, ambas fitofisionomias podem apresentar estruturas fitossociológicas diferentes. Com o intuito de entender as relações ecológicas e os fatores que influenciam nas diferenças estruturais e florísticas entre essas comunidades de solos semelhantes, Haridasan (1992) investigou as diferenças nas concentrações de nutrientes foliares entre cerrado sentido restrito e cerradões em solos distróficos e mesotróficos, e constatou que o cerrado sentido restrito e o cerradão de mesma fertilidade não apresentaram diferenças significativas. A partir deste resultado, o autor sugeriu que cerradões em solos distróficos se estabeleceram quando o solo ainda poderia fornecer nutrientes em quantidades maiores para o estabelecimento de maior biomassa, ou seja, o cerradão e o cerrado sentido restrito se estabeleceram em períodos diferentes.

Ao comparar a área original do cerradão que é menor que 1% com o cerrado sentido restrito de aproximadamente 70%, Marimon Junior & Haridasan (2005) indicaram a urgência de sua conservação. Devido ao aspecto florestal, o cerradão é considerado por agricultores como

vegetação que ocorre em solos férteis e, por isso, sofre intensa especulação antrópica (Goodland, 1971; Sano et al., 2010). De modo geral, o conhecimento da flora do Cerrado como a riqueza, distribuição das espécies raras, endêmicas e ameaçadas e da diversidade de habitats, faz parte dos critérios de prioridade para o estabelecimento de ações de conservação do bioma (Klink & Machado, 2005).

## Capítulo 1

### Comparação da vegetação lenhosa do cerrado e do cerrado denso no Jardim Botânico de Brasília

**Resumo** – O objetivo deste capítulo foi comparar a florística e a estrutura do cerrado (Cr) e do cerrado sentido restrito denso (Cd), ambos sobre solos distróficos e geograficamente próximos na área de visitação no Jardim Botânico de Brasília (DF). Em cada área foram estabelecidas dez parcelas permanentes de 20x50 m cada (1.000 m<sup>2</sup>). Foram registrados as alturas e os diâmetros da base (Db30 cm) e 5 cm de todos os indivíduos inclusive os mortos em pé. Foram calculados os parâmetros estruturais (densidade, frequência, área basal e IVI), o índice de diversidade de Shannon e os índices de similaridade de Chao-Sørensen e Sørensen. A estrutura de tamanhos também foi verificada por intervalos fixos de altura e diâmetro. Na comparação florística Cr/Cd, as áreas foram representadas por 40/32 famílias, 14/3 famílias exclusivas, 71/48 gêneros, 99/68 espécies. Das 43 espécies compartilhadas apenas duas são consideradas tipicamente florestais, *Emmotum nitens* e *Copaifera langsdorffii*, o restante é comumente encontrado em áreas de cerrado sentido restrito. Além destas, 56/26 espécies foram exclusivas. Estes resultados definiram os baixos índices de similaridade que variaram de 0,06 a 0,47 (Sørensen) e 0,03 a 0,50 (Chao-Sørensen). As famílias com maior representatividade nas duas áreas foram Fabaceae, Vochysiaceae e Myrtaceae. As espécies de maior IVI: *Emmotum nitens* / *Dalbergia miscolobium*, *Siphoneugena densiflora* / *Miconia burchellii*, *Nectandra reticulata* / *Poliouratea hexasperma*, *Miconia cuspidata* / *Miconia ferruginata* e *Xylopia sericea* / *Qualea parviflora* somaram 29,9/28,3% do IVI total. A diversidade ( $H'$ ) e a equabilidade ( $J'$ ) foram, respectivamente, de 3,55 / 3,43 e 0,76 / 0,81. Na estrutura as diferenças Cr/Cd foram anotadas para densidade total 2.412 / 2.193 ind.ha<sup>-1</sup>, área basal de 27,92 / 15,98 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>, altura média (m) 6,6±2,10 / 3,9±2,7, altura máxima (m) 18 / 12, número de árvores mortas 272 (11%) / 152 (7%) e área basal das árvores mortas (m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>) 3,14 (11%) / 1,61 (10%). Dentre os parâmetros estruturais citados acima apenas a densidade total não foi estatisticamente diferente na comparação entre as áreas. A distribuição dos diâmetros nas comunidades apresentou curvas de aspecto J-reverso com balanço positivo entre recrutamento e mortalidade. As comunidades Cd/Cr se apresentaram floristicamente e estruturalmente diferenciadas apesar de sua localização aproximada.

**Palavras-chave** – Bioma Cerrado, fitofisionomias, índice de valor de importância (IVI), diversidade, distribuição diamétrica.

## Introdução

As savanas ocorrem comumente nos trópicos e subtropicais e são ecossistemas dinâmicos determinados por fatores físicos, químicos e biológicos em diferentes escalas espaciais e temporais (Cole, 1986; Mistry, 2000). O termo savana é aplicado a distintas formas fisionômicas, dado a sua grande variedade florística e aspectos estruturais (Cole, 1986; Walter, 2006). Em geral, o estrato rasteiro domina a paisagem e há variações nos componentes arbóreos e arbustivos (Cole, 1986; Ribeiro & Walter 2008; Walter, 2006).

No Brasil, Cole (1986) utiliza o termo savana para classificar a vegetação do bioma Cerrado, em que considera os campos limpos, campos sujos, campos cerrados, cerradão assim como descrito por Coutinho (1978). Para Ribeiro & Walter (1998; 2008) o bioma Cerrado é um complexo vegetacional que possui relações ecológicas e fisiológicas com as savanas da América Tropical, da África, do Sudeste Asiático e da Austrália. No entanto, o bioma como um todo não pode ser considerado savana, uma vez que o termo Cerrado inclui todas as formações vegetais nele encontradas (Ribeiro & Walter, 2010). O cerrado sentido amplo, que não inclui as matas de galeria, ciliares e secas, é caracterizado por vegetação típica de savana e ocupa a maior porção do mosaico fitofisionômico que compõe o bioma Cerrado (Walter, 2006; Ribeiro & Walter, 2010).

Diante da enorme variedade de fitofisionomias do bioma Cerrado, Ribeiro & Walter (2008) criaram um sistema formal e definiram três grandes formações vegetacionais: florestais, savânicas e campestres. Para essas formações os autores listaram onze tipos fitofisionômicos, onde o cerrado sentido restrito e o cerradão fazem parte da composição fitofisionômica das formações savânicas e florestais, respectivamente. O cerradão e o cerrado sentido restrito podem ocorrer em curtas distâncias geográficas, ao longo de gradientes de vegetação ou em áreas contíguas (Costa & Araújo 2001; Marimom-Júnior & Haridasan, 2005; Campos et al., 2006).

O cerradão apresenta dossel contínuo e cobertura arbórea que pode oscilar de 50% a 90%. A altura média do estrato arbóreo varia de 8 a 15 m, o que proporciona condições de luminosidade que permitem a formação de estratos arbustivos e herbáceos pouco desenvolvidos (Ribeiro & Walter, 2008; 2010). Ocorre com composição florística distinta em solos distróficos e mesotróficos (Ratter, 1971; Ratter et al., 1973; Araújo & Haridasan, 1988). Já o cerrado sentido restrito ocorre principalmente associado aos solos distróficos (Haridasan, 1992). Esta fitofisionomia é composta por estrato arbóreo-arbustivo e herbáceo-graminoso e de acordo com a variação da densidade arbórea pode ser classificado como ralo, típico e denso (Eiten, 1994; Ribeiro & Walter, 2008).

Estudos realizados por Felfili (2001) e Ribeiro & Walter (2008) afirmaram que cerradão e cerrado sentido restrito de fato abrigam espécies comuns, mas caracterizam-se preferencialmente por espécies savânicas. Com base nos levantamentos de Mendonça et al., (2008), o cerradão compartilha espécies principalmente com o cerrado sentido restrito, seguido pelas matas de galeria e em menor número pelas matas secas. Embora o cerradão apresente vegetação mista (Felfili, 2001; Ribeiro & Walter, 2008), Felfili & Silva-Júnior (1992) alegaram que algumas espécies são características, associadas aos solos distróficos, como *Emmotum nitens*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Simaurouba versicolor* e *Ocotea spixiana*. Ribeiro & Haridasan (1984) apontaram que há variação florística entre estas duas fitofisionomias devido às diferenças nas estruturas da vegetação.

Marimom-Junior & Haridasan (2005) compararam trechos adjacentes de cerradão e cerrado sentido restrito, no leste mato-grossense, ambos em solos distróficos. As duas fitofisionomias foram distintas quanto à florística, estrutura e fitossociologia. Dentre as espécies mais importantes nenhuma foi comum às duas áreas, o que evidenciou a baixa similaridade florística. Ribeiro & Haridasan (1984), em Planaltina (DF), registraram baixo índice de similaridade (0,36) entre cerradão e cerrado denso e nenhuma das espécies encontradas foram simultaneamente importantes nas duas áreas, assim como registrado por Marimon-Junior & Haridasan (2005). Já Costa & Araújo (2001), na Reserva do Panga, em Uberlândia (MG), *Qualea grandiflora* foi a espécie mais importante nas duas fitofisionomias. O índice de similaridade florística de Sørensen foi alto (0,73). Segundo os autores esta elevada similaridade resultou da contiguidade das áreas o que permitiu que espécies com alto potencial de dispersão ocupassem fisionomias distintas. Embora a proximidade entre áreas possa permitir a ampla colonização por diferentes espécies, o mesmo resultado não foi encontrado por Marimon-Junior & Haridasan (2005) e Ribeiro & Haridasan (1984).

Neste sentido, o presente capítulo objetivou comparar a florística e a estrutura fitossociológica da vegetação lenhosa em áreas adjacentes de cerradão (Cr) e de cerrado denso (Cd), amostrados no Jardim Botânico de Brasília (JBB) (DF).

## **Material e Métodos**

O cerradão e o cerrado denso estão localizados no Centro de Visitantes do Jardim Botânico de Brasília (CVJBB), situado nas coordenadas 15°50'-15°55'S, 47°49'-47°55'O, com altitude média de 1.056 m (Figura 1). O Jardim Botânico de Brasília (JBB) possui aproximadamente 526 ha para visitação (CVJBB) e, junto com a Estação Ecológica (EEJBB) compreendem

aproximadamente 5.000 ha. Parte da composição florística do CVJBB já foi estudada por Azevedo et al. (1990). O JBB apresenta variações fitofisionômicas que incluem representantes das três formações vegetacionais descritas por Ribeiro e Walter (1998): florestais, savânicas e campestres (Heringer Salles et al., 2007, Proença et al., 2001).

O cerradão (Figuras 2 e 3) ocorre em fragmento localizado no limite da cerca com a Escola de Administração Fazendária (ESAF) e com as estradas DF-001 e DF-035, situado entre as coordenadas 15°51'-15°52'S e 47°49'O. O cerrado sentido restrito ocorre próximo a cerca que divide o CVJBB e a EEJBB, onde ocorrem os subtipos do cerrado sentido restrito, entre eles o cerrado denso situado entre as coordenadas 15°52'-15°53'S e 47°49'-47°50'O (Figuras 4 e 5). No total, o cerrado sentido restrito abrange área de 2.970 hectares e ocorre de forma descontínua (Heringer Salles et al., 2007). O cerradão e o cerrado denso distam, em linha reta, aproximadamente 2 km entre si (Figura 6). As suas áreas ocorrem onde a declividade do terreno não ultrapassa os 5% (Azevedo et al. 1990).

O clima do Distrito Federal é do tipo Aw ou tropical chuvoso, de acordo com a classificação de Köppen, com invernos secos e verões chuvosos (CODEPLAN, 1984). A partir dos dados meteorológicos entre 2007 a 2012, fornecidos pelo banco de dados do INMET ([www.inmet.gov.br](http://www.inmet.gov.br)), a estação seca que ocorre no período de maio a setembro obteve temperatura média mínima anual de 15°C e média máxima de 27°C, a umidade relativa média anual neste período foi de 50%. Na estação chuvosa, período que se estende de outubro a abril, a umidade relativa média anual foi de 72%, com temperatura mínima média anual de 18°C e média máxima de 27°C. Julho é o mês mais frio, com mínimas que variaram de 13°C a 15°C. A precipitação média anual foi de 1.503 mm.ano<sup>-1</sup> ([www.inmet.gov.br](http://www.inmet.gov.br)).

Cavedon & Sommer (1990) estudaram os diferentes tipos de solo do JBB e concluíram que a vegetação traduz o tipo de solo, especialmente quanto à textura. Os autores classificaram o tipo de vegetação que ocorre sobre os Latossolos de acordo com a granulometria do solo, a saber: textura muito argilosa ocorrem sob matas, textura argilosa sob cerrado com árvores de maior porte e os de textura média sob cerrado do tipo arbustivo. Os solos predominantes nas duas áreas estudadas são do tipo Latossolo Vermelho e Amarelo, ambos considerados distróficos (Cavedon & Sommer, 1990). Além desses solos também são encontrados no JBB Cambissolos (campo limpo, campo cerrado e floresta) e Gleissolos (campo limpo) (Cavedon & Sommer, 1990). O JBB apresenta rochas pré-cambrianas superior da formação Paranoá (Cavedon & Sommer, 1990).

O Plano de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais do Distrito Federal, criado em junho de 1996 pelo Decreto Federal nº 17.431, incluiu o JBB entre as áreas de proteção (SEMARH, 2004). O plano contempla a prevenção, vigilância da área, pré-supressão e medidas estratégicas

para o combate a eventuais incêndios. Na área de visitação do JBB foram construídos talhões e estradas que funcionam como aceiros que impedem a propagação do fogo (observação pessoal). Diante de tais ações contra incêndios, o Cr e o Cd estão protegidos do fogo há mais de 20 anos (Informação pessoal do professor Manoel Cláudio da Silva Júnior).

Para o estudo da vegetação foram instaladas dez parcelas permanentes de 20x50 m cada (1.000 m<sup>2</sup>) de forma sistemática no cerradão e dez parcelas aleatórias no cerrado denso, de acordo com Felfili et. al. (2005) (Figura 6). Em cada parcela foram registrados, identificados e medidos todos os indivíduos com diâmetro igual ou superior a 5 cm, medido a 30 cm do solo, (Db30 cm) e 5 cm, inclusive os indivíduos mortos em pé, com exceção das lianas e palmeiras. Indivíduos bifurcados desde a base ou em touceiras foram incluídos desde que pelo menos um dos indivíduos apresentasse diâmetro mínimo de inclusão. As alturas foram medidas com vara graduada em metros. Considerou-se a projeção vertical da copa até o solo. Os dados da vegetação lenhosa do cerrado denso foram cedidos pela professora Sabrina de Couto Miranda e parte destes dados já foram publicados na forma de resumo expandido no 60º Congresso Nacional de Botânica (Miranda et al., 2009).

As espécies amostradas foram nomeadas a nível específico de acordo com o sistema de nomenclatura do *Angiosperm Phylogeny Group III* (APG III, 2009). Os nomes foram consultados nos sites W3 Tropicos (<http://www.tropicos.org/>) e Lista da Flora do Brasil (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>).



**Figura 1.** Carta imagem da Localização do Centro de Visitantes do Jardim Botânico de Brasília (CVJBB-JBB) (área delimitada em vermelho) e locais de edificações existentes (área delimitada em branco e pontos amarelos).  
Fonte: Geo Lógica - vaniasoares.jbb@gmail.com.



**Figura 2.** Vista da estrutura interna do cerradão (Cr), localizado no Jardim Botânico de Brasília (DF). Em detalhe o adensamento da cobertura arbórea, galhos emaranhados e a camada de serapilheira sobre o solo. Foto: Manoel Cláudio.



**Figura 3.** Imagem da cobertura arbórea do cerradão (Cr), localizado no Jardim Botânico de Brasília (DF). Foto: Manoel Cláudio.

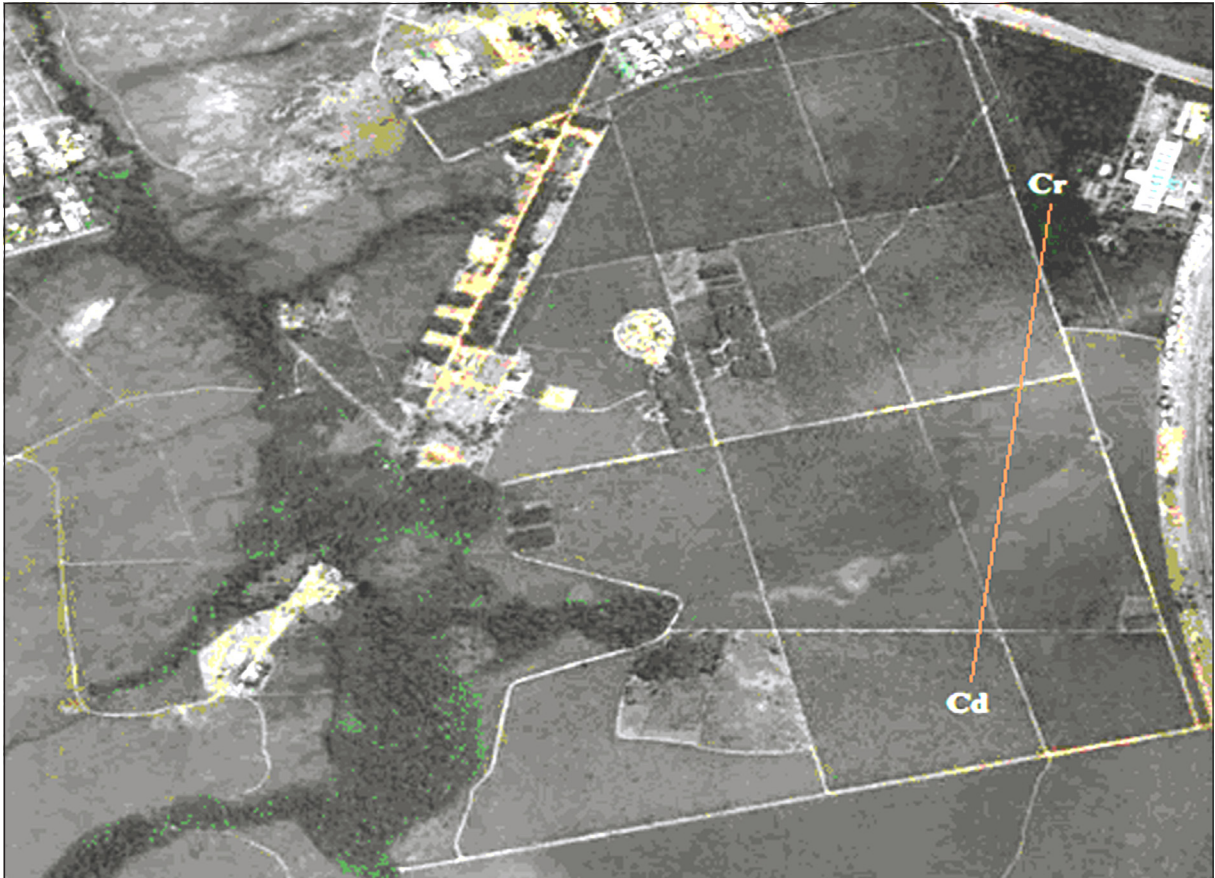




**Figura 4.** Vista da estrutura externa do cerrado denso (Cd), localizado no Jardim Botânico de Brasília (DF). Em detalhe a baixa estatura das árvores, galhos baixos e densos e o solo de cor avermelhada e pouca camada de serapilheira. Foto: Manoel Cláudio.



