

Universidade de Brasília

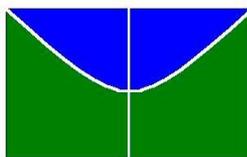
**Instituto de Ciências Biológicas  
Departamento de Botânica  
Programa de Pós-Graduação em Botânica**

**Comunidades lenhosas de cerrado sentido restrito na Serra  
Dourada em dois substratos**

Sabrina do Couto de Miranda

Brasília

2008



Universidade de Brasília

**Instituto de Ciências Biológicas  
Departamento de Botânica  
Programa de Pós-Graduação em Botânica**



Dissertação apresentada ao Departamento de Botânica do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Botânica.

Brasília, julho de 2008.

**Comunidades lenhosas de cerrado sentido restrito na Serra Dourada em  
dois substratos**

Aprovado por:

---

Dr. Manoel Cláudio da Silva Júnior  
Departamento de Engenharia Florestal  
Universidade de Brasília – UnB  
Presidente da Banca Examinadora  
(Orientador)

---

Dr. Eddie Lenza  
Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT  
Membro Titular da Banca

---

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

---

Dra. Cássia Beatriz Rodrigues Munhoz  
Universidade Católica de Brasília – UCB  
Membro Suplente

Brasília, 28 de julho de 2008.

“Às pessoas que têm bom coração, que não tem medo de se expor, àqueles que lutam por seus direitos, àqueles que acreditam que são bons e não deixam que ninguém prove o contrário...”

Dedico!

## **Agradecimentos**

Agradeço,

Primeiramente a Deus, ser supremo onipresente, onisciente e onipotente. Obrigada senhor por ter me guiado, iluminado e protegido durante estes 24 meses que estive envolvida pelo mestrado. Te agradeço sempre, pois sem ti nada disso seria possível!

Aos meus pais, Carlos Lúcio Bernardes de Miranda e Marina do Couto de Miranda, que são as pessoas mais importantes na minha vida, simplesmente porque me deram a vida!!! Sou grata a vocês dois por tudo, pelo amor, pela confiança, pela educação, pelos ensinamentos morais, enfim, AMO VOCÊS.

Aos meus irmãos, Carlúcio do Couto de Miranda e François do Couto de Miranda, que indiretamente sempre me apoiaram e fazem parte de todas as minhas conquistas.

À minha querida avó paterna, Vó Tota, que sempre me motivou e esteve ao meu lado. Vó obrigada por tudo!!!

Ao Plauto Simão De-Carvalho, meu “namorado”, meu eterno amor! Te agradeço pela atenção, carinho, amor, companheirismo, amizade, doação, estímulos, choro, risos, por tudo. Te amo demais e você sabe disso. Sem você nada do que estou concretizando seria realidade.

Ao Manoel Cláudio da Silva Júnior, meu orientador e querido amigo. Você foi o maior presente que ganhei no mestrado. Obrigada pelo carinho, atenção, amizade, confiança, motivação, enfim por tudo!!! Ah!! Obrigada principalmente por ter compartilhado deste grande desafio. Hoje podemos dizer que “desbravamos o superpreendente cerrado rupestre”.

À Kadja Milena Gomes Bezerra, grande amiga. Tenho certeza que nossa amizade será eterna. Obrigada pela convivência, alegria, pelos inúmeros sorrisos e por ter tornado tudo mais agradável. Te adoro e conte comigo sempre!!!

À Carolyn Proença, minha orientadora de coração. Obrigada pela ajuda nas horas difíceis, por ter estado ao nosso lado em todos os momentos, pela confiança e por ter sido AMIGA.

À Lucia Helena Soares e Silva, minha também orientadora de coração. Obrigada pelo carinho, atenção e tão prestativa ajuda nos meus momentos mais difíceis...

Ao Professor Torres que nos acolheu tão carinhosamente na Embrapa Hortaliças durante a disciplina de Hormônios Vegetais. Obrigada pela força, amizade e incentivo.

Ao José Roberto Rodrigues Pinto pela motivação, estímulo e auxílio em campo. Zé, obrigada pelas, tão válidas, sugestões durante todo o processo de construção desta dissertação e também pela amizade. Você faz parte de tudo isso... Ah! Te devo uma caixa de canetas...

À Cássia Munhoz por ter aceitado participar desde a defesa do projeto até a dissertação final e por todas as sugestões que foram importantíssimas para obtenção deste resultado final. Obrigada!

Aos alunos de graduação que me acompanharam em campo e me prestaram estimada ajuda: Leandro, Daniel, Felipe, Jorge, Tacumã e Grabriel. E também à Camila e ao João que me acompanharam na primeira excursão de campo.

À Aryanne Gonçalves Amaral pela ajuda nas primeiras excursões de campo e pelas muitas conversas agradáveis que tivemos.

À Sueli Maria Gomes pela amizade, auxílio e motivação durante a disciplina de Tópicos Especiais em Anatomia. E também por fazer parte do meu primeiro artigo Qualis “A”. Valeu Sueli!!!

Aos meus colegas de turma no mestrado especialmente à Maria do Desterro que sempre nos deu a maior força. Valeu Maria!!!

Aos colegas de outras turmas (mestrado e doutorado): Fábio “Poleiro”, Maria Raquel “Eryngium”, Dani “Passarinhos”, Zan “B. basiloba”, Gisele “Gergelim”, Luciano “Araceae”, Nádia “Anatomia”, Carminha “Caatinga” e Fabrício “Mata Seca”. Gente, obrigada pela amizade e apoio!

À Luciana Vieira de Paiva e Leonardo França pela amizade, carinho, atenção e companhia durante os meses que moramos juntos. Vocês são muito especiais e quero que nossa amizade seja eterna.

Ao Fábio Júlio, primeira “carinha amiga” que encontramos na UnB, obrigada amigão pela ajuda nos primeiros meses de Brasília.

Ao Herbário que foi nossa “casa” nesta estapa final. Sofrida, mas também tão engraçada.

Aos Zés (do Carmo e Aires) que nos ajudaram durante as disciplinas de Botânica de Campo e Sistemática de Angiospermas.

À Rosinha pela companhia e risos, principalmente com a criação do “estranho!!!”.

À Flavinha da “Secretaria” que no período que esteve trabalhando na Botânica nos ajudou imensamente a superar os tempos de caos!!!

Ao Ademar da “Secretaria” que sempre se mostrou muito prestativo e atencioso.

Ao Iriode da “Secretaria da Ecologia” que apesar de ser de outro departamento sempre nos motivou e ajudou.

Ao Rafael da “Secretaria da Graduação” que quebrou vários galhos durante nossa estadia aqui na Botânica.

Ao Jander Mendes, proprietário da “Estância Quinta da Serra”, por ter permitido desenvolver este estudo em sua propriedade e também por ter nos acolhido e apoiado.

À CAPES pela concessão da bolsa de mestrado e por acreditar no desenvolvimento científico deste país!

À todos que passaram na minha vida durante estes 24 meses que estive em Brasília. Posso garantir que passaram pessoas ótimas e maravilhosas que não vou esquecer jamais. Porém, como nem tudo são flores, passaram pessoas ruins que me fizeram sofrer muito num primeiro momento, mas hoje percebo que no fundo estas pessoas me ajudaram a “crescer”. Então obrigada a todos!!!

Assim, agradeço de coração a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, meu muito obrigada!!!