**Figura 5.** Imagem da cobertura arbórea do cerrado denso (Cd), localizado no Jardim Botânico de Brasília (DF). Foto: Manoel Cláudio.



**Figura 6.** Localização das áreas amostradas no Centro de Visitantes do Jardim Botânico de Brasília (CVJBB-DF). Cerradão (Cr) e cerrado denso (Cd) distam 2 km de distância em linha reta (laranja). Fonte: Google Earth.

Os parâmetros estruturais (densidade, frequência, dominância e IVI) foram calculados de acordo com Mueller-Dombois e Elleberg (1974), com o auxílio do programa Excell 2007. Os dados de densidade, riqueza, área basal, altura (média, máxima e mínima) foram verificados quanto à normalidade e a homocedasticidade pelos testes de Shapiro-Wilk (Shapiro & Wilk, 1965) e Levene (Hartley, 1950), respectivamente. Os dados que não apresentaram normalidade foram transformados na base logarítmica ou raiz quadrada, a fim de normalizar os dados (Kent & Coker, 1992; Palmer, 2005). Uma vez que as variáveis não apresentaram normalidade, aplicou-se o teste não paramétrico de Mann-Whitney, utilizado para comparação entre as médias obtidas. Tanto a normalidade e a homocedasticidade dos dados quanto a aplicação do teste de Mann-Whitney foram executados no programa PAST versão 2.17.

Para avaliar a abrangência florística das amostragens foi elaborada a curva de rarefação construída com base na média de “n” repetições calculadas, com intervalo de 95% de confiança (Felfili et. al. 2011). Para a elaboração da curva de rarefação utilizou-se o programa PAST versão 2.17. Também foi calculado o erro padrão, coeficiente de variação e intervalo de confiança a

95% de probabilidade da média para densidade e área basal por parcela em cada área, conforme sugerido por Felfili & Imaña-Encinas (2001).

A riqueza florística foi avaliada com o uso dos estimadores não paramétricos Chao1 e Chao 2, onde o primeiro se baseia no número de espécies raras em uma amostra e o segundo é uma variação do primeiro e baseia-se na frequência de espécies únicas na amostra (Magurran, 2004). Os estimadores foram calculados no programa Estimate versão 8.0.

A diversidade alfa e a equabilidade foram calculadas, respectivamente, pelos índices de Shannon ( $H'$ ) (Magurran, 1988) e de uniformidade de Pielou ( $J'$ ) (Kent & Coker, 1992) por meio do programa Estimate versão 8.0. A diversidade alfa está relacionada com a riqueza ou número de espécies por unidade de área (Felfili & Felfili, 2001). O índice de diversidade varia de 0 a valores positivos e, situa-se, usualmente, entre 1,5 e 3,5 (Felfili & Rezende, 2003). A equabilidade representa a percentagem máxima de diversidade que uma amostra pode atingir, e está relacionada com a distribuição do número de indivíduos por espécie (Felfili & Felfili, 2001). Os valores variam de 0 a 1, quanto mais próximo de 1, mais homogeneia é a distribuição dos indivíduos das espécies na área analisada (Felfili & Rezende, 2003).

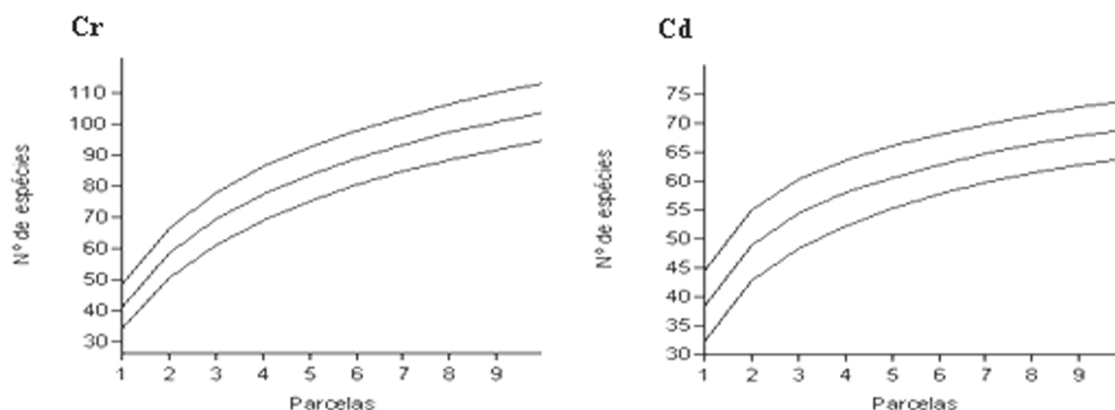
A similaridade florística entre as áreas foi verificada pelo índice quantitativo “*Chao-Sørensen-Raw Abundance-based*” (Chao et al., 2005), para isso foi utilizado os dados de densidade. Esse índice é baseado na probabilidade de dois indivíduos escolhidos aleatoriamente, um de cada uma das duas amostras, pertencerem à lista de espécies compartilhadas pelas mesmas (Chao et al., 2005). Para fins de comparação com outros estudos, a similaridade florística também foi verificada pelo tradicional índice de Sørensen com base nos dados de presença e ausência (Mueller-Dombois & Elleberg, 1974). Ambos os índices de similaridade foram calculados no programa Estimate versão 8.0.

Para verificar e comparar a estrutura de tamanhos nas áreas estudadas foram adotados intervalos fixos para as classes de diâmetro e altura. Estes intervalos foram de 5 cm e 1 m, para diâmetro e altura, respectivamente.

## Resultados

A curva de rarefação de cada área tendeu a assíntota. No cerradão (Cr), a curva mostrou que a amostra de 50% das parcelas resultou em mais de 80% das espécies levantadas (Figura 7), resultado semelhante foi encontrado no cerrado denso (Cd). A inclusão de outras cinco parcelas culminou no acréscimo de outras dezesseis espécies no Cr e oito no Cd.

A amostragem nas duas áreas foi considerada suficiente para estimar a densidade e a área basal, visto que os erros-padrões foram 7,4% (IC= ±19,0) e de 6,2% (IC= ±0,1), respectivamente, para a densidade e área basal no cerradão. E de 4,5% (IC= ±9,9) para a densidade e 7% para a área-basal (IC= ±0,1) no cerrado denso. A riqueza estimada por Chao 1 e Chao 2 foi 137/78 para o cerradão e 137/76 para o cerrado denso. Assim, conseguiu-se amostrar mais de 80% da riqueza florística estimada para as áreas, o que corrobora que a metodologia utilizada foi satisfatória.



**Figura 7.** Curvas de rarefação baseadas no número de indivíduos amostrados e no número de parcelas (10) de cada área, localizados no Jardim Botânico de Brasília (DF). Cr= cerradão e Cd= cerrado denso.

Na comparação florística entre Cr/Cd foram encontrados 99/68 espécies, 40/32 famílias e 71/48 gêneros (Tabela 1). As espécies raras, representadas por apenas um ou dois indivíduos nas comunidades, somaram 31/25% do total de espécies no Cr/Cd. As famílias mais importantes em número de espécies (em parênteses) no Cr/ Cd foram: Fabaceae (17/12), Melastomataceae (8/5), Lauraceae (6/0), Malpighiaceae (3/4), Myrtaceae (6/3), Vochysiaceae (5/5) e Calophyllaceae (0/3). Estas representaram 39% do total de famílias amostradas no Cr e 43% no Cd e estão entre as dez mais ricas em ambas as áreas. Fabaceae esteve representada em Cr/Cd por 14/10 gêneros do total de 71/48 gêneros presentes. *Miconia* (Melastomataceae) foi o gênero mais rico nas duas áreas. Embora Fabaceae seja a mais rica em espécies, Myrtaceae, Melastomataceae e Emmotaceae foram as mais densas no cerradão, por somar 41% (887) dos indivíduos. Já no cerrado denso Fabaceae, Melastomataceae e Ochnaceae contribuíram com 43% (877) dos indivíduos.

Das 29 famílias de ocorrência comum, as dez mais ricas representaram 65/54% do total de espécies em Cr/Cd. No Cr 30% das famílias foram exclusivas: Aquifoliaceae, Clusiaceae, Cunoniaceae, Dichapetalaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae, Myristicaceae, Primulaceae, Rubiaceae, Sapindaceae e Simaroubaceae. Já no Cd menos de 10% foram exclusivas, a saber: Calophyllaceae, Connaraceae e Ebenaceae. As famílias representadas por apenas uma espécie somaram 26,7/62% na comparação Cr/Cd, o que reflete grande diversidade de espécies nas duas comunidades.

Os valores de  $H'$  e  $J'$  calculados foram 3,55 e 0,76 para o Cr e 3,43 e 0,81 para o Cd (Tabela 1). Os índices de similaridade de Chao-Sørensen entre as comunidades foram inferiores a 0,50, onde o menor valor foi encontrado entre as parcelas Cr1 e Cd8 (Chao-Sørensen=0,03) (Tabela 2). O baixo índice de similaridade florística está relacionado à presença de espécies exclusivas, que somaram 61% no cerradão e 38% no cerrado denso (Tabela 1). No índice de similaridade tradicional de Sørensen, os valores também foram inferiores a 0,50, o menor valor foi entre as parcelas Cr1-Cr3 e Cd8 e entre as parcelas Cr8 e Cd3 (Sørensen=0,06).

**Tabela 1.** Comparação das características fitossociológicas do cerradão (Cr) e cerrado denso (Cd), localizados no Jardim Botânico de Brasília (DF).

Características	Cerradão (Cr)	Cerrado denso (Cd)
Área amostral (hectare)	1	1
Número de espécies	99	68
Espécies exclusivas	56	26
Espécies comuns	43	42
Número de famílias	40	32
Famílias exclusivas	14	3
Área amostral (hectare)	1	1
Densidade (árvores/ha)	2.412a	2.193a
Área basal (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	27,92a	15,98b
Altura média (m)	6,6±2,10*a	3,9±2,7*b
Altura máxima (m)	18a	12b
Número de árvores mortas	272a	152b
Área basal das árvores mortas (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	3,14a	1,61b

\*Desvio padrão. As médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Mann-Whitney ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 2.** Índices de similaridade de Chao-Sørensen (abaixo) e Sørensen (acima) entre as 20 parcelas amostradas nas áreas de cerradão (Cr) e cerrado denso (Cd), localizados no Jardim Botânico de Brasília (DF).

		<b>Sørensen</b>									
<b>Cr1</b>	0,11	0,11	<u>0,06</u>	0,11	0,12	0,11	0,16	<u>0,06</u>	0,11	0,11	
<b>Cr2</b>	0,38	0,45	0,26	0,36	0,41	<b>0,47</b>	0,38	0,36	0,38	0,41	
<b>Cr3</b>	0,16	0,18	0,12	0,16	0,16	0,19	0,17	0,17	0,19	0,21	
<b>Cr4</b>	0,29	0,27	0,24	0,24	0,3	0,29	0,31	0,26	0,27	0,3	
<b>Cr5</b>	0,37	0,44	0,3	0,35	0,33	0,4	0,27	0,37	0,45	0,36	
<b>Cr6</b>	0,35	0,38	0,23	0,31	0,36	0,33	0,33	0,33	0,31	0,29	
<b>Cr7</b>	0,31	0,32	0,14	0,23	0,24	0,28	0,25	0,3	0,23	0,25	
<b>Cr8</b>	0,14	0,25	<u>0,06</u>	0,14	0,21	0,17	0,22	0,16	0,14	0,14	
<b>Cr9</b>	0,33	0,36	0,28	0,29	0,27	0,33	0,33	0,38	0,34	0,34	
<b>Cr10</b>	0,32	0,35	0,22	0,32	0,3	0,34	0,27	0,27	0,37	0,31	
	<b>Cd1</b>	<b>Cd2</b>	<b>Cd3</b>	<b>Cd4</b>	<b>Cd5</b>	<b>Cd6</b>	<b>Cd7</b>	<b>Cd8</b>	<b>Cd9</b>	<b>Cd10</b>	
		<b>Chao-Sørensen</b>									
<b>Cd1</b>	0,05	0,37	0,1	0,19	0,28	0,31	0,21	0,05	0,34	0,23	
<b>Cd2</b>	0,11	0,42	0,14	0,24	0,35	0,41	0,2	0,16	0,34	0,26	
<b>Cd3</b>	0,03	0,25	0,04	0,1	0,2	0,16	0,07	0,01	0,13	0,16	
<b>Cd4</b>	0,05	0,33	0,1	0,17	0,26	0,26	0,15	0,08	0,25	0,26	
<b>Cd5</b>	<b>0,5</b>	0,37	0,09	0,19	0,25	0,27	0,13	0,07	0,24	0,25	
<b>Cd6</b>	0,05	0,43	0,09	0,19	0,25	0,29	0,16	0,07	0,26	0,27	
<b>Cd7</b>	0,1	0,36	0,14	0,2	0,23	0,27	0,16	0,07	0,32	0,26	
<b>Cd8</b>	<u>0,03</u>	0,36	0,09	0,16	0,25	0,36	0,17	0,07	0,37	0,19	
<b>Cd9</b>	0,05	0,38	0,1	0,18	0,29	0,28	0,15	0,07	0,34	0,26	
<b>Cd10</b>	0,05	0,36	0,11	0,2	0,25	0,26	0,13	0,07	0,28	0,26	
	<b>Cr1</b>	<b>Cr2</b>	<b>Cr3</b>	<b>Cr4</b>	<b>Cr5</b>	<b>Cr6</b>	<b>Cr7</b>	<b>Cr8</b>	<b>Cr9</b>	<b>Cr10</b>	

\*Valores mínimos em sublinhado e máximo em **negrito** para os índices de Chao-Sørensen e Sørensen.

Foram encontrados para Cr e Cd, respectivamente, 2.412/2.193 ind.ha<sup>-1</sup>. A área basal foi calculada em 27,92 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> no Cr e 15,98 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> no Cd (Tabela 1). Os indivíduos mortos em pé representaram 11% (272 ind.ha<sup>-1</sup>) e 7% (152 ind.ha<sup>-1</sup>) da densidade relativa total e 11% (25 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>) e 10% (20 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>) da área basal total ocupada em Cr e Cd, respectivamente. As espécies raras (em parênteses o número de indivíduos) que ocorreram com um ou dois indivíduos na amostra representaram 31% (32) e 25% (16) do total de espécies e 2% (26) e 1% (22) da densidade total e 2,3% (0,65 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>) e 2,6 % (0,10 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>) da área basal total em Cr e Cd, respectivamente.

As espécies mais importantes (IVI) em Cr foram: *Emmotum nitens* (27,48), *Siphoneugena densiflora* (22,6), *Nectandra reticulata* (17,3), *Miconia cuspidata* (12,5) e *Xilopia sericea* (11,1) que somaram 30,3% do IVI total (Tabela 3). *S. densiflora*, *E. nitens*, *N. reticulata*, *M. cuspidata* e *X. sericea* foram também as espécies mais densas e representaram 36,5% da densidade total e *E. nitens* e *N. reticulata* juntas representaram 26% da dominância total. Em Cd aquelas de maior importância foram: *Dalbergia miscolobium* (23,1), *Miconia burchellii* (19,7), *Ouratea hexasperma* (17,8), *Miconia ferruginata* (13,4) e *Qualea parviflora* (10,8), as quais representaram 28,3% do IVI total (Tabela 4). As espécies mais densas *D. miscolobium*, *P. hexasperma*, *M. burchellii*, *M. ferruginata* e *S. macrocarpa* representaram 37% da densidade total e *D. miscolobium* e *M. burchellii*, com maior área basal, representaram 20% da dominância total.

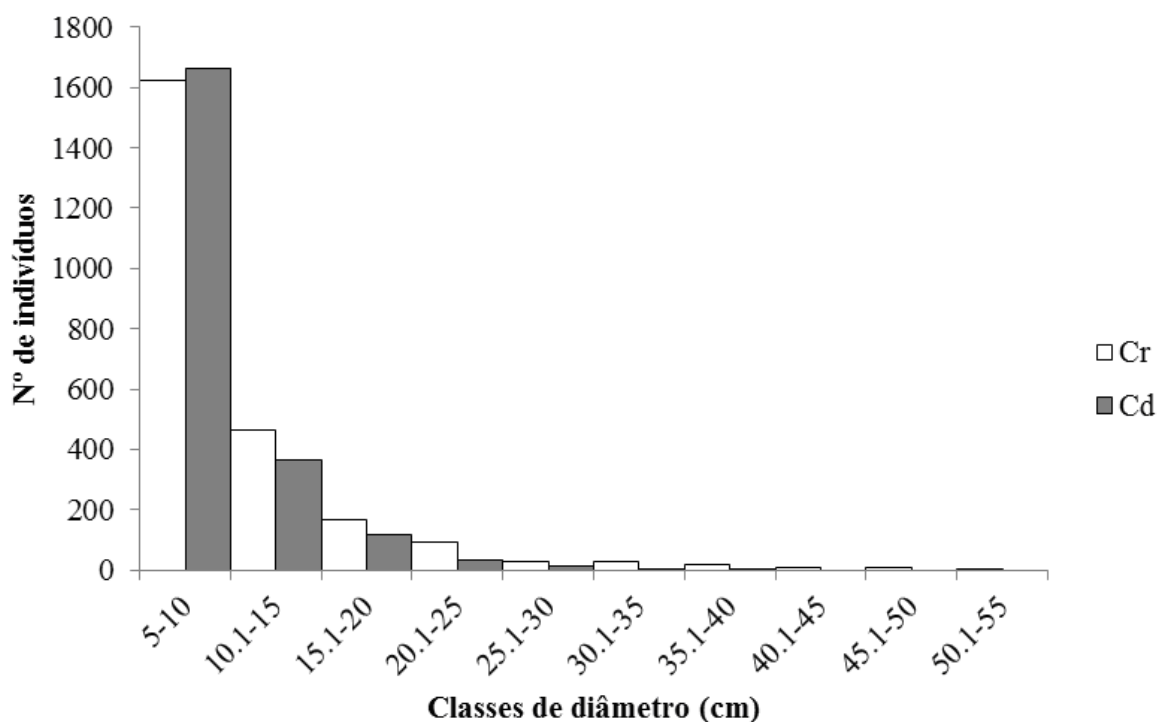
Do total de espécies amostradas nas duas áreas (122), 43 (34%) foram comuns em Cr e Cd (Tabela 3). Dessas espécies, 22 (69%) foram mais abundantes em Cd e sete (24%) mais abundantes em Cr. Entre as espécies compartilhadas apenas duas, *Emmotum nitens* e *Copaifera langsdorffii*, são consideradas tipicamente florestais (Mendonça et al., 2008). Das 122 espécies, 79 (60%) são comuns em cerrado sentido restrito e 46 (35%) são comuns às matas de galeria e ciliares e ao cerradão (Mendonça et al., 2008). Entre as espécies exclusivas do Cr, 58% (33) são mais frequentes em matas de galeria e ciliares do que em áreas de cerrado sentido restrito (Mendonça et al., 2008). No Cd apenas a espécie *Symplocos rhamnifolia* ocorre tipicamente em matas de galeria, segundo Mendonça et al., (2008).

A distribuição de diâmetros nas duas comunidades apresentou aspecto “J-reverso” ou exponencial negativo (Figura 6). Em Cr foram registradas árvores em 10 classes diamétricas com amplitude de 50 cm, as maiores árvores foram *Nectandra reticulata* (53,8 cm) e *Emmotum nitens* (53,3 cm). No Cd os indivíduos foram distribuídos em sete classes diamétricas com amplitude de 35 cm, *Vochysia thyrsoidea* com 40,4 cm e *Qualea grandiflora* com 34 cm foram os maiores indivíduos.

As duas áreas apresentaram principalmente indivíduos jovens, pois 66% do total amostrado no Cr e 75% em Cd apresentaram diâmetros de até 10 cm. Nas duas áreas mais de 90% dos indivíduos apresentaram diâmetro até 25 cm (Figura 8). As maiores classes foram representadas por poucos indivíduos.

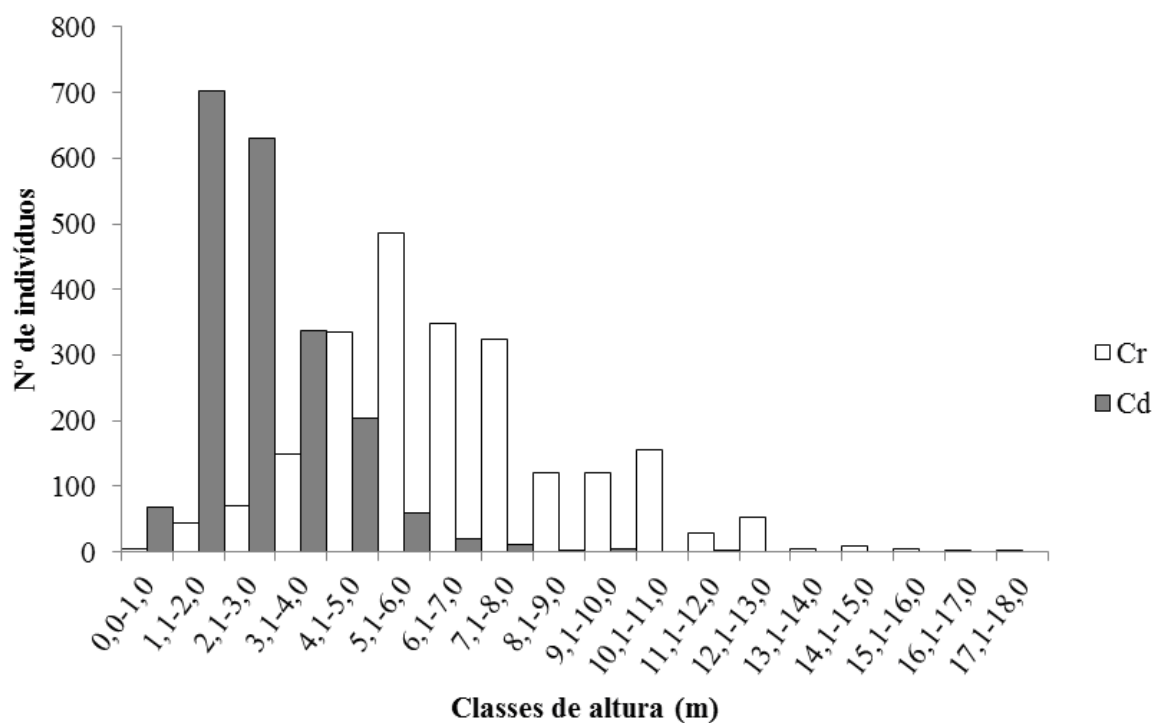
No Cr os indivíduos lenhosos apresentaram altura média de 6,6 m com 83% destes nas classes 2 e 3, alturas entre 3,6 e 9,5 m (Figura 9). As árvores mais altas foram *Bowdichia virgilioides* e *Pterodon emarginatus*, ambas com 18 metros, seguidas por *Virola sebifera* que atingiu 16 metros. Os menores indivíduos foram *Plenckia populnea* e *Qualea parviflora* com 0,5 m e *Schefflera macrocarpa* com 1 m.

Na comunidade Cd, 76% dos indivíduos ocuparam as classes 1 e 2 até 3,5 m de altura. A maioria das árvores, 54,4%, ocorreu na classe 2 com 2,7 a 3,5 m de altura (Figura 9). Os indivíduos mais altos foram *Tachigali subvelutina* com 12 metros, seguida por *Pouteria torta*, *Schefflera macrocarpa* e *Vochysia thyrsoidea* todas com 10 m. A menor árvore registrada foi de um indivíduo de *Poliouratea hexasperma* com 0,8 m. Foram registrados 67 indivíduos de diferentes espécies com altura de 1 m na comunidade Cd.



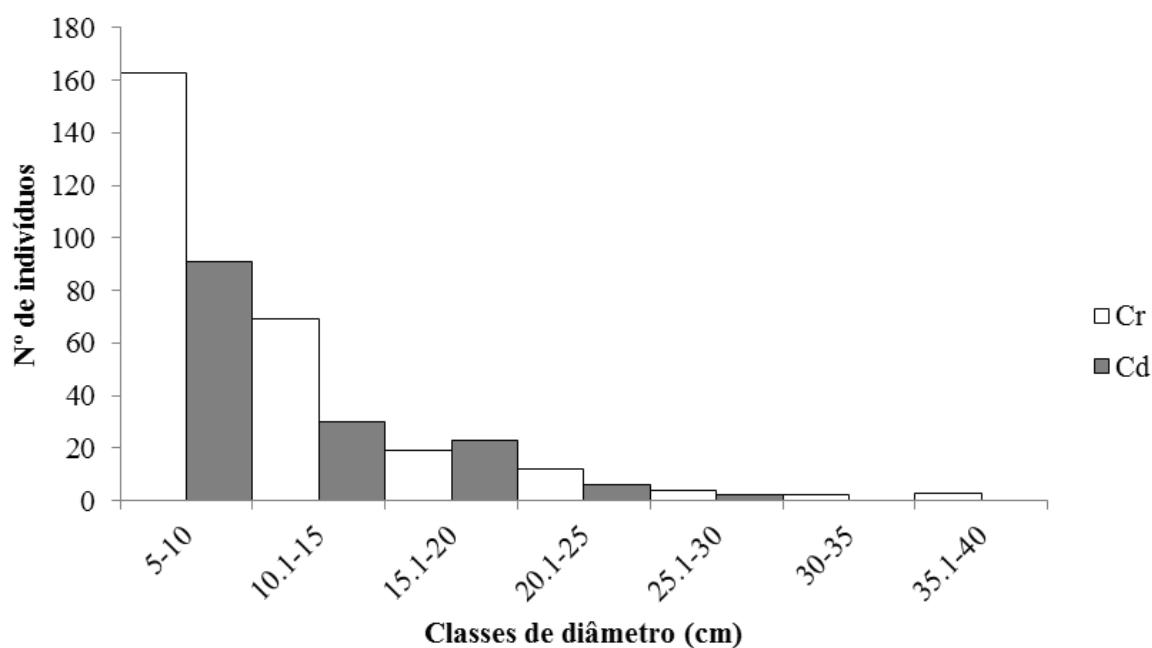
**Figura 8.** Distribuição dos indivíduos por classes de diâmetro no cerrado (Cr) e no cerrado denso (Cd) do Jardim Botânico de Brasília (DF).





**Figura 9.** Distribuição dos indivíduos por classes de altura no cerrado (Cr) e no cerrado denso (Cd) do Jardim Botânico de Brasília, DF.

A distribuição de diâmetros para os indivíduos mortos em pé mostrou representantes em sete classes no Cr e cinco no Cd (Figura 10). A maior mortalidade ocorreu nas menores classes de diâmetro, até 15 cm, com 85,2% em Cr e 80,2% em Cd. A mortalidade foi de 100% nas parcelas amostradas do Cr e do Cd.



**Figura 10.** Distribuição dos indivíduos mortos em pé por classes de diâmetro no cerrado (Cr) e cerrado denso (Cd) no Jardim Botânico de Brasília (DF).

**Tabela 3.** Fitossociologia das espécies lenhosas, com suas respectivas famílias, do cerrado denso (Cd), localizados no Jardim Botânico de Brasília (DF). DA= densidade absoluta; DR= densidade relativa; FA: frequência absoluta; FR= frequência relativa; DoA: dominância absoluta; DOR= dominância relativa, e IVI= índice do valor de importância.

Família	Espécies	DA	DR	FA	FR	DoA	DOR	IVI							
		Cr	Cd	Cr	Cd	Cr	Cd	Cr	Cd						
Emmotaceae	<i>Emmotum nitens</i> (Benth.) Miers	202	1	8.4	0.0	10	1	2.4	0.3	4.7	0.0	16.7	0.1	27.5	0.4
***	Mortas	272	152	11.3	6.9	10	10	2.4	2.6	3.1	1.6	11.2	10.1	24.9	19.6
Myrtaceae	<i>Siphoneugena densiflora</i> O.Berg	274	*	11.4	*	10	*	2.4	*	2.5	*	8.9	*	22.7	*
Lauraceae	<i>Nectandra reticulata</i> (Ruiz & Pav.) Mez	112	*	4.6	*	10	*	2.4	*	2.8	*	10.0	*	17.0	*
Melastomataceae	<i>Miconia cuspidata</i> Naudin	152	*	6.3	*	10	*	2.4	*	1.1	*	3.8	*	12.5	*
Annonaceae	<i>Xylopia sericea</i> A.St.-Hil.	155	*	6.4	*	9	*	2.2	*	0.7	*	2.6	*	11.2	*
Vochysiaceae	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	100	42	4.1	1.9	10	9	2.4	2.3	1.3	0.8	4.6	5.1	11.2	9.3
Simaroubaceae	<i>Simarouba versicolor</i> A.St.-Hil.	80	*	0.3	*	9	*	2.2	*	1.1	*	4.0	*	9.5	*
Myristicaceae	<i>Virola sebifera</i> Aubl.	76	*	3.2	*	10	*	2.4	*	0.8	*	2.8	*	8.4	*
Fabaceae	<i>Copatifera langsdorffii</i> (Hayne) Kuntze	43	1	1.8	0.0	10	1	2.4	0.3	1.0	0.0	3.6	0.0	7.8	0.3
Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	92	*	3.8	*	10	*	2.4	*	0.4	*	1.5	*	7.8	*
Vochysiaceae	<i>Callisthene major</i> Mart. & Zucc.	58	*	2.4	*	8	*	1.9	*	1.0	*	3.4	*	7.7	*
Melastomataceae	<i>Miconia pepericarpa</i> DC.	92	*	3.8	*	9	*	2.2	*	0.3	*	1.2	*	7.2	*
Fabaceae	<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth	21	230	0.9	10.5	8	10	1.9	2.6	0.8	1.6	2.7	10.1	5.5	23.1
Malpighiaceae	<i>Byrsonima laxiflora</i> Griseb.	49	*	2.0	*	10	*	2.4	*	0.3	*	1.0	*	5.4	*
Euphorbiaceae	<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	35	*	1.5	*	9	*	2.2	*	0.4	*	1.6	*	5.2	*
Lauraceae	<i>Nectandra turbacensis</i> (Kunth) Nees	31	*	1.3	*	5	*	1.2	*	0.7	*	2.5	*	5.0	*
Rubiaceae	<i>Cordia macrophylla</i> (K.Schum.) Kuntze	35	*	1.5	*	9	*	2.2	*	0.2	*	0.7	*	4.4	*
Myrtaceae	<i>Blepharocalyx salticifolius</i> (Kunth) O.Berg	32	29	1.3	1.3	8	7	1.9	1.8	0.3	0.1	1.0	0.7	4.3	3.8
Combretaceae	<i>Terminalia fagifolia</i> Mart.	31	2	1.3	0.1	5	2	1.2	0.5	0.4	0.0	1.4	0.0	3.9	0.7
Fabaceae	<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	20	13	0.8	0.6	8	7	1.9	1.8	0.3	0.1	0.9	0.9	3.7	3.4

**Tabela 3.** (Continuação)

Familia	Espécies	DA		DR		FA		FR		DoA		DoR		IVI	
		Cr	Cd	Cr	Cd	Cr	Cd	Cr	Cd	Cr	Cd	Cr	Cd	Cr	Cd
Araliaceae	<i>Schefflera macrocarpa</i> (Cham. & Schltdl.) Frodin	26	88	1.1	4.0	7	10	1.7	2.6	0.2	0.6	0.6	3.7	3.4	10.3
Aquifoliaceae	<i>Ilex affinis</i> Gardner	18	*	0.7	*	7	*	1.7	*	0.1	*	0.5	*	3.0	*
Melastomataceae	<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana	20	10	0.8	0.5	6	5	1.4	1.3	0.1	0.0	0.3	0.3	2.5	2.0
Malvaceae	<i>Eriotheca pubescens</i> (Mart. & Zucc.) Schott & Endl.	9	22	0.4	1.0	7	6	1.7	1.6	0.1	0.2	0.5	1.3	2.5	3.9
Peraceae	<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	13	*	0.5	*	7	*	1.7	*	0.1	*	0.2	*	2.4	*
Proteaceae	<i>Roupala montana</i> Aubl.	22	79	0.9	3.6	5	9	1.2	2.3	0.1	0.3	0.3	1.8	2.4	7.8
Vochysiaceae	<i>Qualea parviflora</i> Mart.	17	85	0.7	3.9	5	8	1.2	2.1	0.1	0.8	0.5	4.9	2.4	10.9
Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	14	*	0.6	*	6	*	1.4	*	0.1	*	0.3	*	2.4	*
Vochysiaceae	<i>Vochysia thyrsoidea</i> Pohl	11	16	0.5	0.7	6	6	1.4	1.6	0.0	0.4	0.2	2.7	2.1	5.0
Fabaceae	<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	7	*	0.3	*	5	*	1.2	*	0.1	*	0.5	*	2.0	*
Nyctaginaceae	<i>Guapira graciliflora</i> (Mart. ex Schmidt) Lundell	14	8	0.6	0.4	5	4	1.2	1.0	0.1	0.0	0.2	0.3	2.0	1.7
Calophyllaceae	<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc	13	20	0.5	0.9	5	9	1.2	2.3	0.1	0.1	0.2	0.5	1.9	3.8
Lauraceae	<i>Ocotea pomaderroides</i> (Meisn.) Mez	8	*	0.3	*	5	*	1.2	*	0.1	*	0.4	*	1.9	*
Celastraceae	<i>Cheiloclinium cognatum</i> (Miers) A.C.Sm.	10	*	0.4	*	5	*	1.2	*	0.1	*	0.2	*	1.9	*
Nyctaginaceae	<i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell	10	49	0.4	2.2	5	9	1.2	2.3	0.0	0.3	0.2	1.9	1.8	6.5
Melastomataceae	<i>Miconia burchellii</i> Triana	15	176	0.6	8.0	3	10	0.7	2.6	0.1	1.4	0.4	9.1	1.7	19.7
Calophyllaceae	<i>Kielmeyera speciosa</i> A.St.-Hil.	12	7	0.5	0.3	4	4	1.0	1.0	0.1	0.0	0.3	0.2	1.7	1.6
Styracaceae	<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	11	86	0.5	3.9	4	9	1.0	2.3	0.1	0.7	0.3	4.1	1.7	10.3
Salicaceae	<i>Casearia grandiflora</i> Cambess.	10	*	0.4	*	6	*	1.4	*	0.0	*	0.1	*	2.0	*
Vochysiaceae	<i>Qualea multiflora</i> Mart.	8	14	0.3	0.6	5	7	1.2	1.8	0.0	0.1	0.1	0.4	1.7	2.9
Fabaceae	<i>Tachigali subvelutina</i> (Benth.) Oliveira-Filho	8	19	0.3	0.9	4	5	1.0	1.3	0.2	0.5	0.9	2.8	2.2	5.0
Myrtaceae	<i>Pimenta pseudocaryophyllus</i> (Gomes) Landrum	10	*	0.4	*	4	*	1.0	*	0.1	*	0.2	*	1.6	*
Apocynaceae	<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	6	20	0.2	0.9	5	8	1.2	2.1	0.0	0.1	0.1	0.5	1.6	3.5
Melastomataceae	<i>Miconia sellowiana</i> Naudin	6	*	0.2	*	5	*	1.2	*	0.0	*	0.1	*	1.5	*

Tabela 3. (Continuação)

Família	Espécies	DA		DR		FA		FR		DoA		DoR		IVI	
		Cr	Cd	Cr	Cd	Cr	Cd	Cr	Cd	Cr	Cd	Cr	Cd	Cr	Cd
Annonaceae	<i>Guatteria sellowiana</i> Schtdl.	5	*	0.2	*	5	*	1.2	*	0.0	*	0.1	*	1.5	*
Lauraceae	<i>Ocotea spixiana</i> (Nees) Mez	5	*	0.2	*	4	*	1.0	*	0.1	*	0.2	*	1.4	*
Dichapetalaceae	<i>Tapura amazonica</i> Poepp. & Endl.	6	*	0.2	*	4	*	1.0	*	0.0	*	0.1	*	1.3	*
Fabaceae	<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	4	10	0.2	0.5	4	6	1.0	1.6	0.0	0.0	0.2	0.2	1.3	2.3
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	4	*	0.2	*	3	*	0.7	*	0.1	*	0.4	*	1.2	*
Apocynaceae	<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart.	6	19	0.2	0.9	3	6	0.7	1.6	0.1	0.1	0.2	0.6	1.2	3.0
Bignoniaceae	<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	7	6	0.3	0.3	3	2	0.7	0.5	0.0	0.0	0.1	0.1	1.1	0.9
Anacardiaceae	<i>Tapirira obtusa</i> (Benth.) J.D.Mitch.	4	*	0.2	*	3	*	0.7	*	0.0	*	0.2	*	1.1	*
Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	3	47	0.1	2.1	2	10	0.5	2.6	0.1	0.7	0.4	4.3	1.1	9.1
Annonaceae	<i>Annona crassiflora</i> Mart.	5	14	0.2	0.6	3	6	0.7	1.6	0.0	0.1	0.1	0.8	1.0	3.0
Chrysobalanaceae	<i>Couepia grandiflora</i> (Mart. & Zucc.) Benth	5	2	0.2	0.1	3	2	0.7	0.5	0.0	0.0	0.1	0.1	1.0	0.7
Fabaceae	<i>Pterodon emarginatus</i> Vogel	1	2	0.0	0.1	1	2	0.2	0.5	0.2	0.0	0.7	0.0	1.0	0.6
Lauraceae	<i>Nectandra mollis</i> (Kunth) Nees	4	*	0.2	*	3	*	0.7	*	0.0	*	0.1	*	0.9	*
Primulaceae	<i>Cybianthus gardneri</i> (A.DC.) G.Agostini	1	*	0.0	*	1	*	0.2	*	0.2	*	0.7	*	0.9	*
Cunoniaceae	<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	4	*	0.2	*	3	*	0.7	*	0.0	*	0.0	*	0.9	*
Ochinaceae	<i>Ouratea hexasperma</i> (A.St.-Hil.) Baill.	8	195	0.3	8.9	2	10	0.5	2.6	0.0	1.0	0.1	6.3	0.9	17.8
Loganiaceae	<i>Strychnos pseudoquina</i> A.St.-Hil	3	8	0.1	0.4	3	5	0.7	1.3	0.0	0.1	0.1	0.5	0.9	2.1
Nyctaginaceae	<i>Guapira areolata</i> (Heimerl) Lundell	3	*	0.1	*	3	*	0.7	*	0.0	*	0.1	*	0.9	*
Sapindaceae	<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	5	*	0.2	*	1	*	0.2	*	0.1	*	0.5	*	0.9	*
Dichapetalaceae	<i>Tapura guianensis</i> Aubl.	6	*	0.2	*	2	*	0.5	*	0.0	*	0.1	*	0.9	*
Symplocaceae	<i>Symplocos mosenii</i> Brand	3	*	0.1	*	2	*	0.5	*	0.1	*	0.2	*	0.8	*
Symplocaceae	<i>Symplocos nitiens</i> (Pohl) Benth.	3	*	0.1	*	2	*	0.5	*	0.0	*	0.1	*	0.7	*
Rubiaceae	<i>Amatoua guianensis</i> Aubl.	4	*	0.2	*	2	*	0.5	*	0.0	*	0.0	*	0.7	*
Fabaceae	<i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.) J.F.Macbr.	3	6	0.1	0.3	2	5	0.5	1.3	0.0	0.1	0.1	0.4	0.7	2.0