## Sumário

<b>Índice de Figuras</b> .....	x
<b>Índice de Tabelas</b> .....	xii
<b>Lista de Abreviações</b> .....	xiii
<b>Resumo Geral</b> .....	xiv
<b>General Abstract</b> .....	xv
<b>Introdução Geral</b> .....	1
<b>Revisão Bibliográfica</b> .....	3
1.0 Savanas Tropicais.....	3
2.0 Cerrado.....	5
3.0 Cerrado sentido restrito.....	6
<b>Capítulo 1: Estrutura e diversidade da vegetação lenhosa de cerrado rupestre na Serra Dourada, Goiás</b> .....	11
Resumo.....	11
1.0 Introdução.....	12
2.0 Material e Métodos .....	13
2.1 Descrição da Área de Estudo.....	13
2.2 Amostragem.....	18
2.3 Análise de Dados.....	19
3.0 Resultados e discussão.....	20
3.1 Composição florística.....	20
3.2 Estrutura fitossociológica.....	26
3.3 Distribuição dos indivíduos em classes de diâmetros e alturas.....	32
3.4 Conclusões.....	36
<b>Capítulo 2: Estrutura e diversidade da vegetação lenhosa de cerrado típico sobre Cambissolo na Serra Dourada, Goiás</b> .....	38
Resumo.....	38
1.0 Introdução.....	39
2.0 Material e Métodos.....	40
2.1 Descrição da Área de Estudo.....	40
2.2 Amostragem.....	41
2.3 Análise de Dados.....	41
3.0 Resultados e discussão.....	42
3.1 Composição florística.....	42

3.2 Estrutura fitossociológica.....	47
3.3 Distribuição dos indivíduos em classes de diâmetros e alturas.....	52
3.4 Conclusões.....	56
<b>Capítulo 3: Comparação entre duas áreas de cerrado sentido restrito sobre dois substratos na Serra Dourada, Goiás.....</b>	<b>58</b>
Resumo.....	58
1.0 Introdução.....	59
2.0 Material e Métodos.....	59
2.1 Descrição das Áreas de Estudo.....	59
2.2 Amostragem da Vegetação.....	60
2.3 Coleta e Análise dos Solos.....	61
2.4 Análise de Dados.....	61
3.0 Resultados e discussão.....	62
3.1 Composição florística, Diversidade e Estrutura.....	62
3.2 Similaridade entre áreas.....	67
3.3 Solos.....	69
3.4 Classificação e Ordenação da Vegetação.....	74
3.5 Ordenação das Variáveis Químicas dos Solos.....	76
3.6 Conclusões.....	80
<b>Referências Bibliográficas.....</b>	<b>81</b>

## Índice de Figuras

### Capítulo 1

- Figura 1:** Distribuição da área *core* do Cerrado no Brasil e localização da Serra Dourada e Estância Quinta da Serra no Estado de Goiás, Brasil. ....15
- Figura 2:** Visão geral do Espigão da Serra Dourada, Goiás. Em detalhe no primeiro plano a mata de galeria na base da serra e ao fundo o cerrado rupestre. Pontos mais claros no alto da serra são locais de “rocha nua” .....16
- Figura 3:** Vista do substrato com destaque aos afloramentos rochosos na área de cerrado rupestre na Estância Quinta da Serra, Serra Dourada, Goiás.....17
- Figura 4:** Curva espécie-área representando o número de espécies lenhosas (54) amostradas em relação ao aumento do número de parcelas (10) em cerrado rupestre na Estância Quinta da Serra, Mossâmedes, Goiás.....25
- Figura 5:** Distribuição do número de indivíduos lenhosos vivos por família amostradas em cerrado rupestre na Estância Quinta da Serra, Mossâmedes, Goiás.....29
- Figura 6:** Distribuição em classes de diâmetro dos indivíduos lenhosos vivos amostrados em cerrado rupestre na Estância Quinta da Serra, Mossâmedes, Goiás.....33
- Figura 7:** Distribuição diamétrica das espécies lenhosas com maiores densidades amostradas em cerrado rupestre na Estância Quinta da Serra, Mossâmedes, Goiás.....34
- Figura 8:** Distribuição em classes de diâmetros dos indivíduos mortos em pé amostrados em cerrado rupestre na Estância Quinta da Serra, Mossâmedes, Goiás.....35
- Figura 9:** Distribuição em classes de altura dos indivíduos lenhosos amostrados em cerrado rupestre na Estância Quinta da Serra, Mossâmedes, Goiás.....36

### Capítulo 2

- Figura 1:** Visão panorâmica do Espigão da Serra Dourada-Goiás. Em primeiro plano, na base da serra, a fitofisionomia de cerrado típico sobre Cambissolo.....40
- Figura 2:** Destaque à superfície pedregosa e cascalhenta do Cambissolo associado a cerrado típico na Estância Quinta da Serra, Mossâmedes, Goiás.....41
- Figura 3:** Curva espécie-área representando o número de espécies lenhosas (85) amostradas em relação ao aumento do número de parcelas (10) em cerrado típico sobre Cambissolo na Estância Quinta da Serra, Mossâmedes, Goiás.....46

<b>Figura 4:</b> Distribuição do número de indivíduos lenhosos vivos ( $Db_{30cm} \geq 5cm$ ) por família amostrados em cerrado típico sobre Cambissolo, na Estância Quinta da Serra, Mossâmedes, Goiás.....	50
<b>Figura 5:</b> Distribuição em classes de diâmetro dos indivíduos lenhosos vivos amostrados em cerrado típico sobre Cambissolo na Estância Quinta da Serra, Mossâmedes, Goiás.....	53
<b>Figura 6:</b> Distribuição diamétrica das espécies mais densas amostradas em cerrado típico sobre Cambissolo na Estância Quinta da Serra, Mossâmedes, Goiás.....	54
<b>Figura 7:</b> Distribuição em classes de diâmetros dos indivíduos mortos em pé amostrados no cerrado típico sobre Cambissolo na Estância Quinta da Serra, Mossâmedes, Goiás.....	55
<b>Figura 8:</b> Distribuição em classes de altura dos indivíduos lenhosos vivos ( $Db_{30cm} \geq 5cm$ ) amostrados no cerrado típico sobre Cambissolo na Estância Quinta da Serra, Mossâmedes, Goiás.....	56

### Capítulo 3

<b>Figura 1:</b> Classificação pelo método TWINSpan das 20 parcelas amostradas em duas áreas de cerrado sentido restrito sobre dois substratos na Estância Quinta da Serra, Serra Dourada, Goiás.....	74
<b>Figura 2:</b> Posicionamento nos eixos de ordenação (DCA) para as 20 parcelas amostradas em duas áreas de cerrado sentido restrito sobre dois substratos na Estância Quinta da Serra, Serra Dourada, Goiás.....	76
<b>Figura 3: A</b> - Componentes principais de 14 variáveis químicas obtidas a partir de 20 amostras compostas da camada superficial do solo (0-15 cm); <b>B</b> - Correlação entre os principais eixos de ordenação da PCA e as 20 amostras compostas de solo obtidas de parcelas amostradas em duas áreas de cerrado sentido restrito sobre dois substratos na Estância Quinta da Serra, Serra Dourada, Goiás.....	79

## Índice de Tabelas

### Capítulo 1

<b>Tabela 1:</b> Composição florística da vegetação lenhosa amostrada em cerrado rupestre na Estância Quinta da Serra, Mossâmedes, Goiás.....	22
<b>Tabela 2:</b> Riqueza, diversidade, densidade e área basal para 23 áreas de cerrado sentido restrito sobre diferentes tipos de solos.....	24
<b>Tabela 3:</b> Parâmetros fitossociológicos da vegetação lenhosa amostrada em cerrado rupestre na Estância Quinta da Serra, Mossâmedes, Goiás.....	28

### Capítulo 2

<b>Tabela 1:</b> Composição florística da vegetação lenhosa amostrada em cerrado típico sobre Cambissolo na Estância Quinta da Serra, Mossâmedes, Goiás.....	43
<b>Tabela 2:</b> Riqueza, diversidade, densidade e área basal para 23 áreas de cerrado sentido restrito sobre diferentes tipos de solos.....	45
<b>Tabela 3:</b> Parâmetros fitossociológicos da vegetação lenhosa amostrada em cerrado típico sobre Cambissolo na Estância Quinta da Serra, Mossâmedes, Goiás.....	48

### Capítulo 3

<b>Tabela 1:</b> Frequência das espécies amostradas em duas áreas de cerrado sentido restrito sobre dois substratos na Estância Quinta da Serra, Serra Dourada, Goiás.....	64
<b>Tabela 2:</b> Índices de similaridade de Sørensen (acima da diagonal) e Czekanowski (abaixo da diagonal) entre as 20 parcelas amostradas em duas áreas de cerrado sentido restrito sobre dois substratos na Estância Quinta da Serra, Serra Dourada, Serra Dourada, Goiás.....	68
<b>Tabela 3:</b> Variáveis químicas e físicas de 20 amostras de solo superficial (0-15 cm) coletadas em duas áreas de cerrado sentido restrito sobre dois substratos na Estância Quinta da Serra, Serra Dourada, Goiás.....	70
<b>Tabela 4:</b> Matriz de correlação entre as variáveis químicas do solo de duas áreas de cerrado sentido restrito sobre dois substratos na Estância Quinta da Serra, Serra Dourada, Goiás.....	77