Tabela 3. (Continuação)

Família	Espécies	DA		DR		FA		FR		DoA		DoR		IVI	
		Cr	Cd	Cr	Cd	Cr	Cd	Cr	Cd	Cr	Cd	Cr	Cd	Cr	Cd
Loganiaceae	<i>Antonia ovata</i> Pohl	6	*	0.2	*	1	*	0.2	*	0.0	*	0.1	*	0.6	*
Fabaceae	<i>Piptocarpha macropoda</i> (DC.) Baker	2	*	0.1	*	2	*	0.5	*	0.0	*	0.1	*	0.6	*
Lythraceae	<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil.	2	3	0.1	0.1	2	2	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.6
Malpighiaceae	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	2	3	0.1	0.1	2	3	0.5	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.6
Melastomataceae	<i>Miconia ferruginata</i> DC.	2	116	0.1	5.3	2	10	0.5	2.6	0.0	0.9	0.0	5.5	0.6	13.4
Fabaceae	<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel	2	2	0.1	0.1	2	1	0.5	0.3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.6	0.4
Dilleniaceae	<i>Davilla elliptica</i> A.St.-Hil.	2	60	0.1	2.7	2	10	0.5	2.6	0.0	0.2	0.0	1.5	0.6	6.9
Styracaceae	<i>Syrax camporum</i> Pohl	4	*	0.2	*	1	*	0.2	*	0.0	*	0.0	*	0.4	*
Fabaceae	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	1	*	0.0	*	1	*	0.2	*	0.0	*	0.1	*	0.4	*
Fabaceae	<i>Platypodium elegans</i> Vogel	1	*	0.0	*	1	*	0.2	*	0.0	*	0.1	*	0.4	*
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyer. & Frodin	2	*	0.1	*	1	*	0.2	*	0.0	*	0.0	*	0.4	*
Fabaceae	<i>Pterodon pubescens</i> (Benth.) Benth.	1	22	0.0	1.0	1	9	0.2	2.3	0.0	0.3	0.1	1.6	0.4	4.9
Melastomataceae	<i>Tibouchina candolleana</i> (Mart. ex DC) Cogn.	1	*	0.0	*	1	*	0.2	*	0.0	*	0.1	*	0.4	*
Celastraceae	<i>Salacia crassifolia</i> (Mart. ex Schult.) G. Don	5	2	0.2	0.1	2	2	0.5	0.5	0.0	0.0	0.1	0.1	0.8	0.7
Fabaceae	<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	1	*	0.0	*	1	*	0.2	*	0.0	*	0.0	*	0.3	*
Fabaceae	<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke	1	*	0.0	*	1	*	0.2	*	0.0	*	0.0	*	0.3	*
Fabaceae	<i>Machaerium opacum</i> Vogel	1	25	0.0	1.1	1	8	0.2	2.1	0.0	0.2	0.0	1.5	0.3	4.7
Bignoniaceae	<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	1	*	0.0	*	1	*	0.2	*	0.0	*	0.0	*	0.3	*
Celastraceae	<i>Plenckia populnea</i> Reissek	1	*	0.0	*	1	*	0.2	*	0.0	*	0.0	*	0.3	*
Melastomataceae	<i>Miconia rubiginosa</i> (Bonpl.) DC.	1	4	0.0	0.2	1	3	0.2	0.8	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	1.1
Rosaceae	<i>Prunus sellowii</i> Koehne	1	*	0.0	*	1	*	0.2	*	0.0	*	0.0	*	0.3	*
Celastraceae	<i>Salacia elliptica</i> (Mart. ex Schult.) G. Don	1	*	0.0	*	1	*	0.2	*	0.0	*	0.0	*	0.3	*
Lauraceae	<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	1	*	0.0	*	1	*	0.2	*	0.0	*	0.0	*	0.3	*
Malpighiaceae	<i>Byrsonima pachyphylla</i> A. Juss.	1	*	0.0	*	1	*	0.2	*	0.0	*	0.0	*	0.3	*

Tabela 3. (Continuação)

Família	Espécies	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVI						
		Cr	Cd	Cr	Cd	Cr	Cd	Cr	Cd					
Myrtaceae	<i>Psidium pohlianum</i> O. Berg	1	1	0.0	0.0	1	1	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3
Primulaceae	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	1	*	0.0	*	1	*	0.2	*	0.0	*	0.0	*	0.3
Myrtaceae	<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.	1	*	0.0	*	1	*	0.2	*	0.0	*	0.0	*	0.3
Malvaceae	<i>Pseudobombax longiflorum</i> (Mart. & Zucc.) A. Robyns	1	*	0.0	*	1	*	0.2	*	0.0	*	0.0	*	0.3
Erythroxilaceae	<i>Erythroxylum amplifolium</i> (Mart.) O.E. Schulz	1	*	0.0	*	1	*	0.2	*	0.0	*	0.0	*	0.3
Sapindaceae	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	1	*	0.0	*	1	*	0.2	*	0.0	*	0.0	*	0.3
Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	1	33	0.0	1.5	1	10	0.2	2.6	0.0	0.2	0.0	1.2	0.3
Asteraceae	<i>Baccharis</i> sp. L.	*	1	*	0.0	*	1	*	0.3	*	0.0	*	0.0	0.3
Malpighiaceae	<i>Byrsonima rotunda</i> Griseb.	*	2	*	0.1	*	2	*	0.5	*	0.0	*	0.0	0.6
Malpighiaceae	<i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) DC.	*	65	*	3.0	*	10	*	2.6	*	0.3	*	2.0	7.6
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	*	1	*	0.0	*	1	*	0.3	*	0.0	*	0.0	0.3
Connaraceae	<i>Connarus suberosus</i> Planch.	*	37	*	1.7	*	8	*	2.1	*	0.1	*	0.9	4.6
Ebenaceae	<i>Diospyros hispida</i> A.DC.	*	1	*	0.0	*	1	*	0.3	*	0.0	*	0.0	0.3
Asteraceae	<i>Eremanthus goyazensis</i> (Gardner) Sch. Bip.	*	18	*	0.8	*	4	*	1.0	*	0.1	*	0.3	2.2
Asteraceae	<i>Eremanthus glomerulatus</i> Less.	*	41	*	1.9	*	9	*	2.3	*	0.1	*	0.8	5.0
Erythroxilaceae	<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.Hil.	*	1	*	0.0	*	1	*	0.3	*	0.0	*	0.0	0.3
Erythroxilaceae	<i>Erythroxylum tortuosum</i> Mart.	*	8	*	0.4	*	4	*	1.0	*	0.0	*	0.2	1.6
Apocynaceae	<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	*	1	*	0.0	*	1	*	0.3	*	0.0	*	0.1	0.4
Malpighiaceae	<i>Heteropterys byrsonimifolia</i> A. Juss.	*	4	*	0.2	*	2	*	0.5	*	0.0	*	0.2	0.9
Calophyllaceae	<i>Kielmeyera variabilis</i> Mart. & Zucc.	*	1	*	0.0	*	1	*	0.3	*	0.0	*	0.0	0.3
Fabaceae	<i>Leptolobium dasycarpum</i> Vogel	*	5	*	0.2	*	2	*	0.5	*	0.1	*	0.3	1.1
Melastomataceae	<i>Miconia leucocarpa</i> DC.	*	19	*	0.9	*	9	*	2.3	*	0.1	*	0.7	3.9
Primulaceae	<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	*	81	*	3.7	*	9	*	2.3	*	0.3	*	2.0	8.1
Nyctaginaceae	<i>Neea theifera</i> Oerst.	*	6	*	0.3	*	5	*	1.3	*	0.0	*	0.1	1.7

**Tabela 3.** (Continuação)

Família	Espécies	DA		DR		FA		FR		DoA		DoR		IVI	
		Cr	Cd	Cr	Cd	Cr	Cd	Cr	Cd	Cr	Cd	Cr	Cd	Cr	Cd
Rubiaceae	<i>Palicourea rigida</i> Kunth	* 15	* 0.7	* *	* 0.7	* 9	* *	* 2.3	* *	* 0.1	* *	* 0.3	* *	* 3.4	
Asteraceae	<i>Piptocarpha rotundifolia</i> (Less.) Baker	* 51	* 2.3	* *	* 2.3	* 9	* *	* 2.3	* *	* 0.2	* *	* 1.5	* *	* 6.2	
Sapotaceae	<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	* 21	* 1.0	* *	* 1.0	* 6	* *	* 1.6	* *	* 0.2	* *	* 1.4	* *	* 3.9	
Myrtaceae	<i>Psidium myrsinites</i> DC.	* 1	* 0.0	* *	* 0.0	* 1	* *	* 0.3	* *	* 0.0	* *	* 0.0	* *	* 0.3	
Symplocaceae	<i>Symplocos rhamnifolia</i> A. DC.	* 11	* 0.5	* *	* 0.5	* 5	* *	* 1.3	* *	* 0.1	* *	* 0.3	* *	* 2.1	
Vochysiaceae	<i>Vochysia elliptica</i> Mart.	* 10	* 0.5	* *	* 0.5	* 5	* *	* 1.3	* *	* 0.1	* *	* 0.4	* *	* 2.1	

## Discussão

Nas duas áreas o aumento no esforço amostral a partir da 5ª parcela resultou em pequena adição no número de espécies. O padrão encontrado para as curvas de rarefação corroboram que para a vegetação do Cerrado há acréscimos mais acentuados de riqueza até a primeira metade em amostragens de um hectare, quando então, a inclinação da curva diminui até a estabilização (Assunção & Felfili, 2004; Fonseca & Silva Júnior, 2004). Felfili & Imaña-Encinas (2001) afirmam que uma amostragem é considerada suficiente se a curva espécie-área, no caso do presente estudo a curva de rarefação, mostrar sinais de estabilização e se os erros padrões forem inferiores a 10% das médias estimadas. Portanto, a amostragem nas duas áreas foi considerada suficiente.

As famílias Fabaceae e Vochysiaceae foram relatadas com destaque na maioria dos levantamentos realizados em cerradão (Costa & Araújo, 2001; Ribeiro & Haridasan, 1984; Pereira-Silva et al., 2004) e em cerrado sentido restrito (Teixeira et al., 2004; Silva et al., 2002; Costa et al., 2010; Assunção & Felfili, 2004; e Guarin-Neto et al., 1994). A região central do Brasil foi considerada o principal centro de diversificação da família Fabaceae (Polhill et al., 1981). A enorme representatividade desta família no Cerrado (Mendonça et al., 2008) pode ser atribuída à associação de algumas das suas espécies com bactérias fixadoras de nitrogênio, fato que lhe proporciona vantagem competitiva nos solos distróficos do Cerrado (Goodland, 1979). Já para a *Vochysiaceae* muitas de suas espécies são acumuladoras de alumínio (Haridasan & Araújo, 1988) o que pode configurar também vantagem competitiva para crescer, com sucesso, em solos distróficos, ácidos e ricos em alumínio predominantes no Cerrado (Felfili & Silva Júnior, 1993).

Melastomataceae é a sexta maior família de Angiospermas no Brasil, com 68 gêneros e mais de 1.500 espécies, que se distribuem desde a Amazônia até o Rio Grande do Sul, estando presente em praticamente todas as formações vegetacionais com número variável de espécies (Romero & Martins, 2002). Muitas de suas espécies também são acumuladoras de alumínio (Haridasan & Araújo, 1987), componente comum que geralmente ocorre em elevadas concentrações nos solos da região (Eiten, 1972; Goodland 1979; Haridasan, 1982), isto, em parte, poderia justificar o sucesso no estabelecimento de espécies da família no Brasil Central (Felfili & Silva-Júnior, 1993). Entretanto, algumas sementes e mudas de espécies desta família são sensíveis ao fogo, e a intensificação da frequência com que ocorrem os incêndios aumenta significativamente a mortalidade de suas plântulas (Hoffmann, 1998), tendo em vista que o fogo é agente comum no Cerrado. Estudos apontam que a espécie *Miconia albicans* tem dificuldades de floração, produção de frutos e estabelecimento de mudas após a passagem do fogo (Hoffmann, 1998; Sato, 2003).



Hoffmann (1998), ao estudar os efeitos do fogo no ciclo reprodutivo de espécies lenhosas do Cerrado, na reserva do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), em Brasília (DF), observou mortalidade de 100% para mudas de *M. albicans* mesmo depois de dois anos de idade das plântulas. Segundo Silveira (2011), um ambiente livre de fogo deve aumentar o recrutamento de sementes e mudas sensíveis ao fogo. A riqueza dessa família nas áreas do presente estudo levanta a hipótese de que a proteção de mais de vinte anos nas áreas pode ter favorecido o enriquecimento. Estudos específicos de comparação podem demonstrar relação entre proteção ao fogo e enriquecimento de espécies ou de densidade de indivíduos da família.

As comunidades apresentaram alta diversidade de espécies e distribuição equitativa dos indivíduos entre as espécies amostradas (Margalef, 1972; Margurran, 1988). Os índices de diversidade e equabilidade equivalem aos encontrados para outras áreas de cerradão (Ribeiro & Haridasan, 1984; Costa & Araújo, 2001; Marimon-Junior & Haridasan, 2005; Felfili et al., 2007; Silva, 2009) e cerrado sentido restrito (Felfili & Silva-Júnior, 1993; Costa & Araújo, 2001; Andrade et al., 2002; Fonseca & Silva-Júnior, 2004; Marimon-Junior & Haridasan, 2005) estudados no Brasil Central.

Os valores dos índices de similaridade de Chao-Sørensen e Sørensen entre as comunidades indicaram baixa similaridade florística. Os trabalhos tomados como referência para o presente estudo utilizaram o índice de similaridade de Sørensen tradicional. No estudo comparativo entre cerradão e cerrado denso conduzido por Ribeiro & Haridasan (1984), em Planaltina (DF), foi encontrado baixo valor de similaridade florística (0,36) e foi apontada como causas a variação florística e a participação das espécies acumuladoras de alumínio que foi sete vezes maior no somatório do IVI no cerrado denso que no cerradão. Para o cerradão e o cerrado sentido restrito estudados por Marimon-Junior & Haridasan (2005), em Nova Xavantina (MT), foi obtido baixo valor de similaridade florística (0,58) que, de acordo com os autores, o resultado reforçou as diferenças entre a composição de espécies entre as áreas. Na Reserva do Panga, em Uberlândia (MG), este índice foi de 0,73 (Costa & Araújo, 2001), a contiguidade entre estas áreas que facilitaria a dispersão das espécies foi considerada fator determinante da elevada similaridade. No presente estudo a proximidade entre áreas parece não ter afetado a composição em espécies nas duas áreas.

A soma da densidade e da área basal dos indivíduos encontrados no Cr é comum em comunidades florestais (Marimon-Júnior & Haridasan, 2005) e figuram entre os mais altos encontrados para o cerradão que até então variaram entre 716 e 2.178 ind.ha<sup>-1</sup> (Felfili et al., 2007; Franczak, 2006 *apud* Solorzano, 2011) e 17,47 e 24 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> (Felfili et. al. 1994; Franczak, 2006

*apud* Solorzano, 2011; Felfili et al., 2007), respectivamente. Esses trabalhos utilizaram a mesma metodologia (Db30 cm) e 5 cm de inclusão dos diâmetros.

Apesar dos altos valores de densidade nas duas áreas, a área basal em Cr foi o dobro daquela em Cd. De fato o Cr apresenta árvores com diâmetros e alturas maiores que o Cd e, portanto, figura no grupo das fitofisionomias florestais de Ribeiro & Walter (2008). No Cd a densidade e a área basal estão entre as maiores já registradas para outras áreas de cerrado sentido restrito no Brasil Central (Azevedo et al., 1990; Felfili & Silva-Júnior, 1993; Andrade et al., 2002; Assunção & Felfili, 2004). No cerrado sentido restrito na Floresta Nacional de Paraopeba (MG), Balduino et al., (2005) registraram área basal de 18,13 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> resultante da elevada densidade de 1.990 ind.ha<sup>-1</sup>, sendo a maior área basal já registrada para esta fitofisionomia.

Foram observadas diferenças significativas na comparação Cr/Cd para os parâmetros: área basal (m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>), altura média (m), altura máxima (m), número de árvores mortas e área basal das árvores mortas (m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>). Estes resultados indicam para a comunidade Cr níveis mais elevados de competição por luz e por recursos nos solos.

O Cr inclui a maioria das espécies descritas por Furley e Ratter (1988) como indicadoras da condição distrófica do cerradão, as quais são: *Blepharocalyx salicifolius*, *Callisthene major*, *Emmotum nitens*, *Ocotea spixiana*, *Tachigali subvelutina*, *Siphoneugena densiflora* e *Virola sebifera*. A composição de espécies no Cr é semelhante aos cerradões estudados por Ribeiro & Haridasan (1984), Costa & Araújo (2001), Marimon Júnior & Haridasan (2005) e Silva et al., (2008). As principais espécies amostradas em Cd evidenciam o padrão florístico típico observado para cerrado sentido restrito em outras áreas no Distrito Federal (Ribeiro et al., 1983; Ribeiro & Haridasan, 1984; Felfili, 2001; Andrade et al., 2002; Assunção & Felfili, 2004; Silva Júnior & Sarmiento, 2009). A comunidade arbórea registrada por Azevedo et al. (1990) para o cerrado denso é mais parecida com a composição florística do Cr do que com a do Cd.

O número de espécies compartilhadas entre as áreas e o total de espécies exclusivas do Cr que ocorre frequentemente em comunidades de cerrado sentido restrito e de matas de galeria e ciliares corroboram com as argumentações de Felfili et al., (1992) e Ribeiro & Walter (2008). Felfili et al., (1992) indicaram que o cerradão apresenta identidade fisionômica, mas não florística por não terem encontrado qualquer espécie lenhosa exclusiva ao cerradão na Chapada Pratinha (MG, DF e GO). Concluíram, então, que a composição florística nesta comunidade resulta da combinação de espécies lenhosas do cerrado sentido restrito e das formações florestais na vizinhança. De acordo com Ribeiro & Walter (2008), do ponto de vista fisionômico o cerradão é

floresta, mas floristicamente é similar aos cerrados sentido restrito. Apesar dessas semelhanças, algumas espécies como *Emmotum nitens*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Simaurouba versicolor* e *Ocotea spixiana*, entre outras, ocorrem com maior importância no cerradão (Felfili & Silva Júnior, 1992), já *Virola sebifera* e *Copaifera langsdorffii* que figuraram entre as dez mais importantes em Cr são algumas vezes encontradas com maior importância nas matas de galeria. Costa & Araújo (2001) encontraram no cerradão espécies de cerrado sentido restrito e de matas mesófilas semidecíduas, que parecem ocorrer no limite de distribuição da área estudada. Dessa forma os autores caracterizaram o cerradão como possível área de transição entre as matas e cerrado. A composição florística encontrada no Cr indica que este habitat satisfaz os requisitos básicos para o estabelecimento conjunto de espécies típicas de fitofisionomias diferentes.

O número elevado de indivíduos com menor diâmetro encontrado nas duas áreas indica balanço positivo entre recrutamento e mortalidade (Felfili, 1997; Silva Júnior, 2004; 2005a) e sugere que as comunidades são autorregenerativas (Assunção & Felfili, 2004). Resultados semelhantes foram obtidos em outras áreas do cerrado sentido restrito (Felfili et al., 2000, Pereira-Silva et al., 2004; Silva Júnior, 2004, 2005; Marimon-Júnior & Haridasan, 2005) e cerradão (Marimon-Júnior & Haridasan, 2005, Silva, 2009). A alta densidade de indivíduos menores caracteriza comunidades com grande potencial para a regeneração natural (Pires & Prance, 1977).

A análise da distribuição das alturas reflete a estrutura vertical da comunidade e suas características na competição por luz (Miranda, 2008). Portanto, fica claro a maior competitividade por luz no Cr, devido as elevadas alturas dos indivíduos em relação as alturas encontradas no Cd. A comunidade Cd por ser mais aberta, ou seja, menor cobertura de dossel sugere que as árvores nesta área não necessitam competir por luz. Além disso, muitos indivíduos no Cd foram registrados com 1 m de altura e o mesmo não foi encontrado no Cr.

De acordo com Felfili & Silva Júnior (1992) alta frequência de árvores mortas pode indicar perturbações recentes na área. Porém, as comunidades estão em áreas protegidas de distúrbios como o fogo e degradações antrópicas há mais de 20 anos, o que sugere que a competição intra e interespecífica pode estar regulando as populações nas duas áreas. A competição por luz e por espaço, devido à alta densidade de árvores, pode ser considerada fator limitante nas duas áreas, provocando alta mortalidade do componente arbóreo.

## Conclusões

O cerradão (Cr) e o cerrado denso (Cd) amostrados no Jardim Botânico de Brasília (DF) são comunidades floristicamente diferentes apesar de compartilharem 43 (34%) espécies, visto que as similaridades máximas de Chao-Sørensen e Sørensen entre áreas foram de 0,47 e 0,50, respectivamente. A estrutura das comunidades também diferiu entre as áreas. Dentre os parâmetros estruturais analisados, apenas a densidade foi estatisticamente semelhante. O Cr, por apresentar comunidade mais fechada onde a competição por luz é maior, teve a área basal e as alturas médias e totais das árvores estatisticamente maiores que no Cd.

A florística e a estrutura registradas no Cr e no Cd são compatíveis com a classificação de cerradão e cerrado sentido restrito denso de Ribeiro & Walter (2008). A composição florística do Cr foi considerada mista, composta por espécies florestais e savânicas. O Cr está entre os cerradões mais ricos já amostrados, tendo como base os estudos com a mesma metodologia de mensuração. O Cd é composto basicamente por espécies comuns a esse habitat. Esse resultado acentua a importância do JBB para a conservação das espécies do bioma. Um quarto das espécies, em ambas as áreas, são localmente raras, o que indica elevada diversidade de espécies.

As áreas estudadas são representadas principalmente por indivíduos jovens, o que caracteriza balanço positivo entre recrutamento e mortalidade nas duas áreas. Os níveis de distúrbio são permanentemente administrados pelo JBB em sua área de visitação, justamente por se tratar de área de conservação. A alta densidade de árvores mortas sugere alta competição inter e intraespecífica nas duas áreas.

Diferenças nos níveis de fertilidade nos solos podem determinar diferenças florísticas, fitossociológicas e estruturais na vegetação. Esta hipótese foi discutida no capítulo 2, onde as propriedades químicas e físicas dos solos analisados foram relacionadas com as características estruturais e florísticas encontradas em cada fitofisionomia.

## Capítulo 2

### Relações solo e vegetação no cerradão e no cerrado denso no Jardim Botânico de Brasília

**Resumo** – As comunidades de cerradão (Cr) e cerrado denso (Cd) localizadas no Jardim Botânico de Brasília (DF) estão sobre solos distróficos com predomínio de Latossolos Vermelho e Vermelho Amarelo. O presente capítulo teve como objetivos relacionar a estrutura das comunidades arbóreas do Cr e do Cd com as características edáficas das parcelas amostradas. Foram alocadas dez parcelas de 20 x 50 (1.000 m<sup>2</sup>) em cada área para o registro de indivíduos com diâmetro igual ou acima de 5 cm, medido a 30 cm do solo, (Db30 cm) e” 5 cm, inclusive os indivíduos mortos em pé. Nas duas áreas foram coletadas amostras compostas dos solos, 10-20 cm de profundidade, que foram analisadas quanto as suas propriedades químicas e físicas. As análises multivariadas TWINSpan e PCA foram conduzidas buscando relacionar a vegetação com as variáveis dos solos. Ambas as comunidades possuem solos argilosos, com baixos teores de bases trocáveis e alta saturação por Al. O Cr apresentou teores estatisticamente maiores de Al, H+Al, Zn, Fe, K, Na, silte, CTC e saturação por Al (m%). Já o solo do Cd foi considerado estatisticamente mais fértil devido a maior concentração de saturação por bases (V%). O TWINSpan separou as duas comunidades e agrupou as parcelas floristicamente semelhantes. Os resultados obtidos pela PCA explicaram 78% da variância total e distinguiram em parte dos resultados gerados pelo TWINSpan. A distribuição das espécies dentro de cada área não mostrou relação direta com as variáveis do solo. As parcelas do Cr devido aos maiores níveis de silte, argila e MO apresentaram-se mais úmidas em relação às parcelas do Cd, e foi associado a este fato, o maior adensamento do componente arbóreo.

**Palavras-chave** – Solos distróficos, variáveis dos solos, TWINSpan e PCA.

## **Introdução**

O Cerrado apresenta grande diversidade edáfica com variações nas características físicas e químicas. Os Latossolos são predominantes nesses ambientes por cobrir aproximadamente 50% de sua área geográfica (Reatto et al., 2008; Haridasan, 2007). Essa classe de solos é caracterizada por solos profundos, bem drenados, ricos em argila e pobres em nutriente (Furley & Ratter, 1988), devido à baixa capacidade de troca catiônica, elevada acidez e os altos níveis de saturação por Al (Furley & Ratter, 1988; EMBRAPA, 2006; Reatto et al., 2008). Os Latossolos podem ser distróficos ou mesotróficos, existindo sítios de média a alta saturação por bases (EMBRAPA, 2006).

A fertilidade nos solos distróficos e mesotróficos foram verificadas nas baixas concentrações de nutrientes foliares em espécies nativas do Cerrado (Haridasan, 1982; Haridasan & Araújo, 1988; Haridasan et al., 1997). O cerradão associado a solos distróficos ou mesotróficos (Ratter, 1971; Ratter et al., 1977; 1978; Araújo & Haridasan, 1988), tem a sua estrutura e composição florística variada conforme tal fertilidade. Diante das diferenças na composição florística, Furley & Ratter (1988) destacaram grupos de espécies indicadoras da condição distrófica e mesotrófica no cerradão.

Alguns cerradões com níveis médios de fertilidade podem estar associados a áreas de transição de floresta decíduas e cerrado sentido restrito (Ratter et al., 1977, 1978). Também foram relacionados níveis de fertilidade com a posição topográfica inferior a outras áreas de vegetação (Moreno & Schiavini, 2001). Nessas condições topográficas os cátions de áreas mais elevadas são lixiviados e transportados para as áreas mais baixas.

Ao contrário das variações na fertilidade dos solos encontradas para o cerradão, a maioria dos cerrados sentido restrito estudados foi associada aos solos distróficos (Silva Júnior & Sarmiento, 2009; Assunção & Felfili, 2004; Felfili et al., 2000; Felfili, et al., 2000), frequentemente em Latossolos, mas também podem ocorrer em Cambissolos, Neossolos e Chernossolos, entre outros (Reatto & Martins, 2005). Segundo Haridasan (2000), o cerrado sentido restrito raramente ocorre em solos mesotróficos, mas tem sua composição florística variada quando ocorre em solos mais férteis (Haridasan, 2000).

As divisões dos subtipos do cerrado sentido restrito em denso, típico e ralo, com exceção do rupestre, indicam gradiente decrescente de densidade arbóreo-arbustiva. Este gradiente é influenciado por vários fatores ambientais, entre eles estão as condições edáficas (fertilidade, pH, saturação de alumínio) e hídricas, a profundidade do solo e a frequência de queimadas (Coutinho,

1992, Meirelles et al., 1997; Ribeiro & Walter, 2010; Eiten, 1978). Meirelles et al., (1997) sugeriram que o cerrado sentido restrito, quando protegido do fogo, teria aumentada a densidade arbórea e culminaria na forma de cerradão. Já Haridasan (2000) alegou que isto não seria provável, pois a reserva de nutrientes na biomassa e no solo de um cerrado sentido restrito não seria suficiente para o desenvolvimento da biomassa maior de árvores. Além do mais, as espécies exclusivas do cerradão precisariam de maior disponibilidade de nutrientes para o seu estabelecimento. Lopes & Cox (1977) sugeriram que o cerradão poderia ocorrer em sítios mais férteis que os solos do cerrado sentido restrito sem, no entanto, serem considerados mesotróficos.

No Jardim Botânico de Brasília, o solo e a disponibilidade de água para as plantas são alguns dos fatores que possivelmente poderiam influenciar na distribuição florística e nos aspectos estruturais do cerradão e do cerrado denso, tendo em vista que o clima e a geomorfologia são os mesmos para ambos, e o fogo não ocorre há mais de vinte anos nessas áreas. De acordo com as considerações para ambas as fitofisionomias o objetivo deste capítulo foi comparar as propriedades químicas e físicas dos solos entre cerradão e cerrado denso, sobre solos distróficos e predominantemente classificados como Latossolos Vermelhos e Vermelhos Amarelos (Cavedon & Sommer, 1990). Pretendeu-se também apontar as variáveis dos solos com maior influencia nas diferenças estruturais e florísticas anotadas neste capítulo e no capítulo 2.

## **Material e Métodos**

As áreas estudadas estão localizadas no Centro de Visitantes do Jardim Botânico de Brasília (CVJBB), Distrito Federal, entre as coordenadas 15°52'21"S e 47°50'50"W. Ali foram instaladas dez parcelas permanentes de 20 x 50 m (1.000 m<sup>2</sup>) de forma sistemática no cerradão (Cr) e dez parcelas aleatórias no cerrado denso (Cd), conforme recomendado por Felfili et al., (2005). Foram registrados, identificados e medidos todos os indivíduos arbóreos quanto a sua altura total e diâmetro igual ou superior a 5 cm, medido a 30 cm do solo, (Db30 cm) e 5 cm, inclusive os indivíduos mortos em pé. A distância entre Cr e Cd é de aproximadamente 2 km em linha reta.

Para mais detalhes da descrição das áreas de estudos ver o capítulo 1.

Os solos predominantes no Cr e no Cd são do tipo Latossolo Vermelho e Vermelho-Amarelo, ambos considerados distróficos (Cavedon & Sommer, 1990). Para amostragem da fertilidade do solo foram coletadas em cada parcela três amostras da camada superficial do solo (10-20 cm de profundidade) no centro e nos vértices das parcelas que, misturadas, compuseram uma amostra

composta. As análises químicas e físicas das amostras foram feitas na “*Solocria Laboratório Agropecuário Ltda*”, em Goiânia (GO) de acordo com a metodologia proposta pela Embrapa (1997). Foram realizadas as análises de pH em CaCl<sub>2</sub>, teor percentual de matéria orgânica (MO), acidez potencial (H+Al), saturação por alumínio (m) e de bases (V), capacidade de troca catiônica (CTC) e concentrações disponíveis dos elementos: Al, Ca, Mg, P, K, Mn, Cu, Zn, Fe e Na para as 20 parcelas estudadas. As estruturas granulométricas areia, silte e argila também foram analisadas.

Os testes de Shapiro-Wilk e Levenne foram utilizados para a verificação da existência de normalidade (Shapiro & Wilk, 1965) e homocedasticidade (Hartley, 1950), respectivamente, para os dados de todas as variáveis dos solos analisadas. Os dados que não apresentaram normalidade foram transformados na base logarítmica ou raiz quadrada, a fim de normalizar os dados (Kent & Coker, 1992; Palmer, 2005). Uma vez que as variáveis não apresentaram normalidade, utilizou-se o teste não paramétrico de Mann-Whitney, utilizado para comparação entre as médias obtidas. Tanto a normalidade e a homocedasticidade dos dados, quanto a aplicação do teste de Mann-Whitney foram executados no programa PAST versão 2.17.

Para correlacionar e obter a percentagem explicativa das variáveis dos solos com as áreas amostradas foi conduzida a técnica de ordenação indireta PCA (*Principal Component Analysis*). A PCA condensa informações contidas em grandes grupos de variáveis a um pequeno grupo de novas composições dimensionais (Kent & Coker, 1992; McGarigal et al., 2000). Para essa análise foi construída a matriz com as vinte parcelas amostradas, dez em cada área, e as propriedades químicas e físicas, estatisticamente diferentes entre as parcelas com base no teste t de Mann-Whitney ( $p < 0,05$ ) com exceção dos dados complementares CTC, V e m .

A vegetação lenhosa das duas áreas amostradas foi classificada por meio do método TWINSpan (*Two Way Indicator Species Analysis*) (Hill, 1979) com o objetivo de identificar as espécies que caracterizam as comunidades. O método TWINSpan parte do princípio de que, para um grupo de amostras que constituem um tipo de comunidade, haverá um grupo correspondente de espécies que caracterizam aquele tipo, denominadas espécies indicadoras (Kent & Coker, 1992). Neste estudo a 1ª divisão separou Cr do Cd. As 2ª e 3ª divisões incluíram Cr e Cd em separado. Para cada divisão é calculado um autovalor, que varia de 0 a 1, no qual representa a contribuição relativa de cada componente para a explicação do total da variação nos dados (Felfili et al., 2007). Quando o autovalor é maior que 0,3 o componente é considerado relevante na determinação da variação dos dados, quando for abaixo de 0,3 os dados são considerados homogêneos (Gauch, 1982; Felfili & Venturoli, 2000).



Para a análise de classificação TWINSpan foi construída uma matriz com as 20 parcelas amostradas (dez do Cr e dez do Cd) e, utilizou-se como variável a densidade de cada espécie com densidade igual ou superior a cinco indivíduos, esta estratégia foi adotada com o intuito de diminuir o peso das espécies raras (Kent & Coker, 1992). As análises multivariadas foram realizadas no programa PC-ORD versão 5.12 (McCune & Mefford, 1997). Os resultados obtidos pela PCA foram relacionados com a classificação gerada pelo TWINSpan.

## **Resultados**

As áreas de Cr e Cd apresentaram solos ácidos e distróficos, com saturação por bases < 50%, saturação por alumínio > 50% e baixa capacidade de troca catiônica (CTC) < 27 cmolc/Kg<sup>1</sup>, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (EMBRAPA, 2006) (Tabela 1). Ambos os solos apresentaram textura argilosa, presente na composição granulométrica mais de 50% de argila (IBGE, 2007). Os níveis de areia variaram de 23 a 62% no Cr e de 19 a 82% em Cd, ambos com coeficiente de variação relativamente altos (Tabela 1). A parcela 1 do Cd apresentou 82% de areia e 14% de argila, considerada, portanto, de textura média a arenosa (IBGE, 2007).

Os valores de Ca e Mg, 0,2 e 0,1 cmolc/dm<sup>3</sup>, respectivamente, foram os mesmos para as duas áreas. Os níveis de MO, Cu, Mn e argila foram maiores nos solos do Cr e os valores de pH e a percentagem de areia foram mais elevados nos solos do Cd (Tabela 1). A saturação por bases (V) e o teor de P foram estatisticamente distintos entre os solos das áreas estudadas, com níveis mais elevados no Cd (Tabela 1). A saturação por Al, os níveis de Al, H+Al, Fe, Zn, K, Na, silte e a capacidade de troca catiônica (CTC) também diferiram estatisticamente, sendo maiores nos solos do Cr (Tabela 1).

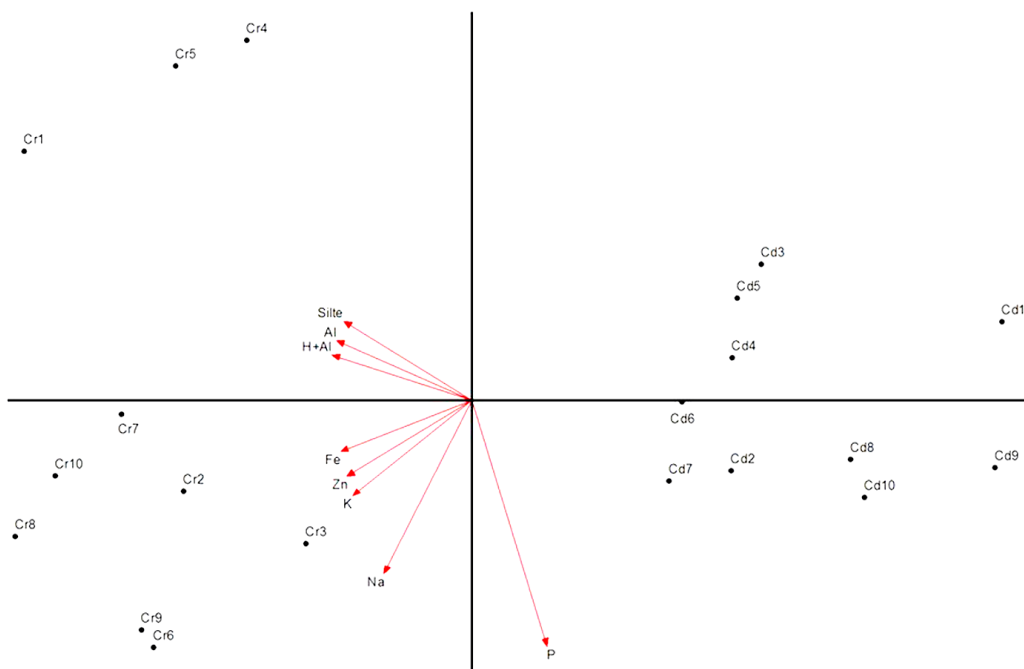
**Tabela 1.** Propriedades químicas e físicas dos solos (10-20 cm de profundidade) amostradas no cerrado (Cr) e no cerrado denso (Cd), localizados no Jardim Botânico de Brasília (DF). MO: matéria orgânica; CTA: capacidade de troca catiônica; V: saturação por bases; m: saturação por alumínio; DP: desvio padrão; p: nível de significância (p < 0,05) pelo teste t de Mann-Whitney; \*\*\*: significativo e ns: não significativo.