## Lista de Abreviações

---

SIGLA	
APA	Área de Preservação Ambiental
BA	Bahia
DF	Distrito Federal
E. E.	Estação Ecológica
FLONA	Floresta Nacional
GO	Goiás
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
JBB	Jardim Botânico de Brasília
MT	Mato Grosso
MG	Minas Gerais
PARNA	Parque Nacional
RECOR	Reserva Ecológica

---

## Resumo Geral

Cerrado sentido restrito é a fisionomia predominante no Cerrado e ocorre associado a diversos tipos de substratos, dentre estes Neossolos Litólicos e Cambissolos. Neste trabalho foram estudadas áreas de cerrado rupestre e cerrado típico sobre Cambissolo localizadas na Serra Dourada, Mossâmedes-GO. Em cada área locou-se dez parcelas de 20 m x 50 m, onde todos os indivíduos lenhosos com  $Db_{30cm} \geq 5$  cm foram amostrados, inclusive mortos em pé. No total foram encontradas 101 espécies, 54 no cerrado rupestre e 85 no cerrado típico sobre Cambissolo, a diversidade foi 3,13 nats.ind<sup>-1</sup> e 3,65 nats.ind<sup>-1</sup>, respectivamente. Valores que ficaram dentro da faixa de variação encontrada para o cerrado no Brasil Central e refletem a alta diversidade florística e distribuição equitativa dos indivíduos nas duas áreas. No cerrado rupestre a densidade total foi 1.137 ind.ha<sup>-1</sup> e a área basal total 7,085 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> e no cerrado típico sobre Cambissolo estas estimativas foram 1.036 ind.ha<sup>-1</sup> e 9,690 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. De modo geral, as áreas apresentaram pequenas diferenças estruturais, porém quando desconsidera-se os indivíduos mortos em pé o cerrado rupestre mostrou-se mais denso e o cerrado típico sobre Cambissolo com maior área basal. Os índices de Sørensen e Czekanowski mostraram dissimilaridades florísticas e estruturais entre as duas áreas. Os dois cerrados apresentaram solos distróficos, álicos e com baixa capacidade de troca catiônica. As análises multivariadas foram importantes, pois evidenciaram as diferenças florístico-estruturais entre as duas áreas (TWINSPAN e DCA), além disso auxiliaram no entendimento da distribuição de algumas espécies na área de estudo (PCA).

**Palavras-chave:** cerrado, estrutura, diversidade, análises multivariadas, Serra Dourada.

## General Abstract

Cerrado *sensu stricto* is the major physiognomy in Cerrado and occur associated with many soil types, like Litosols and Cambisols. We studied cerrado *sensu stricto* on rocky soils and cerrado *sensu stricto* over Cambisols localized in Serra Dourada, Mossâmedes in Goiás state. On each area there were established ten plots of 20 m x 50 m, where all the woody specimens with  $Db_{30cm} \geq 5$  cm were sampled, included the dead individuals not fallen. There were sampled the total 101 species, 54 from cerrado on rocky soils and 85 from Cambisols, the diversity was 3,13 nats.ind<sup>-1</sup> and 3,65 nats.ind<sup>-1</sup>, respectively. Those numbers are inside the variation range normally found to cerrado in Central Brazil and reflects the high floristic diversity and the equal distribution of the individuals at the two areas. In cerrado on rocky soils the total density was 1.137 ind.ha<sup>-1</sup> and the total basal area was 7,085 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>. In general the areas showed small structural differences, although when considering the dead individuals the cerrado on rocky soils is denser and Cambisols showed higher basal area. Sørensen and Czekanowski index showed floristic and structural dissimilarity between the two areas. Both cerrados showed dystrophic soils, high saturation of aluminium and small cationic change capacity. The multivariate analyses were important showing the floristic-structure differences between the two areas (TWINSPAN and DCA), furthermore were helpful to understand the distribution of some species inside the studied area.

**Key words:** cerrado, structure, diversity, multivariate analysis, Serra Dourada.

## Introdução Geral

O Cerrado ocorre principalmente na região central do Brasil, em altitudes que variam de 300 m a 1.600 m, geralmente em solos profundos, onde a sazonalidade climática é um dos fatores determinantes (Furley 1999). Trata-se de um complexo vegetacional, cuja estrutura e fisionomia variam de acordo com os fatores abióticos locais (Furley & Ratter 1988; Ribeiro & Walter 1998).

O bioma Cerrado é um dos mais ricos e diversos do mundo (Lewinsohn & Prado 2002; Felfili *et al.* 2004), possui riqueza biológica estimada em 160 mil espécies de plantas, fungos e animais (Ratter *et al.* 1997). Dados atuais mostraram que sua flora vascular é constituída por mais de 11.000 espécies fanerogâmicas (Walter 2006). Apesar da elevada biodiversidade, o Cerrado passa, ao longo das últimas décadas, por rápido processo de degradação ambiental, sendo considerado um dos 34 *hotspots* mundiais (Mittermeier *et al.* 2005; Ribeiro *et al.* 2005).

A paisagem do Cerrado apresenta formações campestres, savânicas e florestais dependendo da co-existência e densidade dos estratos arbóreo e herbáceo. As formações savânicas reúnem quatro tipos fitofisionômicos principais: cerrado sentido restrito, parque de cerrado, palmeiral e vereda (Ribeiro & Walter 1998). Dentre estas, o cerrado sentido restrito é a fitofisionomia predominante no bioma (Felfili & Silva Júnior 1993). Esta fitofisionomia caracteriza-se por árvores e arbustos de pequeno porte, tortuosos, irregularmente ramificados e com adaptações morfo-fisiológicas para sobrevivência à seca e ao fogo (Ribeiro & Walter 1998; Furley 1999).

A classificação de Ribeiro & Walter (1998) subdivide o cerrado sentido restrito em denso, típico, ralo e rupestre de acordo com a cobertura arbórea e com o substrato onde ocorre. O cerrado rupestre se desenvolve em ambientes rochosos (Ribeiro & Walter 1998), já os demais tipos podem ocorrer associados aos Latossolos, Cambissolos e Neossolos Quartzarênicos (Reatto *et al.* 1998).

O cerrado rupestre geralmente ocorre em Neossolos Litólicos (Embrapa 1999), que são rasos, pouco evoluídos, associados a muitos afloramentos rochosos de arenito e quartzito, e normalmente ocorrem em áreas com relevo ondulado até montanhoso (Reatto & Martins 2005). Estima-se que o solo litólico ocorra em 7,3% da área do Cerrado e tenha como vegetação natural predominante o campo rupestre e o cerrado rupestre (Dias 1992; Reatto *et al.* 1998).

Nos Neossolos Litólicos o sistema radicular encontra dificuldade para penetração, assim o estabelecimento das espécies arbóreas ocorre principalmente entre as fendas das

rochas onde é maior o volume de substrato acumulado (Ribeiro & Walter 1998; Reatto *et al.* 1998; Romero 2002; Miranda *et al.* 2004). A vegetação do cerrado rupestre é caracterizada por espécies arbustivo-arbóreas entre dois e quatro metros, cobertura arbórea variando entre 5% e 20% e estrato subarbustivo-herbáceo com espécies das famílias Bromeliaceae, Cactaceae, Apiaceae, entre outras (Ribeiro & Walter 1998; Romero 2002).

No cerrado sentido restrito, de modo geral, vários fatores influenciam a densidade arbórea, o solo está entre os principais condicionantes abióticos (Ribeiro & Walter 1998; Haridasan 2007). Variações nas características edáficas são determinantes nas diferenças não só fisionômicas, mas também florísticas e fitossociológicas de uma área (Haridasan 2007).

A maioria dos estudos florísticos e fitossociológicos realizados no Cerrado foram conduzidos em áreas de cerrado sentido restrito sobre Latossolos (Felfili *et al.* 1993, 2001, 2002; Nogueira *et al.* 2001; Andrade *et al.* 2002; Assunção & Felfili 2004; Fonseca & Silva Júnior 2004; Bauduino *et al.* 2005). Há assim, pouca informação sobre a associação entre vegetação nativa de cerrado sentido restrito e outros tipos de solos como Neossolos Litólicos e Cambissolos (Haridasan 2007), focos deste estudo.

Uma das áreas pouco estudadas em Goiás é a Serra Dourada-GO. Não constam na literatura estudos fitossociológicos utilizando-se parcelas permanentes e metodologia padronizada. A serra é um importante marco geográfico para o estado e figura entre as 41 áreas prioritárias para conservação do Cerrado (Rizzo 1970; Manoel 1999; MMA 2002). Apresenta gradiente altitudinal associado com vegetação de grande potencial turístico, pouco estudada, o que também ressalta a necessidade e importância deste e outros trabalhos.