Variáveis/Parcelas	Cr1	Cr2	Cr3	Cr4	Cr5	Cr6	Cr7	Cr8	Cr9	Cr10	média	DP	CV%	p
Al cmolc/dm <sup>3</sup>	1,6	1,4	1,5	1,3	1,5	1,2	1,2	1,4	1,2	1,4	1,37	0,14	10,35	***
H+AL cmolc/dm <sup>3</sup>	11,1	9,1	10	11,6	9,8	9,7	10,6	12,4	9,5	11,9	10,57	1,13	10,67	***
K mg/dm <sup>3</sup>	45	47	39	41	39	51	54	57	47	59	47,90	7,22	15,07	***
P mg/dm <sup>3</sup>	0,1	0,3	2,7	0,1	0,1	1,8	0,5	0,8	0,8	0,5	0,77	0,85	110,38	***
MO g/dm <sup>3</sup>	43	35	33	37	31	39	43	48	27	39	37,50	6,28	16,74	ns
NA g/dm <sup>3</sup>	2	5	3	2	2	3	2	3	5	3	3,00	1,15	38,49	***
Zn mg/dm <sup>3</sup>	1,8	0,7	0,5	0,4	0,5	1,7	1,3	1,1	0,8	0,8	0,96	0,50	52,01	***
Cu mg/dm <sup>3</sup>	1,1	1	0,9	1	1,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,62	0,43	68,77	ns
Fe mg/dm <sup>3</sup>	138,4	106	109,4	100,6	133	139,4	166,3	165,5	137,7	153,6	134,99	23,52	17,42	***
Mn mg/dm <sup>3</sup>	3,9	4,2	2,7	3	2,7	9	7,3	4,9	5,9	5,6	4,92	2,08	42,22	ns
pH(cac2)	3,7	3,8	3,7	3,7	3,7	4	4	3,8	3,9	3,9	3,82	0,12	3,22	ns
Arg %	42	30	42	57	57	65	67	65	47	68	54,00	13,07	24,21	ns
silte %	11	8	11	13	13	10	9	10	10	9	10,40	1,65	15,83	***
Areia %	47	62	47	30	30	25	24	25	43	23	35,60	13,30	37,36	ns
CTC	11,5	9,5	10,4	12,0	10,2	10,1	11,0	12,9	9,9	12,4	10,99	1,14	10,34	***
V%	3,7	4,6	4,0	3,4	4,0	4,3	4,0	3,6	4,4	3,7	3,97	0,38	9,65	***
m%	79,2	76,9	78,9	76,4	78,9	73,6	73,1	75,6	74,0	75,6	76,22	2,26	2,97	***

**Tabela 1.** (Continuação)

Variáveis/Parcelas	Cd1	Cd2	Cd3	Cd4	Cd5	Cd6	Cd7	Cd8	Cd9	Cd10	média	DP	CV%	p
Al cmolc/dm <sup>3</sup>	0,8	0,8	0,9	0,8	1	0,8	0,8	0,9	0,7	0,6	0,81	0,11	13,59	***
H+AL cmolc/dm <sup>3</sup>	5,3	5,7	6,8	7,5	7,2	7,8	6,7	4,9	4,1	5,2	6,12	1,25	20,35	***
K mg/dm <sup>3</sup>	21	27	27	26	33	37	47	39	31	37	32,50	7,68	23,62	***
P mg/dm <sup>3</sup>	0,8	1,2	0,8	1,2	1,2	1,5	1,5	1,2	1,2	1,2	1,18	0,23	19,89	***
MO g/dm <sup>3</sup>	26	33	35	39	39	35	35	27	25	39	33,30	5,46	16,39	ns
NA g/dm <sup>3</sup>	2	2,2	1,8	2	1,6	2	2	1,8	2	1,6	1,90	0,19	10,23	***
Zn mg/dm <sup>3</sup>	0,2	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,5	0,28	0,12	43,90	***
Cu mg/dm <sup>3</sup>	0,2	0,4	0,4	0,4	0,6	0,5	0,4	0,2	0,4	0,5	0,40	0,12	31,18	ns
Fe mg/dm <sup>3</sup>	75	108,2	87,5	107,5	82,4	88,7	85,7	80,8	83	97,9	89,67	11,26	12,56	***
Mn mg/dm <sup>3</sup>	2,3	5,8	2,4	4,8	4,4	2,4	2,1	2,7	3,8	6,2	3,69	1,54	41,66	ns
pH(cacl2)	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,9	3,9	3,9	3,83	0,05	1,26	ns
Arg %	14	59	74	64	67	69	69	37	37	49	53,90	19,28	35,78	ns
silte %	3,3	5	7	6,7	6,7	8,3	6,7	3,3	3,3	3,3	5,36	1,94	36,17	***
Areia %	82	36	19	29	26	22	24	59	59	47	40,30	20,78	51,58	ns
CTC	5,6	6	7,1	7,8	7,6	8,2	7,1	5,3	4,5	5,6	6,48	1,24	19,12	***
V%	6,34	6,24	5,26	4,8	5,1	4,8	6	7,6	8,6	7	6,17	1,27	20,51	***
m%	69,75	68,57	70,8	68,3	72,4	67,2	65,5	69,2	64,8	60,6	67,71	3,39	5,00	***

A ordenação das análises dos solos pela PCA explicou 78% da variância total e separou as parcelas de Cr das parcelas de Cd. Apenas o eixo I incluiu 64% da variância total, negativamente correlacionado com as variáveis Al, H+Al, Na, Fe, Zn, K e silte e, positivamente correlacionado com P. O eixo II incluiu 14% da variância total e correlacionou-se negativamente com K, Na, Zn e Fe e, positivamente com as variáveis Al, H+Al e silte (Figura 1).



**Figura 1.** Análise de Componentes Principais de oito variáveis do solo Al, H+Al, K, Fe, Zn, Na, P e silte, que foram estatisticamente distintas entre o cerradão (Cr) e o cerrado denso (Cd), localizados no Jardim Botânico de Brasília (DF).

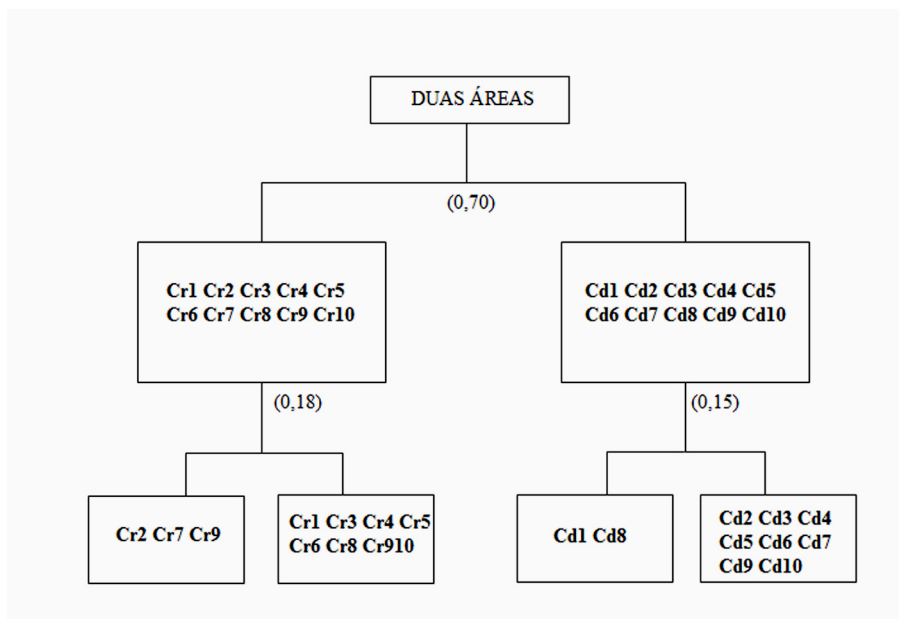
A ordenação das parcelas mostrou maior homogeneidade na comunidade Cd, onde todas as parcelas estão positivamente correlacionadas com o eixo I. As parcelas 1, 3, 4 e 5 estão positivamente correlacionadas com o eixo II, enquanto as parcelas 2, 6, 7, 8, 9 e 10 estão negativamente correlacionadas com este eixo e influenciadas pelo nutriente P.

A comunidade Cr, negativamente correlacionada com o eixo I, é influenciada por todas as outras variáveis incluídas na PCA. As parcelas 1, 4 e 5 estão positivamente correlacionadas com o eixo II e influenciadas por Al, H+Al e silte. Já as parcelas 2, 3, 6, 7, 8, 9 e 10 são influenciadas por Fe, Zn, K e Na e negativamente correlacionadas com o eixo II.

A classificação pelo TWISPAN separou as duas áreas com autovalor de 0,709 (Figura 2). A espécie indicadora desta divisão foi *Byrsonima laxiflora* que ocorreu apenas no Cr. Entre as

espécies preferências do Cr estão *Siphoneugena densiflora*, *Nectandra reticulata* e *Emmotum nitens* com densidades acima de 20 ind.ha<sup>-1</sup> e, abaixo de 10 ind.ha<sup>-1</sup>. estão *Tapirira guianensis* e *Lamanonia ternata*. Em Cd, as espécies preferenciais com densidades acima de 20 ind.ha<sup>-1</sup>. foram *Dalbergia miscolobium*, *Poliouratea hexasperma* e *Davilla elíptica*, entre outras, e apenas a espécie *Leptolobium dasycarpum* obteve densidade abaixo de 10 ind.ha<sup>-1</sup>.

Das 81 espécies analisadas 19 (23%) não foram preferenciais a qualquer uma das duas comunidades, a saber: *Annona crassiflora*, *Aspidosperma tomentosum*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Dalbergia miscolobium*, *Eriotheca pubescens*, *Guapira graciliflora*, *Guapira noxia*, *Handroanthus ochraceus*, *Hymenaea stigonocarpa*, *Kielmeyera coriacea*, *Kielmeyera speciosa*, *Miconia albicans*, *Qualea grandiflora*, *Qualea multiflora*, *Qualea parviflora*, *Roupala montana*, *Schefflera macrocarpa*, *Tachigali subvelutina* e *Vochysia thyrsoidea*. As 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> divisões não tiveram autovalores significativos o que indicou homogeneidade dentro das áreas (Figura 2).



**Figura 2.** Classificação pelo método TWINSpan das 20 parcelas amostradas, dez no cerradão (Cr) e dez no cerrado denso (Cd), localizados no Jardim Botânico de Brasília (DF). Os valores entre parênteses referem-se aos autovalores.

## Discussão

Os Latossolos, em geral, são solos fortemente ácidos, distróficos, alumínicos e com baixa saturação por bases (EMBRAPA, 2006). Diante da condição distrófica encontrada nos solos estudados e das diferenças nas propriedades químicas e físicas (Tabela 1), o Cr exibiu solos mais

ácidos, devido aos elevados valores de saturação por alumínio, alumínio e acidez potencial, mais ricos em cátions, com maiores proporções de silte e maior capacidade de troca catiônica. Enquanto os solos do Cd apresentaram-se estatisticamente mais férteis e com maiores níveis de fósforo.

Os valores de matéria orgânica, pH, zinco e potássio encontrados no Cr e no Cd estão dentro da variação conhecida para o Cerrado (Furley & Ratter, 1988). Os baixos valores de cálcio e magnésio encontram-se abaixo de  $2 \text{ cmolc/Kg}^{-1}$ , corroborando a condição distrófica dos solos estudados, pois esse valor é usado como critério para separar solos mesotróficos de solos distróficos (Haridasan & Araújo, 1988; Ratter et al., 1977).

A elevada saturação por alumínio registrada tanto no Cr quanto no Cd está dentro da variação encontrada por Ratter e Furley (1988) para o Cerrado, que foi de 1,1 a 89,4%. Maior teor de alumínio no cerradão também foi encontrado nos estudados de Moreno & Schiavini (2001), Costa & Araújo (2001), Ruggiero et al., (2002) e Marimom Junior & Haridasan (2005). Altos teores desse elemento no solo determinam menor disponibilidade de nutrientes para a vegetação (Brady & Weil, 2013), uma vez que, a precipitação lixívia o cálcio e outras bases e, o alumínio em contato com os colóides do solo se adere rapidamente à superfície destes e não sofre lixiviação, ou seja, o alumínio compete com as bases trocáveis pelos mesmos sítios de troca no complexo coloidal. O empobrecimento do solo diretamente relacionado com o alumínio ficou conhecido como hipótese do oligotrofismo aluminotóxico (Goodland, 1971b). Este fato foi observado por Goodland & Pollard (1973), em gradiente fisionômico de cerrado sentido amplo, no Triângulo Mineiro (MG), onde os autores encontraram relação negativa entre o alumínio e os teores de cálcio, magnésio e potássio.

O clima tropical úmido e os solos bem drenados favorecem a abundância de Al nos solos do Cerrado. Assim, altas quantidades desse metal nos solos dos cerradões contribuem para a menor fertilidade dos mesmos. Dessa forma, os solos do Cd são relativamente mais férteis por terem menos alumínio trocável, uma vez que, os valores de cálcio e magnésio não diferiram entre as áreas, e os elementos potássio e sódio foram maiores no Cr. Estes elementos fazem parte da somatória necessária para obter o valor de saturação por bases (IBGE, 2007).

A maior quantidade de matéria orgânica, argila e silte indica que os solos do Cr são mais úmidos, pois são variáveis capazes de reter água e permitir que o solo fique úmido por mais tempo. O silte é descrito como uma micropartícula de areia que possui certa viscosidade e capacidade de adsorção de água devido a película adesiva de argila que a envolve. Quando somado ao poder coloidal da argila, lhe confere textura fina e movimentação lenta de ar e água (Brady &

Weil, 2013). A argila, que existe em estado coloidal, é caracterizada por tamanhos extremamente pequenos, com grande área externa por unidade de peso e presença de cargas de superfície que atraem íons e água (Brady & Weil, 2013). As frações de argila, mediante a atração de íons para suas superfícies, protegem temporariamente as substâncias nutritivas essenciais contra a lixiviação e as liberam então lentamente para a utilização pelas plantas (Brady & Weil, 2013). A matéria orgânica aumenta o volume de água que um solo pode absorver e a proporção assimilável desta água para o crescimento vegetal. Além disso, é a principal fonte de energia para os micro-organismos que são os principais agentes da ciclagem de nutrientes no solo (Brady & Weil, 2013).

Dessa forma, a característica úmida e as maiores concentrações de cátions presentes nos solos do Cr, podem ter favorecido o adensamento do componente arbóreo, assim como o estabelecimento de espécies florestais, como anotado no capítulo 1, tendo em vista que as espécies florestais de matas de galeria e ciliares possuem estreita relação com o gradiente de umidade e de fertilidade do solo (Felfili, 1998; Silva Júnior, 2001).

Resultados semelhantes quanto à granulometria do solo, foram observados por Marimom Junior & Haridasan (2005) no cerrado em Nova Xavantina, MT. Segundo os autores, solos com maior capacidade de retenção de água são capazes de suprir mais adequadamente as plantas nos processos de síntese de biomassa, bem como possuir maior fertilidade ativa, pois a disponibilidade de água regula a dinâmica dos nutrientes no solo e sua absorção pelas plantas. Ruggiero & Pivello (2005) ao estudarem os fatores que poderiam influenciar as diferenças estruturais e florísticas entre o cerrado sentido amplo e a floresta estacional semi-decídua, na Gleba Pé-de-Gigante (MG), encontraram maior percentual de argila no solo florestal. Os autores concluíram que a umidade do solo proporcionada pela capacidade que a argila tem de reter água seria um dos fatores de influencia na distinção das fitofisionomias. A saturação por bases também foi fortemente apontada como fator importante nessa distinção.

Mudanças no regime de água e fertilidade no solo já foram apontadas por outros pesquisadores como principais fatores na distinção entre savanas e florestas (Lopes & Cox, 1977; Furley, 1992). De acordo com Ruggiero & Pivello (2005) a disponibilidade de água para as plantas deve ter influência direta na estrutura e na fisionomia da vegetação e na disponibilização dos nutrientes no solo. Estudos mais específicos neste âmbito podem complementar os resultados do presente estudo.

De acordo com Haridasan (1987; 2000), a maior biomassa presente nos cerradões em relação à biomassa dos cerrados sentido restrito, sugere que no passado os solos dos cerradões eram mais férteis, mantendo-se até o presente por meio da ciclagem de nutrientes. Os resultados

encontrados no presente estudo concordam em parte, com as observações de Lopes & Cox (1977) e Goodland (1971), nas quais, o cerradão estaria relacionado ao gradiente de fertilidade dos solos, de forma a ocupar sítios mais férteis. De fato os solos do Cr têm maiores níveis de nutrientes, cátions importantes para o crescimento vegetal. No entanto, a maior saturação por bases encontrada no Cd impede que os resultados encontrados para o Cr, sejam esclarecedores quanto a maior área basal e altura da vegetação que teoricamente necessitariam de maior aporte de nutrientes para o seu crescimento (Haridasan, 2000; Brady & Weil, 2013).

A ordenação da PCA corroborou com os resultados do TWINSpan quando separou o Cr do Cd e indicou possível influência das variáveis ambientais na separação da composição florística entre as áreas. O agrupamento das parcelas para cada área no TWINSpan não foi distinguido na PCA, o que sugeriu que as variáveis dos solos estatisticamente distintas parece não influenciar na distribuição florística dentro de cada comunidade. As espécies consideradas preferenciais do Cr são tipicamente florestais e ocorrem em abundância no cerradão, com exceção de *Tapirira guianensis* que ocorre também em cerrado sentido restrito. As espécies preferenciais do Cd são frequentemente encontradas nas formações savânicas (Mendonça et al., 2008; Ribeiro & Walter, 2008). *Dalbergia miscolobium* e *Davilla elíptica* são consideradas típicas de cerrado sentido restrito (Mendonça et al., 2008). As espécies não preferenciais são consideradas de ampla distribuição entre as duas áreas.

Segundo Haridasan (2000; 1982) e Haridasan & Araújo (1988) a fertilidade do solo também está representada nas diferentes concentrações de nutrientes foliares, assim, estudos dessa magnitude podem indicar exigências nutricionais das espécies que representaram cada comunidade amostrada e sua estreita relação com os fatores nutricionais. Outros fatores ambientais podem estar atuando na distribuição florística de cada área. Corroborando com Ruggiero & Pivello (2005) no qual acreditam que em cada local um fator ambiental específico pode mostrar-se mais relevante do que outro, sugerimos que novos estudos nas parcelas marcadas de forma permanente são necessários para entender melhor as diferenças estruturais e a distribuição da composição florística em cada área estudada.



## Conclusões

As comunidades de cerrado (Cr) e cerrado denso (Cd) no Jardim Botânico de Brasília (JBB) apresentam solos ácidos, com baixa saturação por bases e altos níveis de alumínio no solo. A comunidade Cr apresentou maiores níveis de cátions, maior acidez potencial e solos com maior saturação por alumínio. A análise PCA apontou forte influência dessas variáveis na distribuição das parcelas, onde explicaram 78% da variação total das amostras. Os maiores teores dessas variáveis nos solos apontam o Cr como sítios de maior capacidade de troca catiônica em relação ao Cd. Por sua vez, o Cd apresentou maiores valores de saturação por bases e teores mais elevados de fósforo.