Estudos em áreas remanescentes são de extrema importância tanto para conservação quanto para apontar seu potencial em fornecer matrizes para trabalhos de revegetação de áreas de cerrado sentido restrito degradadas associadas aos Latossolos em relevo plano. Além disso, a vegetação de cerrado rupestre, em geral, apresenta bom estado de conservação, por este motivo, abriga grupos de vegetação ainda preservados e representa refúgios de floras altamente ameaçadas (Romero 2002; Oliveira & Godoy 2007).

Este trabalho testou as seguintes hipóteses:

- A composição florística no cerrado rupestre é formada por espécies de distribuição mais restrita, selecionadas pelas propriedades químicas do solo, e espécies generalistas de ampla distribuição no bioma.
- A densidade e área basal por hectare do cerrado rupestre estudado é similar ao cerrado típico sobre Cambissolo.

Os objetivos principais do presente estudo foram:

- Estudar a estrutura comunitária e a diversidade do componente lenhoso do cerrado rupestre e cerrado típico sobre Cambissolo na Serra Dourada-GO;
- Comparar a estrutura, diversidade e similaridade das comunidades de cerrado rupestre e cerrado típico sobre Cambissolo amostradas com a mesma metodologia;
- Analisar as variáveis químicas e físicas do solo das duas áreas de “cerrado sentido restrito” e compará-las.

Para tanto, foram amostradas, de forma padronizada, duas áreas com 1 ha cada utilizando-se metodologia proposta no âmbito do Projeto Biogeografia do Bioma Cerrado (Felfili *et al.* 2005). Foram analisados os parâmetros fitossociológicos convencionais (Müller-Dombois & Ellenberg 1974), diversidade alfa através do índice de Shannon & Wiener e equabilidade de Pielou (Magurran 2004) e diversidade beta pelos índices de similaridade de Sørensen e Czekanowski (Kent & Coker 1992). As parcelas e áreas comparadas foram classificadas pelo método *Two-Way Indicator Species Analysis* (Hill 1979) e ordenadas pelo *Detrended Correspondence Analysis* (Hill 1979; Gauch 1982). Além disso, foram coletadas amostras simples da camada superficial do solo (0-15 cm) para compor uma amostra composta por parcela. As análises químicas e físicas do solo foram realizadas pelo Solocria-GO. As variáveis químicas do solo e as parcelas foram ordenadas por *Principal Correspondence Analysis* (Felfili *et al.* 2007).

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

- Capítulo 1 – Estrutura e diversidade da vegetação lenhosa de cerrado rupestre na Serra Dourada, Goiás;
- Capítulo 2 – Estrutura e diversidade da vegetação lenhosa de cerrado típico sobre Cambissolo na Serra Dourada, Goiás;
- Capítulo 3 – Comparação entre duas áreas de cerrado sentido restrito sobre dois substratos na Serra Dourada, Goiás.

## **Revisão Bibliográfica**

### **1.0 Savanas Tropicais**

As savanas tropicais ocupam vasta área da superfície terrestre entre as florestas equatoriais chuvosas e a latitude média dos desertos e semi-desertos (Cole 1986). Cobrem o equivalente a 20% da superfície terrestre. São encontradas na África, Austrália, América do Sul, Índia e sudeste da Ásia. Este tipo de ecossistema ocorre em áreas com clima marcado por

forte sazonalidade onde os verões são úmidos e os invernos secos (Cole 1986; Walker 1987). Sua vegetação é caracterizada por uma contínua camada de gramíneas entremeada por árvores e/ou arbustos esparsos (Knoop & Walker 1985; Cole 1986).

A estrutura e funcionamento dos ecossistemas savânicos, bem como, as respostas morfofuncionais das plantas são diretamente influenciados pela alternância das estações seca e chuvosa, altas temperaturas anuais e presença de solos com baixa fertilidade e bem drenados (Cole 1986). As chuvas nas savanas tropicais concentram-se no verão, a média anual pode ser superior a 1.800 mm, podendo até mesmo exceder o potencial anual de evapotranspiração (Goldstein & Sarmiento 1987). Os solos, em geral, são ácidos (pH 4,7-5,0), arenosos e altamente lixiviados (Cole 1986). Além destes determinantes, atuam como fatores secundários o fogo, a herbivoria e o manejo das paisagens (Medina 1987).

A paisagem das savanas é formada por comunidades de plantas com composição florística diversa que varia enormemente entre os continentes. Pequenas variações nas condições climáticas e edáficas locais produzem diferenças nas características morfológicas e respostas fisiológicas entre espécies. Além disso, a dominância do estrato arbóreo ou herbáceo nas fitofisionomias savânicas depende principalmente da profundidade do lençol freático (Cole 1986).

Nos neotrópicos, evidências paleoecológicas, paleoambientais e biogeográficas indicam que houveram oscilações entre savanas e florestas tropicais úmidas durante o Quaternário (Furley *et al.* 1992). Florestas e savanas diferem, principalmente, na quantidade e estocagem de nutrientes. As florestas caracteristicamente contêm grandes quantidades de nutrientes ativos na biomassa e ocupam solos com moderada fertilidade. Já nas savanas poucos nutrientes são retirados da biomassa e as comunidades ocupam solos profundos e de baixa fertilidade (Kellman 1979).

Na América, as formações savânicas compreendem um mosaico vegetacional cuja densidade do estrato arbóreo varia continuamente do Centro para o Sul. Na Bolívia, Paraguai e Argentina, as savanas ocorrem sob a forma de fragmentos pequenos, geralmente nas áreas de transição com florestas (Furley 1999; Mistry 2000). No Cerrado brasileiro e nos Llanos venezuelanos e colombianos, as savanas constituem uma paisagem contínua que é interrompida por outras formações vegetacionais formando ambientes descontínuos na escala local (Mistry 2000). A distribuição da vegetação savânica no Brasil e em territórios vizinhos é explicada pela ação isolada e combinada dos fatores climáticos, pedológicos e bióticos (Cole 1986).

No Brasil fisionomias vegetais com características savânicas são chamadas de cerrado *sensu lato* (cerradão, cerrados, campo sujo e campo limpo), Pantanal e Caatinga. No cerrado *sensu lato* observa-se um gradiente de densidade arbórea que varia do cerradão, fisionomia florestal, até o campo limpo, predominantemente herbácea. O Pantanal tem sua paisagem dominada por campos úmidos e áreas encharcadas com árvores esparsas. A Caatinga inclui tanto vegetação arbórea decídua com aspectos xeromórficos no agreste, quanto arbustiva suculenta e xeromórfica no sertão nordestino (Cole 1986).

## 2.0 Cerrado

O Cerrado originalmente ocupava 22% do território brasileiro além de pequenas áreas do leste boliviano e noroeste paraguaio. Sua distribuição é altamente coincidente com a região do Planalto Central, abrangendo uma área que ocupa mais de 20° de latitude e 10° de longitude e com altitudes variando de próximas ao nível do mar até 1.800 m (Oliveira-Filho & Ratter 2002; Felfili & Silva Júnior 2005). Sua localização lhe confere grande importância, pois abriga as três maiores bacias hidrográficas da América do Sul e compõe parte do “corredor de vegetação xérica” que inclui ainda a Caatinga no nordeste brasileiro e o Chaco no Paraguai-Bolívia-Argentina e liga as duas principais áreas de floresta tropical úmida sul-americanas: Floresta Amazônica e Floresta Atlântica (Cole 1986; Felfili & Silva Júnior 2005).

A maior parte da paisagem do Cerrado é ocupada pelas fisionomias de cerrado *sensu lato* (campo limpo, campo sujo, cerrado sentido restrito e cerradão) que tem sua distribuição condicionada principalmente pela precipitação sazonal, fertilidade e drenagem do solo, regime de fogo e flutuações climáticas do Quaternário (Oliveira-Filho & Ratter 2002). Fatores estes mencionados como condicionantes principais das savanas mundiais (Furley *et al.* 1992).

A sazonalidade climática do Cerrado é expressa em duas estações bem definidas, uma seca que se estende de maio a setembro e outra chuvosa, de outubro a abril, com precipitação e temperatura médias anuais de 800 a 2.000 mm e 18° a 28° C, respectivamente (Dias 1992; Oliveira-Filho & Ratter 2002; Felfili *et al.* 2005). Os solos são na sua maioria profundos, distróficos, ácidos, com baixa disponibilidade de cálcio e magnésio e saturação por alumínio (Oliveira-Filho & Ratter 2002; Felfili & Silva Júnior 2005). O fogo é um agente perturbador na vegetação do bioma, com grande impacto na dinâmica das populações (Henriques 2005). A flora do Cerrado é adaptada ao fogo e muitas espécies dependentes deste agente. Assim, o fogo é um elemento-chave na presença de cerrado ou floresta em determinadas áreas (Oliveira-Filho & Ratter 2002).

A vegetação do Cerrado é composta por um mosaico heterogêneo de fisionomias que variam desde formações campestres até florestais formando um gradiente altura-densidade (Eiten 1972). Ribeiro & Walter (1998) descreveram onze tipos fitofisionômicos que englobam as formações florestais (mata ciliar, mata de galeria, mata seca e cerradão), savânicas (cerrado sentido restrito, parque de cerrado, palmeiral e vereda) e campestres (campo sujo, campo limpo e campo rupestre). As formações florestais podem ser divididas basicamente em dois grupos: associadas aos cursos de água em solos úmidos e de interflúvio, em solos mais férteis (Ribeiro & Walter 1998; Ratter *et al.* 2006).

As fisionomias savânicas são caracterizadas pela densidade do estrato arbustivo-arbóreo, distribuição dos indivíduos arbóreos na paisagem e pelo tipo de solo. Já as formações campestres caracterizam-se pela dominância do estrato herbáceo e são diferenciadas pela densidade de arbustos e subarbustos e pelo substrato onde se desenvolvem (Ribeiro & Walter 1998).

Esta variedade de tipos fitofisionômicos do Cerrado determina grande diversidade florística, fato que coloca sua flora como uma das mais ricas e diversas dentre as savanas mundiais (Ribeiro & Walter 1998; Felfili *et al.* 2005). Dados atuais mostram que sua flora vascular é constituída por 11.046 espécies fanerogâmicas (Walter 2006), valor acima das estimativas até então propostas para o bioma (Ratter *et al.* 2006). Apesar da elevada biodiversidade, o Cerrado passa, ao longo das últimas décadas, por rápido processo de degradação ambiental (Ribeiro *et al.* 2005), sendo considerado um dos 34 *hotspots*, áreas prioritárias para conservação da biodiversidade mundial (Mittermeier *et al.* 2005).

### **3.0 Cerrado sentido restrito**

Dentre as fitofisionomias do Cerrado, o cerrado sentido restrito é a mais extensa, ocupa cerca de 70% do bioma (Felfili & Silva Júnior 2005). É uma comunidade vegetal rica, com elevada diversidade alfa, onde poucas espécies constituem as maiores populações e a distribuição de indivíduos por espécies é desigual ao longo do bioma (Felfili *et al.* 2004; Felfili & Silva Júnior 2005).

O cerrado sentido restrito é caracterizado por árvores de pequeno porte, tortuosas, irregularmente ramificadas e com caracteres morfológicos típicos para proteção contra o fogo e a herbivoria. As árvores são distribuídas de forma aleatória e em diferentes densidades sobre o terreno. Apresenta quatro subtipos: denso, típico, ralo e rupestre (Ribeiro & Walter 1998). Este último diferencia-se dos demais principalmente pelo substrato, solos rasos e associados a afloramentos rochosos (Ribeiro & Walter 1998; Romero 2002).

Ao longo dos últimos anos aumentou consideravelmente o conhecimento sobre a estrutura das comunidades de cerrado sentido restrito associadas, principalmente, aos Latossolos (Nogueira *et al.* 2001; Andrade *et al.* 2002; Felfili *et al.* 2002, 2004; Felfili & Silva Júnior 2005). Esta é a classe mais extensa do Cerrado no Brasil Central, têm por características serem profundos, altamente intemperizados e bem drenados (Reatto *et al.* 1998; Haridasan 2005; Reatto & Martins 2005).

Características edáficas como fertilidade, variações na profundidade do solo, presença de lençol freático próximo à superfície, cascalhos e concreções no perfil resultam não apenas em diferenças fisionômicas, mas também florísticas e fitossociológicas. A maioria dos estudos sobre estrutura da vegetação de cerrado sentido restrito são de comunidades sobre Latossolos. Assim, há poucas informações sobre a associação da vegetação nativa com outras classes de solo, como Cambissolos e Neossolos Litólicos por exemplo (Haridasan 2005, 2007).

Cambissolo é a classe que cobre cerca de 3% da superfície no bioma (Reatto *et al.* 1998), ocorrem associados ao cerrado típico, cerrado ralo e campo sujo seco (Reatto & Martins 2005). São solos jovens que tem como principal característica diagnóstica horizonte B incipiente. Geralmente estão associados a relevos mais movimentados, podem ser desde rasos a profundos, atingindo entre 0,2 m e 1 m de profundidade, a drenagem varia de acentuada a imperfeita. Além disso, muitas vezes apresentam cascalhos ou pedregosidade no perfil (Reatto & Martins 2005; IBGE 2007).

Os Neossolos Litólicos são encontrados associados às fitofisionomias de campo rupestre e cerrado rupestre. O campo rupestre é caracterizado por estrato herbáceo-arbustivo predominante, com os indivíduos distribuídos em mosaicos e alta proporção de espécies endêmicas (Romero 2002; Conceição & Pirani 2005). O cerrado rupestre caracteriza-se por espécies arbustivo-arbóreas, com altura média de dois a quatro metros, cobertura arbórea entre 5% e 20% e estrato subarbustivo-herbáceo característico (Ribeiro & Walter 1998; Romero 2002).

Os Neossolos são encontrados com baixa representatividade espacial em praticamente todas as regiões do Brasil, ou seja, ocorrem de forma dispersa em áreas como planícies à margem dos córregos e rios e nos relevos muito acidentados (IBGE 2007). No Cerrado, estima-se que os Neossolos Litólicos ocorram em 7,3% de sua área. Denominados na classificação antiga de Litólicos, os Neossolos Litólicos são pouco evoluídos, com horizonte

A assentado diretamente sobre a rocha ou sobre horizonte C pouco espessado e associado a afloramentos rochosos (Reatto *et al.* 1998; Reatto & Martins 2005).

Por serem rasos, os Neossolos Litólicos dificultam a penetração do sistema radicular, por isso, o estabelecimento das espécies arbóreas ocorre, principalmente, nas fendas das rochas onde é maior o volume de substrato acumulado (Ribeiro & Walter 1998; Reatto *et al.* 1998; Romero 2002; Miranda *et al.* 2004). Os ambientes rochosos apresentam características peculiares como relevo movimentado, alta luminosidade, severidade climática e escassez de água que proporcionam diferentes possibilidades para o estabelecimento das plantas (Oliveira-Filho & Fluminhan-Filho 1999; Conceição & Pirani 2005).

A vegetação de cerrado rupestre apresenta peculiaridades que lhe confere características estruturais únicas. Um dos estudos básicos para o conhecimento de comunidades é a fitossociologia, que estuda as comunidades vegetais quanto à origem, estrutura, classificação e relações com o meio abiótico (Felfili & Rezende 2003). Levantamentos fitossociológicos são fundamentais para a compreensão dos padrões biogeográficos dos biomas. Trabalhos desta natureza fornecem, além da composição florística, as relações quantitativas entre os *taxa* e a estrutura horizontal e vertical da comunidade (Sylvestre & Rosa 2002).

Poucos são os estudos tratando da estrutura da vegetação lenhosa de cerrado rupestre, localizados no Planalto Central brasileiro como, o desenvolvido por Manoel (1999) que analisou a composição florística, a fitossociologia e o estado nutricional da vegetação arbórea de cerrado rupestre e cerrado ralo na Serra Dourada-GO. Os dados mostraram que as duas comunidades diferiram principalmente quanto à composição florística, sendo o cerrado rupestre mais diverso. Quanto à estrutura, a autora comenta que o cerrado rupestre apresentou altura média maior, porém menores valores de densidade e área basal média em relação ao cerrado ralo. Pelo fato do cerrado ralo apresentar o dobro de alumínio em relação ao cerrado rupestre, as espécies acumuladoras de alumínio tiveram maior importância nesta fisionomia.