A maior concentração de silte no Cr, somado aos teores elevados de argila e matéria orgânica, indica maior umidade nos solos. Essa condição mais úmida cria um microclima favorável à conservação dos nutrientes para as plantas e aparentemente favoreceu o adensamento do componente arbóreo culminando no aspecto florestal do Cr.

A técnica TWINSpan separou claramente as duas áreas, mas indicou homogeneidade entre as parcelas de cada comunidade. As variáveis dos solos ordenadas pela PCA parece não influenciar na distribuição das espécies dentro das comunidades, mas enfatizou as diferenças químicas e físicas entre as áreas.

Apesar da proximidade entre áreas o Cr difere florística e estruturalmente do Cd fato que pode ser relacionado com as propriedades edáficas. Sugerimos, portanto, que a vegetação Cr no JBB, que ocorre nos solos com maiores níveis de alumínio, acidez potencial, ferro, zinco, potássio e sódio, pode ser favorecida por esses elementos que estariam conservados pela maior umidade conferida pelos distintos níveis de silte encontrados nas camadas superiores dos seus solos.

## Conclusões Gerais

O cerradão (Cr) e o cerrado denso (Cd) amostrados no Jardim Botânico de Brasília (JBB - DF) são comunidades floristicamente e estruturalmente diferentes. Dentre os parâmetros estruturais analisados, apenas a densidade foi estatisticamente semelhante entre as áreas. O Cr, por apresentar comunidade mais fechada onde a competição por luz é maior, teve a área basal e as alturas médias e totais das árvores estatisticamente maiores que no Cd.

A composição florística do Cd é composta basicamente por espécies comuns a esse habitat, enquanto a flora do Cr possui composição mista de espécies savânicas e florestais, assim como no descrito na literatura. Ambas as comunidades são ricas em espécies e abrigam elevado número de espécies raras, o que acentua a importância do JBB para a conservação da biodiversidade do Cerrado. Além disso, são comunidades auto regenerativas com balanço positivo entre recrutamento e mortalidade.

Os solos do Cr e Cd apresentam-se ácidos, com baixa saturação por bases e altos níveis de alumínio no solo. A comunidade Cr apresentou maiores níveis de cátions, elevada acidez potencial e solos com alta saturação por alumínio. Os maiores teores dessas variáveis nos solos apontam o Cr como sítios de maior capacidade de troca catiônica em relação ao Cd. Por sua vez, o Cd apresentou solos mais férteis e teores mais elevados de fósforo.

A análise multivariada TWINSPLAN reforçou as diferenças florísticas e apontou heterogeneidade entre as áreas e homogeneidade dentro das comunidades. A PCA reforçou a separação das áreas com base nas variáveis dos solos estatisticamente distintas. Entretanto, essas variáveis parecem não influenciar na distribuição das espécies dentro das comunidades.

Sendo assim, apesar da proximidade entre áreas o Cr difere florística e estruturalmente do Cd fato que pode ser relacionado com as propriedades edáficas. Sugerimos que a vegetação do Cr, que ocorre nos solos com maiores níveis de cátions pode ser favorecida por esses elementos que estariam conservados pela maior umidade conferida pelos distintos níveis de silte encontrados nas camadas superiores dos seus solos.

## Referências Bibliográficas

- Adámoli, J.; Macedo, J.; Azevedo, L. G. & Madeira Neto, J. 1985. Pp 33-73. Caracterização da região dos Cerrados. In: Goedert, W. J. **Solos dos cerrados**. EMBRAPA/ Nobel, Brasília.
- Alencar, A. L.; Silva, M. A. P. & Barros, L. M. 2007. Florística e Fitossociologia de uma Área de cerradão na Chapada do Araripe, Crato - CE. **Revista Brasileira de Biociências** 5 (2): 18-20.
- Almeida, S. P.; Proença, C. E. B; Sano, S. M. & Ribeiro, J. F. 1998. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. EMBRAPA-CPAC. Planaltina, DF. 464p.
- Andrade, L. A. Z.; Felfili, J. M. & Violatti, L. 2002. Fitossociologia de uma área de cerrado denso na RECOR-IBGE, Brasília-DF. **Acta Botanica Brasilica** 16 (2): 225-240.
- Angiosperm Phylogeny Group (APG III). 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society** 161: 105-121.
- Araújo, G. M.; Nunes, J. J.; Rosa, A. G. & Resende, E. J. 1997a. Estrutura comunitária de vinte áreas de cerrados residuais no município de Uberlândia, MG. **Daphne** 7: 7-14.
- Assunção, S. L. & Felfili, J. M. 2004. Fitossociologia de um fragmento de cerrado *sensu stricto* na APA do Paranoá, DF, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 18 (4): 903-909.
- Azevedo, L. G.; Ribeiro, J. R.; Schiavini, I. & Oliveira, P. E. A. M. 1990. **Levantamento da Vegetação do Jardim Botânico de Brasília-DF**. Fundação Zoobotânica. Brasília, DF. 93p.
- Azevedo, L. G.; Ribeiro, J. R.; Schiavini, I. & Oliveira, P. E. A. M. 1990. **Levantamento da vegetação do Jardim Botânico de Brasília, DF**. Fundação Zoobotânica do Distrito Federal, Brasília.
- Balduino, A. P. D. C.; Souza, A. L. D.; Neto, M.; Alves, J. A.; Silva, A. F. D. & Silva Júnior, M. C. D. 2005. Fitossociologia e análise comparativa da composição florística do cerrado da flora de Paraopeba-MG. **Revista Árvore** 29(1): 25-34.
- Brady, N. C.; Weil, R. R. 2012. **Elementos da Natureza e Propriedades dos Solos**. Ed. Bookman Companhia Editora Ltda. 716 p.

- Brinkley, D.; Richter, D.; David, M. B.; Caldwell, B. 1994. Soil chemistry in a loblolly/longleaf pine forest with interval burning. **Ecological Applications** 2: 157-164.
- Bucci, F. F. B. 1997. **Floração de algumas espécies de Melastomataceae do Distrito Federal: uso de dados de herbário para obter padrões sazonais**. Brasília, Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília. Dissertação de Mestrado.
- Campos, E. P.; Duarte, T. G.; Neri, A. V.; Silva, A. F.; Meira-Neto, J. A. A. & Valente, G. E. 2006. Composição florística de um trecho de cerrado *sensu stricto* e cerradão e sua relação com o solo na Floresta Nacional (FIONA) de Paraopeba, MG, Brasil. **Revista Árvore** 30 (3): 471-479.
- Castro, A. A. J. F. & Martins, F. R. 1999. Cerrados do Brasil e do Nordeste: caracterização, área de ocupação e considerações sobre a sua fitodiversidade. **Pesquisa Foco** 7(9): 147-17. In: Solorzano, A. 2011. **Análise fitogeográfica do cerradão: conexões florísticas, padrões estruturais, relações ecológicas e modelagem de sua distribuição potencial**. Brasília: Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília. Tese de Doutorado.
- Cavalcanti, L. M. 1978. Efeito das cinzas resultantes da queimada sobre a produtividade do estrato herbáceo-subarbustivo do Cerrado de Emas. **Tese de doutorado, São Paulo. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. 219 p.**
- Cavedon, D. S. & Sommer, S. 1990. **Levantamento semidetalhado dos solos do Jardim Botânico de Brasília**. Fundação Zoobotânica do Distrito Federal, Brasília. 95 p.
- Chao, A.; Chazdon, R. L.; Colwell, R. K. & Shein, T. J. 2005. A new statistical approach for assessing similarity of species composition with incidence and abundance data. **Ecology Letters** 8: 148-159.
- Clarke, K. R. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* 18: 117-143.**
- Codeplan. 1984. **Atlas do Distrito Federal**, GDF, Brasília.
- Cole, M. M. 1986. **The savannas biogeography and geobotany**. Academic Press. 438p.
- Cornell, R. M. & Schwertmann, U. 1996. **The iron oxides. Structure, properties, reactions, occurrence and uses**. Weinheim, VHC. 573 p. [acesso em 02/2013]. Disponível em: <http://books.google.com.br>.

- Costa, A. A. & Araújo, G. M. 2001. Comparação da vegetação arbórea de cerradão e de cerrado na Reserva do Panga, Uberlândia, Minas Gerais. **Acta Botanica Brasilica** **15** (1): 63-72.
- Costa, F. V.; Oliveira, K. N.; Nunes, Y. R. F.; Menino, G. C. O; Brandão, D. O.; Araújo, L. S.; Miranda, W. O. & Neto, S. D. 2010. Florística e estrutura da comunidade arbórea de duas áreas de cerrado sentido restrito no norte de Minas Gerais. **Revista Cerne** **16**(3): 267-281.
- Coutinho L. M. 1982. Ecological effects of the fire in Brazilian cerrado. In: Huntley B. J & Walker B. H. **Ecology of tropical savannas**. Springer Verlag 273–291.
- Coutinho, L. M. 1990. O cerrado - a ecologia do fogo. **Ciência Hoje** **12** (68): 23-30.
- Coutinho, L. M. 1992. O cerrado e a ecologia do fogo. **Ciência Hoje**, vol. Especial Eco-Brasil. Pp. 130-138.
- Coutinho, L.M. 1978. O conceito de cerrado. **Revista Brasileira de Botânica** **1**: 17-23.
- Dias, B.F.S. 1992. **Alternativas de desenvolvimento dos Cerrados: manejo e conservação dos recursos naturais renováveis**. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Fundação Pró-Natureza (FUNATURA), Brasília.
- Dietzsch, L.; Rezende, A. V.; Pinto, J. R. R & Pereira, B. A. S. 2006. Caracterização da flora arbórea de dois fragmentos de mata de galeria do Parque Canjerana, DF. **Cerne, Lavras** **12** (3):201-210.
- Eiten, G. 1978. Delimitation of the Cerrado Concept. **Vegetation** **36**(3): 169-178.
- Eiten, G. 1994. Vegetação do Cerrado. Pp. 17-74. In: Pinto. M. N. **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. Editora Universidade de Brasília.
- Eiten, G., 1972. The Cerrado Vegetation of Brazil. **Botanical Review** **38**: 201–341
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). 2006. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2ª ed. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Rio de Janeiro. 306p.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). 1997. **Manual de Método de Análise de Solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos. 212p.
- Felfili, J. M. & Silva Júnior, M. C. 1988. Distribuição dos diâmetros numa faixa de cerrado na Fazenda Água Limpa (FAL) em Brasília-DF. **Acta Botanica Brasilica** **2** (1-2): 85-104.

- Felfili, J. M. & Silva Júnior, M. C. 1992. Floristic composition, phytosociology and comparison of cerrado and gallery forests at Fazenda Agua Limpa, Federal District, Brazil. Pp. 393–416. In: Proctor, J. A.; Ratter, J. A. & Furley, P. A. **Nature and dynamics of forest-savanna boundaries**. London, Chapman & Hall.
- Felfili, J. M. & Silva Júnior, M. C. 1993. A comparative study of cerrado (*sensu stricto*) vegetation in Central Brazil. **Journal of Tropical Ecology** 9: 277-289.
- Felfili, J. M. & Imaña-Encinas, J. 2001. Suficiência da amostragem no cerradão *sensu stricto* das quatro áreas estudadas na Chapada do Espigão Mestre do São Francisco. Pp. 31-35. In: Felfili, J. M. & Silva Júnior, M. C. **Biogeografia do bioma Cerrado: estudo fitofisionômico da Chapada do Espigão Mestre do São Francisco**. Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Florestal.
- Felfili, J. M. 1997. Diameter and height distributions of a gallery forest community and some of its main species in central Brazil over a six-year period (1985-1991). **Revista Brasileira de Botânica** 20: 155-162.
- Felfili, J. M. 2001. Principais fisionomias do Espigão Mestre do São Francisco. Pp. 18-30. In: J. M. Felfili & M.C. Silva Júnior. **Biogeografia do Bioma Cerrado: Estudo Fitofisionômico da Chapada do Espigão Mestre do São Francisco**. Departamento de Engenharia Florestal. Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- Felfili, J. M.; Carvalho, F. A., Haidar, R. F. 2005. **Manual para o monitoramento de Parcelas permanentes nos biomas Cerrado e Pantanal**. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal. Pp. 20-24.
- Felfili, J. M.; Filgueiras, T. S.; Haridasan, M.; Silva Júnior, M. C.; Mendonça, R. & Rezende, A. V. 1994. Projeto biogeografia do bioma cerrado: Vegetação e solos. **Caderno de Geociências** 12: 75-166.
- Felfili, J. M.; Filgueiras, T. S.; Haridasan, M.; Silva Júnior, M. C.; Mendonça, R. & Rezende, A. V. 1994. **Projeto Biogeografia do Bioma Cerrado: vegetação e solos**. Caderno de Geociências do IBGE (12): 75-166.
- Felfili, J. M.; Nogueira, P. E.; Silva Júnior, M. C.; Marimon, B. S. & Delitti, W. B. C. 2002. Composição florística e fitossociologia do cerrado sentido restrito no município de Água Boa – MT. **Acta Botanica Brasilica** 16(1): 103-112.

- Felfili, J. M.; Rezende, A. V. & Silva-Júnior, M. C. 2007. **Biogeografia do bioma Cerrado: vegetação e solos da Chapada dos Veadeiros**. Ed. Universidade de Brasília, FINATEC – Brasília.
- Felfili, J. M.; Rezende, A. V.; Silva Júnior, M. C. & Silva, M. A. 2000. Changes in the Floristic Composition of Cerrado *sensu stricto* in Brazil over a nine-year period. **Journal of Tropical Ecology** **16**(4): 579-590.
- Felfili, J.M. 1998. Determinação de padrões de distribuição de espécies em uma mata de galeria no Brasil Central com a utilização de técnicas de análise multivariada. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer** **2**: 35-48.
- Felfili, J.M.; Mendonça, R.C.; Walter, B.M.T.; Silva Júnior, M.C.; Nóbrega, M.G.G.; Fagg, C.W.; Sevilha, A.C. & Silva, M.A. 2001. Flora fanerógama das matas de galeria e ciliares do Brasil Central. Pp. 195-206. In: Ribeiro, J. F.; Fonseca, A. E. L. & Sousa-Silva. **Cerrado: caracterização e recuperação de Matas de Galeria. Planaltina, Emprapa Cerrados**.
- Felfili, M. C. & Felfili, M. J. 2001. Diversidade alfa e beta no cerradão *sensu stricto* da Chapada Pratinha, Brasil. **Acta botânica Brasilica** **15** (2): 243-254.
- Ferri, M. G. 1977. Ecologia dos cerrados. Pp. 15-33. In: **IV Simpósio sobre o cerrado**. Universidade de São Paulo, Editora Itatiaia.
- Fonseca, M. S. & Silva Júnior, M. C. 2004. Fitossociologia e similaridade florística entre trechos de cerrado sentido restrito em interflúvio e em vale no Jardim Botânico de Brasília, DF. **Acta botânica brasileira** **18** (1): 19-29.
- Franco, A. C. 2004. Estratégias funcionais de plantas lenhosas das savanas do Brasil Central: relação ao déficit hídrico e ao regime luminoso. Pp. 173-178. In: Cabrera, H. M. **Fisiología ecológica en plantas: Mecanismos y Respuestas a Estrés en los Ecosistemas**. EUV, Valparaíso, Chile.
- Franczak, D. 2006. **Dinâmica da comunidade arbórea em um cerradão do Parque do Bacaba, Nova Xavantina-MT**. Monografia de Graduação, Universidade do Estado Mato Grosso (MT). 52 p.
- Furley, P. A. & Ratter, J. A. 1988. Soil resources and plant communities of the central Brazilian cerrado and their development. **Journal of Biogeography** **15**: 97-108.

- Furley, P. A. 1992. Edaphic changes at the forest-savanna boundary with particular reference to the neotropics. Pp. 91-115. In: Furley, P. A.; Proctor, J. & Ratter, J. A. **Nature and Dynamics of Forest-Savanna Boundaries**.
- Furley, P. A. 1999. **The nature and diversity of neotropical savanna vegetation with particular reference to the Brazilian cerrados**. *Global Ecology and Biogeography* 8: 223-241.
- Gomes, B. Z.; Martins, F. R. & Tamashiro, J. Y. 2004. Estrutura do cerradão e da transição entre cerradão e floresta paludícola num fragmento da International Paper do Brasil Ltda., em Brotas, SP. **Revista Brasileira de Botânica** 27 (2): 249-262.
- Goodland, R. & Ferri, M. G. 1979. **Ecologia do Cerrado**. Ed. Itatiaia, Belo Horizonte, MG. 193p.
- Goodland, R. & Pollard, R. 1973. The Brazilian cerrado vegetation: a fertility gradient. **Journal of Ecology** 61: 219-224.
- Goodland, R. 1971. Oligotrofismo e alumínio no cerrado. Pp. 44-60. In: Ferri, M. G. **III Simpósio sobre o cerrado**. EdUSP, São Paulo.
- Goodland, R. 1971a. A physiognomic analyses of the “cerrado” vegetation of the central Brazil. **Journal of Ecology** 59: 411-419. [acesso em 03/2013]. Disponível em: <http://www.jstor.org>.
- Goodland, R. 1971b. A physiognomic analysis of the cerrado vegetation of central Brazil. **Journal of Ecology** 59: 411-419.
- Goodland, R. 1979. Análise ecológica da vegetação do cerrado. Pp.61-160. In: Goodland, R. & Ferri, M. G. **Ecologia do Cerrado**. Ed. Itatiaia, Belo Horizonte, MG.
- Guarim-Neto, G.; Guarim, V. L. M. S. & Prance, G. T. 1994. Structure and floristic composition of the trees of an area of cerrado near Cuiabá, Mato Grosso, Brazil. **Kew Bulletin** 49(3): 499-509.
- Haridasan, M, 1992. Observation on soils, foliar nutrientes concentrations and floristic composition of cerrado and cerradão communities in Central Brazil. Pp. 174-184. In: Proctor, J.; Ratter, J. A. & Furley, P. A. **The nature and dynamics forest-savanna boundaries**. Chapman & Hall, London.
- Haridasan, M. & Araújo, G.M. 1988. Aluminium-acumulating species in two forest communities in the cerrado region of central Brazil. **Forestry Ecology Management** 24: 15-26.