Na Fazenda Sucupira-DF, Amaral *et al.* (2006) estudaram a fitossociologia da vegetação lenhosa de cerrado rupestre em dois estratos: topo do morro e encosta. Os valores de riqueza e diversidade ficaram dentro dos intervalos normalmente encontrados para áreas de cerrado sentido restrito no Distrito Federal, Goiás e Minas Gerais (Felfili *et al.* 1994; Felfili & Silva Júnior 1993, 2001). Os valores de densidade, área basal e altura foram menores que os encontrados na maioria dos estudos da região, segundo as autoras, os afloramentos rochosos limitam o desenvolvimento do estrato arbóreo. O índice de Sørensen mostrou baixa similaridade florística entre as parcelas dos dois estratos, provavelmente devido à

heterogeneidade na profundidade do solo. As espécies da área parecem não ter preferências relacionadas à variação no terreno, visto que não houve relação entre a similaridade florística entre as parcelas e suas posições na área – topo e encosta.

Na Serra de Caldas Novas-GO, Lima (2006) encontrou valores de riqueza e diversidade da comunidade lenhosa semelhantes aos encontrados em outras áreas de cerrado sentido restrito. Porém, devido à dominância de indivíduos de *Sclerolobium paniculatum* Vogel com porte avantajado, os valores de densidade ( $1.357 \text{ ind. ha}^{-1}$ ) e área basal ( $12,39 \text{ m}^2. \text{ha}^{-1}$ ) ficaram acima daqueles normalmente encontrados em áreas de cerrado sentido restrito no Planalto Central. O índice de Sørensen mostrou baixa similaridade florística entre a comunidade estudada e outras cinco áreas de cerrado rupestre no estado de Goiás, fato relacionado às diferentes condições ambientais de cada área. As espécies mais importantes neste estudo são de ampla distribuição no bioma e comuns em cerrado sentido restrito sobre Latossolo, sendo poucas preferenciais à ambientes rupestres.

Na Vila Propício-GO, Alto Paraíso de Goiás-GO e Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros-GO Felfili *et al.* (2007) estudaram a fitossociologia da vegetação lenhosa em cerrado sentido restrito sobre afloramentos rochosos. As três áreas apresentaram valores de diversidade ( $H'$ ) na mesma faixa daqueles normalmente encontrados nos cerrados do Distrito Federal e Chapada Pratinha, porém a riqueza ficou acima de 80 espécies, valor superior aos encontrados em outras áreas de cerrado sentido restrito (Felfili *et al.* 1994; Felfili & Silva Júnior 1993, 2001). As espécies *Qualea parviflora* Mart. e *Psidium myrsinoides* O. Berg estiveram entre as dez mais importantes em todas as localidades, assim podem ser consideradas como altamente adaptadas às áreas de cerrado rupestre da Chapada dos Veadeiros. A similaridade florística entre as áreas foi avaliada pelos índices de Sørensen e Czekanowski que mostraram maior dissimilaridade quanto à densidade de indivíduos entre áreas.

Na Serra dos Pireneus-GO, Moura *et al.* (2007) analisaram a estrutura comunitária do componente lenhoso em duas áreas distintas de cerrado rupestre. As áreas do Portal e Três Picos apresentaram, valores de riqueza e diversidade semelhantes aos de outras áreas de cerrado sentido restrito no Brasil Central. Apesar de se assemelharem floristicamente, técnicas de análises multivariadas mostraram que as áreas diferem quanto à densidade de indivíduos. Dentre as espécies mais importantes, comuns às duas áreas, estão *Norantea adamantium* Cambess., *Alchornea triplinervia* (Spreng.) Müll. Arg e *Clusia burchellii* Engl. típicas de áreas rupestres, assim como espécies comuns às fisionomias de cerrado, como *Byrsonima coccolobifolia* Kunth, por exemplo. Segundo os autores, características edáficas como matéria

orgânica, silte, pH, areia e alumínio influenciaram as variações florísticas e estruturais entre áreas.

A condução de novos estudos sobre as comunidades rupestres é necessária para a melhor compreensão da sua organização fitossociológica e associações com fatores ambientais. A posição geográfica destas comunidades, geralmente de difícil acesso, resulta, ainda hoje, em áreas que abrigam porções relativamente intactas da vegetação do Cerrado, com espécies endêmicas e/ou de distribuição restrita. Além disso, áreas sobre afloramentos rochosos são habitats frágeis e vêm sofrendo constante pressão urbana e agropecuária o que torna estas áreas prioritárias para conservação (Romero 2002; Oliveira & Godoy 2007). Para a Serra Dourada, localidade do presente estudo, as informações são muito limitadas, ratificando a necessidade de estudos.

## **Capítulo 1: Estrutura e diversidade da vegetação lenhosa de cerrado rupestre na Serra Dourada, Goiás.**

**Resumo** - O cerrado rupestre é a comunidade vegetal que ocupa afloramentos de arenito e quartzito em áreas de acesso relativamente difícil e, portanto, é ainda encontrado em bom estado de conservação. Ocorre na Serra Dourada-GO, Estância Quinta da Serra (16° 02' 01" S e 50° 03' 41" W), onde foi objeto do presente estudo que visa avaliar a fitossociologia e as estruturas horizontal e vertical do seu componente lenhoso. Para o inventário, foram aplicadas 10 parcelas permanentes de 20 x 50 m para a avaliação dos indivíduos com  $Db_{30cm} \geq 5$  cm, inclusive os mortos em pé. Foram encontradas 54 espécies, 43 gêneros e 25 famílias. O  $H' = 3,13$  nats.ind<sup>-1</sup>,  $J' = 0,79$ , Chao 1 = 66 e Chao 2 = 63 espécies refletem a alta diversidade florística na amostra. A densidade total foi 1.137 ind.ha<sup>-1</sup> e a área basal total foi 7,085 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>. As espécies mais importantes foram *Andira vermifuga* Mart. ex Benth, *Qualea parviflora* Mart., *Wunderlichia cruelsiana* Taub., *Anacardium occidentale* L. e *Heteropterys byrsonimifolia* A. Juss. A comparação com a fitossociologia de outras 23 áreas de cerrado sentido restrito em diferentes classes de solos estudadas com o mesmo método no Brasil Central, ressaltou diferenças florísticas e estruturais entre áreas. A distribuição dos diâmetros indicou a tendência auto-regenerativa para a comunidade, onde 96% dos indivíduos apresentaram  $Db_{30cm} < 15$  cm. O pequeno crescimento em diâmetro parece ser uma das limitações impostas aos indivíduos nestes ambientes. Os indivíduos mortos “em pé” representaram apenas 2,2% da densidade total, 2,3% da área basal total e ocorreram em 70% das parcelas, o que salienta o estado de conservação da vegetação local. O cerrado rupestre estudado é composto por espécies generalistas (38,9%), amplamente distribuídas no bioma, bem como por espécies endêmicas aos cerrados rupestres (3,7%).

Palavras-chave: vegetação rupestre, árvores, *hotspots*, conservação.

## 1.0 Introdução

O cerrado sentido restrito é uma vegetação de interflúvio caracterizada por camada herbácea predominantemente graminosa e estrato lenhoso com altura de 2 a 8 m e cobertura arbórea entre 5% e 70%. Este tipo de vegetação se desenvolve principalmente em Latossolos Vermelhos ou Amarelos, profundos, bem drenados e com teores variáveis de argila (Eiten 1972; Ribeiro & Walter 1998; Felfili 2001).

Esta fitofisionomia é subdividida em cerrado denso, típico, ralo e rupestre de acordo com a cobertura arbórea e com o substrato onde ocorrem. O cerrado rupestre ocorre em ambientes com afloramentos rochosos (Ribeiro & Walter 1998), os Neossolos Litólicos, rasos, pouco evoluídos, com horizonte A assentado diretamente sobre a rocha ou sobre o horizonte C pouco espessado (Embrapa 1999).

Os Neossolos Litólicos ocorrem em áreas de relevo ondulado até montanhoso com afloramentos de arenito e quartzito (Reatto & Martins 2005). Estima-se que os Neossolos Litólicos ocorram em cerca de 7,3% da área do bioma e seja colonizado, predominantemente, pelo cerrado rupestre e campo rupestre, fitofisionomia predominantemente herbáceo-arbustiva associada a afloramentos rochosos e áreas elevadas de serras (Dias 1992; Reatto *et al.* 1998; Conceição & Pirani 2007).

Nestes solos o sistema radicular encontra obstáculos para penetração, assim o estabelecimento dos indivíduos arbóreos ocorre principalmente nas frestas das rochas onde um maior volume de substrato se acumula (Ribeiro & Walter 1998; Reatto *et al.* 1998; Romero 2002; Miranda *et al.* 2004). A vegetação no cerrado rupestre é caracterizada por espécies arbustivo-arbóreas, com altura média de dois a quatro metros, cobertura arbórea entre 5% e 20% e estrato subarbustivo-herbáceo esparsos e com espécies típicas (Ribeiro & Walter 1998; Romero 2002).

A maioria dos estudos florísticos e fitossociológicos realizados no Cerrado foi conduzida em áreas de cerrado sentido restrito sobre Latossolos, classe que cobre aproximadamente 56% da região (Felfili & Silva Júnior 2005; Haridasan 2007). Há assim, pouca informação sobre a associação entre Neossolos Litólicos e a vegetação nativa (Haridasan 2007). Características edáficas como variações na profundidade do solo e do lençol freático, presença de cascalhos, concreções no perfil e fertilidade, determinantes na florística e estrutura fitossociológica, são pouco conhecidas nestas áreas (Haridasan 2007).

O acesso difícil às áreas de cerrado rupestre representa, em parte, uma barreira à sua utilização. Assim, ainda se encontram áreas com vegetação preservada que representam refúgios para sua flora altamente ameaçada (Romero 2002; Oliveira & Godoy 2007).

Montanhas e serras poderão no futuro se tornar centros remanescentes de biodiversidade, de grande importância para conservação da vegetação e fauna regionais (Stannard 1995).

O cerrado rupestre compartilha elementos florísticos com os outros tipos de cerrado sentido restrito e com o campo rupestre (Ribeiro & Walter 1998; Romero 2002). Sua flora ainda se constitui em grande fonte para estudos ecológicos e biogeográficos para fins conservacionistas, pois abrigam matrizes potenciais para a coleta de sementes e propágulos, produção de mudas e para a revegetação de áreas de cerrado sentido restrito degradadas por usos diversos.

A Serra Dourada é importante marco geográfico no estado de Goiás e figura entre as 41 áreas prioritárias para conservação do Cerrado goiano (Rizzo 1970; Manoel 1999; MMA 2002). Apresenta gradiente altitudinal associado à grande variação na vegetação que foi ainda pouco estudado. Este estudo objetivou avaliar a fitossociologia e as estruturas horizontal e vertical na vegetação de cerrado rupestre no topo da Serra Dourada que encontra-se em bom estado de conservação.

## **2.0 Material e Métodos**

### **2.1 Descrição da Área de Estudo**

O estudo foi realizado em área de cerrado rupestre localizada na propriedade particular “Estância Quinta da Serra”, Serra Dourada, Mossâmedes-GO, distante cerca de 146 km de Goiânia e 360 km de Brasília (16° 02’ 01” S e 50° 03’ 41” W) (Figura 1). A área total da propriedade é 188,89 ha, destes 4,15 ha são de área construída, 38,26 ha de pastagens e o restante é ocupado por diferentes fitofisionomias do Cerrado (comunicação pessoal Jander Mendes, proprietário da “Estância Quinta da Serra”).

Na estância as atividades agropastoris desenvolvidas são apenas para a subsistência e grande parte da vegetação nativa encontra-se conservada. Em direção ao topo da Serra Dourada observa-se gradiente de fitofisionomias que incluem: cerradão, mata de galeria, mata seca de encosta e cerrado rupestre, este último situado no Espigão da Serra Dourada (Figura 2).

A Serra Dourada ocupa a região denominada “Mato Grosso Goiano”, um extenso planalto dissecado onde se sobressaem serras isoladas e destaca-se pela sua extensão (Ferreira 1957). Funciona como divisor de águas entre as bacias Araguaia - Tocantins e Paranaíba. Conecta-se com a Serra dos Caiapós e Santa Marta na região Sudeste e com a Serra dos Pireneus na região Centro-Sul de Goiás (Ferreira 1957; Rizzo 1970; Manoel 1999). Apresenta

gradiente fisionômico-altitudinal que varia desde a mata de galeria nos vales até formações rupestres vertente acima.

Do ponto de vista morfoestrutural, a Serra Dourada apresenta rochas pré-cambrianas do grupo Araxá. O solo litólico da área de estudo é formado basicamente por micaxistos, quartzitos e filitos (Cassetti 1983), tipo bastante pobre, pouco profundo e arenoso (Manoel 1999). O substrato na área de estudo caracteriza-se pela presença de grandes lajões (Figura 3).

O clima da região é do tipo Aw segundo Köppen (1948) com a estação chuvosa entre outubro e março, e a estação seca entre abril e setembro. A temperatura média anual é de 23,6° C, com dias quentes e noites frias. A precipitação média anual está em torno de 1.786 mm, podendo haver variações anuais (Manoel 1999). As parcelas foram alocadas em altitudes que variaram de 600 m a 666 m.

Históricos de fogo são comuns na Serra Dourada, geralmente queimadas naturais ou acidentais ocorrem anualmente na época seca. No ano anterior a realização deste estudo ocorreu incêndio de causas desconhecidas na área (comunicação pessoal Jander Mendes).

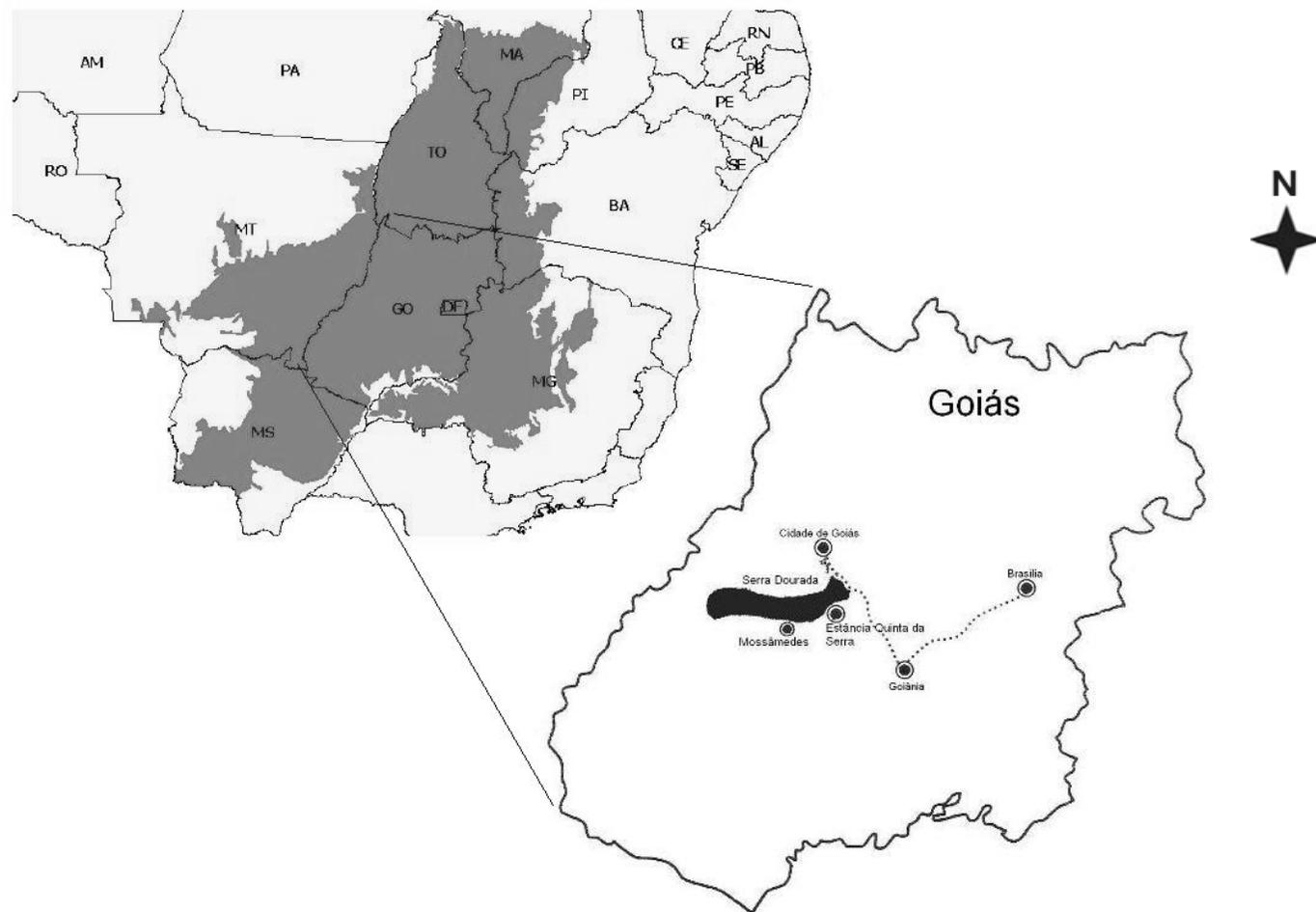


Figura 1: Distribuição da área *core* do Cerrado no Brasil (área mais escura) e localização da Serra Dourada e Estância Quinta da Serra no Estado de Goiás, Brasil. Fonte: Manoel (1999) com modificação.