- Haridasan, M. 1982. Aluminiu-accumulation by some cerrado native species of central Brazil. **Plant and Soil** **65**: 265-273.
- Haridasan, M. 2000. Nutrição mineral das plantas nativas do Cerrado. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal** **12**(1): 54-64.
- Haridasan, M. 2007. Solos. Pp. 27-43. In: Felfili, J. M.; Rezende, A. V. & Silva Júnior, M. C. **Biogeografia do bioma cerrado: Chapada dos Veadeiros**. Ed. UnB, Brasília.
- Haridasan, M.; Pinheiro, A. A. M. C. & Torres, F. R. R. 1997. Resposta de algumas espécies do estrato rasteiro de um cerrado à calagem e à adubação. Pp. 87-91. In: Leite, L. L. & Saito, C. H. **Contribuição ao conhecimento ecológico do cerrado**. Universidade de Brasília, Brasília, Brasil.
- Hartley, H. O. 1950. The maximum F-ratio as a short cut test for heterogeneity of variances. **Biometrika** **37**: 308-312.
- Heringer Salles, A. 2007. **Jardim Botânico de Brasília: diversidade e conservação**. Sociedade Amigos do Jardim Botânico de Brasília. Dupligráfica Editora LTDA, Brasília. 355p.
- Hill, M. O. 1979. **TWINSPAN- a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes**. Cornell University. Ithaca, New York.
- Hoffmann, W.A. 1998. Post-burn reproduction of woody plants in a neotropical savanna: the relative importance of sexual and vegetative reproduction. **Journal of Applied Ecology** **35**: 422-433.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2007. **Manual técnico de pedologia**. IBGE, Rio de Janeiro. 316p.
- Jackson, P. C.; Meinzer, F. C.; Bustamante, M.; Goldstein, G.; Franco, A.; Rundel, P. W.; Caldas, L.; Iglar, E. & Causin, F. 1999. Partitioning of soil water among tree species in a Brazilian Cerrado ecosystem. **Tree Physiology** **19**: 717-724. In: Franco, A. C. 2004. Estratégias funcionais de plantas lenhosas das savanas do Brasil Central: relação ao déficit hídrico e ao regime luminoso. Pp. 173-178. In: Cabrera, H. M. **Fisiología ecológica en plantas: Mecanismos y Respuestas a Estrés en los Ecosistemas**. EUV, Valparaíso, Chile.
- Jordan, C. F. 1987. **Amazonian rainforests: ecosystem disturbance and recovery**. New York: Springer-Verlag. 133 p.

- Kent, M. & Coker, P. 1992. **Vegetation description and analysis: a practical Approach**. Belhaven Press, London. 363 p.
- Klink, C. A. & Machado, R. 2005. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conservation Biology** **19** (3): 707-713.
- Klink, C. A.; Machado, R. B. 2005. Conservation of the Brazilian Cerrado. *Conservation Biology* **19**: 707-713.
- Ledru, M. P. 2002. Late quaternary history and evolution of the cerrados as revealed by palinological records. Pp. 33-50. In: Oliveira, P. S. & Marquis, R. J. **The cerrados of Brazil. Ecology and natural history of a neotropical savanna**. Columbia University Press, New York.
- Lopes, A. S. & Cox, F. R. 1977. Cerrado vegetation in Brazil: na edaphic gradient. **Agronomy Journal** **69**: 828-831.
- Ludwig, F., H. de Kroon, F. Berendse, and H. H. T. Prins. 2004. The influence of savanna trees on nutrient, water and light availability and the understorey vegetation. **Plant Ecology** **170**:93-105.
- Magalhães, G. M. Contribuição ao estudo fitogeográfico do médio São Francisco. **Boletim de Agricultura** **1** (5): 26-39, 1952.
- Magurran, A. E. 1988. **Ecological diversity and its measurement**. Chapman and Hall, London. 179p.
- Magurran, A. E. 2004. Measuring biological diversity. Blackwell publishing. Pp. 100-130.
- Malavolta, E. 1979. Nutrição mineral. Pp. 97-116. In: Ferri, M. G. **Fisiologia vegetal 1**. EDUSP, São Paulo.
- Marimon-Junior, B. H. & Haridasan, M. 2005. Comparação da vegetação arbórea e características edáficas de um cerradão e um cerrado *sensu stricto* em áreas adjacentes sobre solo distrófico no leste de Mato Grosso, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **19** (4): 913-926.
- McCune, B. & Mefford, M. J. 2006. **PC-ORD: multivariate analysis of ecological data**. MjM Software Design, Oregon.
- Meirelles, M. L.; Klink, C. A. & Sousa-Silva, J. C. 1997. Um modelo de estados y transiciones para el cerrado brasileño. **Ecotropicos****10**: 45-50.

- Mendonça, R. C., Felfili, J. M., Walter, B. M. T., Silva Júnior, M. C., Rezende, A. V., Filgueiras, T. S. & Nogueira, P. E. 1998. Pp. 289-556. Flora vascular do Cerrado. In: Sano, S. M. & Almeida, S. P. **Cerrado, Ambiente e Flora**. EMBRAPA-CPAC, Planaltina.
- Mendonça, R. C.; Felfili, J. M.; Walter, B. M. T.; Silva Junior, M. C.; Rezende, A. B.; Filgueiras, T. S.; Nogueira, P. E. & Fagg, C. W. 2008. **Flora vascular do bioma Cerrado: checklist com 12.356 espécies**. 1279p.
- Mews, H. A.; Marimon, B. S.; Maracahipes, L.; Franczak, D. D. & Marimon-Junior, B. H. 2011. Dinâmica da comunidade lenhosa de um Cerrado Típico na região Nordeste do Estado de Mato Grosso, Brasil. **Biota Neotropica** 11(1) 73-82.
- Miranda, H. S. **Efeitos do regime de fogo sobre a estrutura de comunidades de Cerrado: Projeto Fogo**. Brasília: IBAMA.
- Miranda, H. S.; Neto, W. N. & Neves, B. M. C. 2010. Pp. 23-33. Caracterização das queimadas de Cerrado. In: Miranda, H. S. **Efeitos do regime de fogo sobre a estrutura de comunidades de cerrado: Projeto Fogo**. Brasília-IBAMA.
- Miranda, I. S.; Almeida, S. S.; Dantas, P. J. 2006. Florística e estrutura de comunidades arbóreas em cerrados de Rondônia, Brasil. **Acta Amazonica** 36 (4): 419 – 430.
- Miranda, S. C. 2008. **Comunidades lenhosas de cerrado sentido restrito na Serra Dourada em dois substratos**. Brasília: Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília. Dissertação de Mestrado. 104 p.
- Miranda, S. C.; Silva Júnior, M. C.; Carvalho, P. S.; Salles, L. A.; Oliveira, A. M. & Corezzi, A. C. 2009. O cerrado sentido restrito no Jardim Botânico de Brasília 24 anos sem incêndios. In: **Anais do 60º Congresso Nacional de Botânica**, Bahia.
- Mistry, J. 2000. **World Savannas: ecology and human use**. London, Pearson Education Ltd. 344p.
- Moreno, M. I. C. & Schiavini, I. 2001. Relação entre vegetação e solo em um gradiente florestal na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia (MG). **Revista brasileira de Botânica** 24 (4): 537-544.
- Müller-Dombois, H. & Ellenberg, D. 1974. **Aims and methods of vegetation ecology**. Wiley, New York.

- Munhoz, C. B. R. & Amaral, A. G. 2010 – Efeito do fogo no estrato herbáceo-subarbustivo do Cerrado. Pp. 93-102. In: Miranda, H. S. **Efeitos do regime de fogo sobre a estrutura de comunidades de Cerrado: Projeto Fogo**. Brasília: IBAMA.
- Oliveira, E. C. L. & Felfili, J. M. 2005 Estrutura e dinâmica da regeneração natural de uma mata de galeria no Distrito Federal, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **19** (4): 801-811.
- Oliveira-Filho, A. T. & Martins, F. R. 1986. Distribuição, caracterização e composição florística das formações vegetais da região da Salgadeira, na Chapada dos Guimarães (MT). **Revista brasileira de Botânica** **9**: 207-223
- Oliveira-Filho, A. T. & Ratter, J. A. 2002. Vegetation physiognomies and wood flora of the Cerrado biome. Pp. 91-120. In: Oliveira, O. S. & Marquis, R. J. **The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna**. Columbia University Press, New York.
- Owensby, C. & Wyrill, J. 1973. Effects of range burning on Kansas Flint Hills soil. **Journal of Range Management** **26** (3): 185-188.
- Palmer, M. W. 2005. Ordination methods for ecologists. Oklahoma State University, USA. [Acesso em 12/2012]. Disponível em <http://ordination.okstate.edu>.
- Peck J. E. 2010. **Multivariate analysis for community ecologists: step-by-step using PCord**. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon.
- Pennington, R. T.; Prado, D. E. & Colin, A. 2000. Neotropical Seasonally Dry Forests and Quaternary Vegetation Changes. **Journal of Biogeography** **27** (2): 261-273.
- Pereira-Silva, E. F. L.; Santos, J. E.; Kageyama, P. Y. & Hardt, E. 2004. Florística e fitossociologia dos estratos arbustivo e arbóreo de um remanescente de cerradão em uma unidade de conservação do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica** **27**: 533-544.
- Pereira-Silva, E. F. L.; Santos, J. E.; Kageyama, P. Y. & Hardt, E. 2004. Florística e fitossociologia dos estratos arbustivo e arbóreo de um remanescente de cerradão em uma Unidade de Conservação do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica** **27**(3): 533-544.
- Pereira-Silva, E.F.L.; Santos, J. E.; Kageyama, P. Y. & Hardt, E. 2004. Florística e fitossociologia dos estratos arbustivo e arbóreo de um remanescente de cerradão em uma unidade de conservação do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica** **27** (3): 533-544.

- Pires, J. M. & Prance, G. T. 1977. The Amazon Forest: a natural heritage to be preserved. Pp.158-194. In: Prance, G.T. & Elias, T. S. **Extinction is forever**. New York Botanical Garden, New York.
- Polhill, R. M.; Raven, P. H. & Stirton, C. H. 1981. Evolution and systematics of the Leguminosae. Pp. 1-26. In: Polhill, R. M. & Raven, P. H. **Advances in legume systematics**. Kew:Royal Botanical Gardens, part1.
- Pomianoski, D. J. W. 2005. **Perdas de solo e água no sistema agroflorestal da bracatinga (*Mimosa scabrella* Bertham) em diferentes declividades e manejos**. Dissertação de Mestrado em Ciências do solo – Universidade Federal do Paraná. 92 p.
- Proença, C. E. B.; Munhoz, C. B. R.; Jorge, C. L.; Nóbrega, M. G. G. 2001. Listagem e nível de proteção das espécies de fanerógamas do Distrito Federal, Brasil. Pp. 89-359. In: Cavalcanti, T. B.; Ramos, A. E. **Flora do Distrito Federal, Brasil**. Brasília (DF) Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.
- Quesada, C.A., Miranda, A.C., Hodnett, M.G. et al. 2004. Seasonal and depth variation of soil moisture in a burned open savanna (campo sujo) in central Brazil. **Ecological Applications** 14 (suppl.): 33–41
- Ratter, J. A. 1971. Some notes on two types of cerradão occurring in northeastern MatoGrosso. Pp.110-112. In: M.G. Ferri. **III Simpósio Sobre o Cerrado**. São Paulo, EDUSP/ Edgard Blücher.
- Ratter, J. A.; Askew, G. P.; Montgomery, R. F. & Gifford, D. R. 1977. Observações adicionais sobre o cerradão de solos mesotróficos no Brasil central. Pp. 303-316. In: Ferri, M. G. IV Simpósio sobre o Cerrado: Bases para a Utilização Agropecuária. São Paulo, EDUSP.
- Ratter, J. A.; Askew, G. P.; Montgomery, R. F. & Gifford, D. R. 1978. Observations on forests of some mesotrophic soils in central Brazil. **Revista Brasileira de Botânica** 1:47-58.
- Ratter, J. A.; Bridgewater, S.; Atkinson, R. & Ribeiro, J. F. 1996. Analysis of the floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation II: comparison of the woody vegetation of 98 areas. **Edinburgh Journal of Botanic** 53: 153-180.
- Ratter, J. A.; Richards, P. W.; Argent, G. & Gifford D. R. 1973. Observations on the vegetation of north eastern MatoGrosso I: The woody vegetation types of the Xavantina-Cachimbo Expedition Area. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London B** 226: 449-492.

- Rawitscher, F. 1948. The water economy of the vegetation of the “campos cerrados” in southern Brazil. **Journal of Ecology** **36**: 237-268. In: Franco, A. C. 2004. Estratégias funcionais de plantas lenhosas das savanas do Brasil Central: relação ao déficit hídrico e ao regime luminoso. Pp. 173-178. In: Cabrera, H. M. (ed.) **Fisiología ecológica en plantas: Mecanismos y Respuestas a Estrés en los Ecosistemas**. EUV, Valparaíso, Chile.
- Reatto, A. & Martins, E. S. 2005. Classes de solo em relação aos controles de paisagem do bioma Cerrado. Pp. 49-59. In: Scariot, A.; Sousa-Silva, J. C. & Felfili, J. M. **Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- Reatto, A., Correia, J. R., Spera, S. T. & Martins, E. S. 2008. Solos do bioma Cerrado: aspectos pedológicos. Pp.107-150. In: Sano, S. M., Almeida, S. P. & Ribeiro, J. F. **Cerrado: ecologia e flora**. EMBRAPA-CPAC, Planaltina.
- Ribeiro, J. F. & Haridasan, M. 1984. Comparação fitossociológica de um cerrado denso e um cerradão em solos distróficos no Distrito Federal. In: **Anais do 35º Congresso Nacional Botânica**, Manaus.
- Ribeiro, J. F. & Walter, B. M. T. 2008. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. Pp.151-212. In: S. M. Sano; S. P. Almeida & J. F. Ribeiro. **Cerrado: Ecologia e Flora (2)**. Embrapa cerrados/Embrapa Informação Tecnológica. Brasília, DF.
- Ribeiro, J. F. & Walter, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: Sano, S. M. & Almeida, S. P. **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. Pp. 89-152.
- Ribeiro, J. F.; Sano, S. M.; Macedo, J.; Silva, J. A. 1983. Os principais tipos fisionômicos da região dos cerrados. **Boletim de Pesquisas** **21**. EMBRAPA-CPAC, Planaltina-DF.
- Ribeiro, J. F.; Bridgewater, S.; Ratter, J. A. & Souza-Silva, J. C. 2005. Ocupação do bioma Cerrado e conservação da sua diversidade vegetal. Pp. 385-399. In: Scariot, A.; Souza-Silva, J. C. & Felfili, J. M. **Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- Rizzini, C. T. 1979. **Tratado de fitogeografia do Brasil - aspectos sociológicos e florísticos (2)**. Editora HUCITEC / EDUSP. São Paulo, SP.
- Romero, R. & Martins, A. B. 2002. Melastomataceae do Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **25**: 19-24.

- Ruggiero, P. G. C. & Pivello, V. R. 2005. Pp. 173-188. CAP 13 - O Solo e a Comunidade Vegetal. In: Pivello, V. R. & Varanda, E. M. O Cerrado Pé-de-Gigante (Parque Estadual de Vassununga, SP) - Ecologia e Conservação. São Paulo, Secretaria de Estado do Meio Ambiente.
- Ruggiero, P. G. C.; Batalha, M.A.; Pivello, V. R. & Meireles, S. T. 2002. Soil-vegetation relationships in cerrado (Brazilian savanna) and semideciduous forest, Southeastern Brazil. **Plant Ecology** **160**: 1-16.
- Sano, E. E.; Rosa, R.; Brito, J. L. S. & Ferreira, L. G. 2010. Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment** **166**:113-124.
- Sarmiento, T. R. & Silva Júnior, M. C. 2009. Comunidades lenhosas no cerrado sentido restrito em duas posições topográficas na estação ecológica do Jardim Botânico de Brasília, DF, Brasil. **Rodriguésia** **60** (2): 277-294.
- Sarmiento, G. 1984. **The Ecology of Neotropical Savannas**. Harvard University Press, Cambridge.
- Sasaki, R. M.; Rodoni, J. N.; Zaidan, L. B. P. & Felipe, G. M. 1999. Number of buried seeds and seedlings emergence in cerradão, cerrado and gallery Forest soil sat Pedregulho, Itirapina (SP), Brazil. **Revista brasileira de Botânica** **22** (2): 147-152.
- Sato, M. N. 2003. Efeito a longo prazo de queimadas na estrutura da comunidade de lenhosas da vegetação do cerrado sensu stricto. Tese de Doutorado, Universidade de Brasília, Brasília, Brasil.
- Schubart, O. & Rawitscher, F. K. 1950. Notas sobre o movimento de água subterrânea de Emas. Bol. Fac. Filos. Cienc. Univ. São Paulo, 109, Botânica 8: 69-73. In: Goodland, R. & Ferri, M. G. 1979. **Ecologia do Cerrado**. Ed. Itatiaia, Belo Horizonte, MG.
- SEMARH. 2004. Prevenção e combate aos incêndios florestais em Unidades de Conservação. Caderno Técnico. Brasília. Pp. 96. In: Heringer Salles, A. **Sociedade Amigos do Jardim Botânico de Brasília**. 2007. Jardim Botânico de Brasília: diversidade e conservação. Dupligráfica Editora LTDA, Brasília, pp. 355.
- Shapiro, S. S. & Wilk, M. B. 1965. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika** **52**: 591-611.
- Silva Júnior, M. C. 2004. Fitossociologia e estrutura diamétrica da mata de galeria do Taquara, na Reserva Ecológica do IBGE, DF. **Revista Árvore** **28** (3): 419-428.

- Silva Júnior, M. C. 2005. Fitossociologia e estrutura diamétrica na mata de galeria do córrego Pitoco, na Reserva Ecológica do IBGE, DF. **Revista Cerne** 11 (2): 147-15.
- Silva, J. S. & Felfili, J. M. 2008. Floristic composition of the conservation unit “ARIE do cerrado” in the Federal District, Brazil. **IX Simpósio Nacional Cerrado**.
- Silva, J. S. 2009. **Diversidade alfa, florística e fitossociológica na ARIE do cerrado na APA Gama e Cabeça de Veado. DF**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília.
- Silva, L. O.; Costa, D. A.; Espírito Santo Filho, K. D.; Ferreira, H. D. & Brandão, D. 2002. Levantamento florístico e fitossociológico em duas áreas de cerrado sensu stricto no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, Goiás. **Acta Botanica Brasilica** 16(1): 43-53.
- Silveira, F. A. L. 2011. **Ecofisiologia evolutiva de sementes de Melastomataceae de campos rupestres**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais Instituto de Ciências Biológicas Departamento de Botânica.
- Solorzano, A. 2011. **Análise fitogeográfica do cerrado: conexões florísticas, padrões estruturais, relações ecológicas e modelagem de sua distribuição potencial**. Brasília: Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília. Tese de Doutorado.
- Solorzano, A.; Pinto, J. R. R.; Felfili, J. M. & Hay, J. D. V. 2012. Perùl florístico e estrutural do componente lenhoso em seis áreas de cerrado ao longo do bioma Cerrado. **Acta Botanica Brasilica** 26 (2): 328-341.
- Teixeira, M. I. J. G.; Araujo, A. R. B.; Valeri, S. V. & Rodrigues, R. R. 2004. Florística e fitossociologia de área de cerrado s.s. no município de Patrocínio Paulista, nordeste do estado de São Paulo. **Bragantia** 63 (1): 1-11.
- Walter, B. M. T. & Ribeiro, J. F. 2010. Diversidade fisionômica e o papel do fogo no bioma Cerrado. Pp. 59-76. In: Miranda, H. S. **Efeitos do regime de fogo sobre a estrutura de comunidades de Cerrado: Projeto Fogo**. Brasília: IBAMA.
- Walter, B. M. T. 2006. **Fitofisionomias do bioma Cerrado: síntese terminológica e relações florísticas**. Brasília: Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília. Tese de Doutorado.