Figura 2: Vista do Espigão da Serra Dourada, Goiás. Em detalhe no primeiro plano a mata de galeria na base da serra e ao fundo o cerrado rupestre. Pontos mais claros no alto da serra são locais de “rocha nua” (Foto: Miranda S.C.).



Figura 3: Vista do substrato com destaque aos afloramentos rochosos na área de cerrado rupestre na Estância Quinta da Serra, Serra Dourada, Goiás (Foto: De-Carvalho P.S.).

## 2.2 Amostragem

O levantamento foi realizado em abril e junho de 2007. Os dados foram coletados em dez parcelas permanentes de 20 x 50 m cada, totalizando esforço amostral de 1 hectare de parcelas disjuntas, conforme sugerido por Felfili *et al.* (2005) para amostragem da vegetação de cerrado sentido restrito. As parcelas foram distribuídas de modo a abranger a maior variação florístico-estrutural possível na área, com cerca de 100 m de distância entre si.

Em cada parcela foram anotadas a altitude e as coordenadas dos quatro vértices, utilizando-se GPS GARMIN – Etrex Vista e altímetro OREGON – modelo EB 833. A maior extensão das parcelas ficou perpendicular ao gradiente topográfico, de acordo com metodologia proposta por Oliveira-Filho (1994).

Foram amostrados todos os indivíduos lenhosos com diâmetro a 30 cm do solo,  $Db_{30cm} \geq 5$  cm, exceto lianas, palmeiras e velozáceas. As monocotiledôneas foram excluídas da amostragem para facilitar comparações com trabalhos que amostraram apenas a vegetação lenhosa de cerrado sentido restrito. Indivíduos bifurcados desde a base ou em touceiras foram incluídos desde que pelo menos um dos troncos apresentasse o diâmetro mínimo de inclusão. Neste caso, cada tronco foi medido separadamente e calculada a média quadrática dos troncos, com o objetivo do uso de um diâmetro único para cada indivíduo, conforme sugerido por Scolforo (1994):

$$Dq = \sqrt{(D_1)^2 + (D_2)^2 + \dots + (D_n)^2}$$

Dq= diâmetro quadrático (cm); D = diâmetro (cm).

As alturas foram medidas com vara graduada, considerando a projeção vertical da copa até o solo. Os indivíduos amostrados foram catalogados e etiquetados com placas de alumínio numeradas seqüencialmente em cada parcela (Felfili *et al.* 2005).

As árvores amostradas foram identificadas em nível específico, quando possível, e as famílias classificadas de acordo com o sistema do Angiosperm Phylogeny Group II (APG II 2003). Os nomes dos autores de todas as espécies foram conferidos por meio de consultas ao “W3 Trópicos” (<http://www.mobot.org>). A identificação foi feita *in loco* e quando isto não foi possível, foram coletadas três a quatro amostras de cada indivíduo. O material botânico coletado foi herborizado e depositado no Herbário da Universidade de Brasília (UB), para posterior comparação com material do acervo, e as duplicatas enviadas para o Herbário da Universidade Federal de Goiás (UFG). A identificação foi feita por comparação de exemplares em herbário e consultas a especialistas do UB.

### 2.3 Análise de Dados

A fim de verificar a abrangência da amostragem florística foi elaborada a curva espécie-área (Kent & Coker 1992). A riqueza florística foi avaliada utilizando-se os estimadores não-paramétricos Chao1 e Chao2. O primeiro baseia-se 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).

$$S_{\text{chao 1}} = S_{\text{obs}} + F_1^2 / 2F_2$$

$S_{\text{obs}}$  = número de espécies na amostra;

$F_1$  = número de espécies observadas representadas por apenas um indivíduo;

$F_2$  = número de espécies observadas representadas por dois indivíduos.

$$S_{\text{chao 2}} = S_{\text{obs}} + Q_1^2 / 2Q_2$$

$S_{\text{obs}}$  = número de espécies na amostra;

$Q_1$  = número de espécies que ocorrem em apenas uma parcela;

$Q_2$  = número de espécies que ocorrem em duas parcelas.

Para avaliação da diversidade florística foi calculado o índice de Shannon & Wiener com o programa MVSP (Kovach 1993). Este índice avalia a probabilidade de se identificar corretamente um indivíduo escolhido ao acaso em uma população (Magurran 2004). É um índice não-paramétrico que atribui maior valor às espécies raras e o valor de  $H'$  apresenta variação entre 1,5 e 3,5, raramente ultrapassando 4,5 (Felfili & Rezende 2003).

n

$$H' = - \sum_{i=1}^n p_i \cdot \ln(p_i)$$

$H'$  = índice de diversidade de Shannon & Wiener;

$\ln$  = logaritmo neperiano;

$n_i$  = número de indivíduos amostrados da espécie  $i$ ;

$N$  = número total de indivíduos amostrados;

$p_i = n_i/N$ .

A equabilidade foi calculada através do índice de uniformidade de Pielou (Kent & Coker 1992) que é a razão entre  $H'$  e  $H'$  máximo e representa a percentagem máxima de diversidade que a amostra pode atingir. Assume valores entre 0 e 1, quanto mais próximo de 1, mais homogênea é a distribuição dos indivíduos das espécies na área analisada (Felfili & Rezende 2003).

$$J' = H' / \ln(S)$$

$J'$  = índice de Pielou;

$H'$  = índice de diversidade de Shannon & Wiener;

S = número de espécies amostradas.

Os parâmetros fitossociológicos densidade, frequência e dominância absolutas e relativas e índice de valor de importância (IVI) foram calculados de acordo com Müeller-Dombois & Ellenberg (1974), com o auxílio do programa Excel, como se segue:

- Densidade

Densidade absoluta = número de indivíduos da espécie *i* / área (hectare);

Densidade relativa = (densidade absoluta da espécie *i* / densidade de todas as espécies) x 100%.

- Frequência

Frequência absoluta = (número de parcelas com ocorrência da espécie *i* / número total de parcelas) x 100%;

Frequência relativa = (frequência absoluta da espécie *i* / somatória de todas as frequências absolutas de todas as espécies) x 100%.

- Dominância

Dominância absoluta = área basal da espécie *i* por hectare (10.000 m<sup>2</sup>);

Dominância relativa = (área basal da espécie *i* / área basal total) x 100%.

- Índice de Valor de Importância (IVI)

IVI = densidade relativa + dominância relativa + frequência relativa

O IVI revela através dos pontos alcançados por uma espécie sua posição sociológica na comunidade. Assim, teoricamente, a espécie com maior importância é aquela que apresenta o maior sucesso em explorar os recursos do meio (Felfili & Rezende 2003).

A análise da distribuição de diâmetros e alturas da comunidade e dos diâmetros das populações mais densas na área foi feita calculando o intervalo das classes diamétricas e de alturas através da fórmula de Spiegel, citada por Felfili & Rezende (2003):

$$\text{Intervalo de classe: } IC = A / nc$$

$$\text{Número de classes : } nc = 1 + 3,3 \log (n)$$

n = número de árvores;

A = amplitude (valor máximo – valor mínimo).

### 3.0 Resultados e discussão

#### 3.1 Composição florística

Foram amostradas 54 espécies distribuídas em 43 gêneros e 25 famílias botânicas

(Tabela 1). A diversidade ( $H'$ ) foi 3,13  $\text{nats.ind}^{-1}$  e a equabilidade ( $J'$ ) 0,79, valores que refletem alta diversidade florística na área e distribuição equitativa dos indivíduos entre as espécies amostradas.

Dados florísticos de 23 áreas de cerrado sentido restrito, amostradas com o mesmo método, sobre diferentes tipos de solos, mostraram para o cerrado rupestre riqueza entre 51 e 88 espécies (Amaral *et al.* 2006; Felfili *et al.* 2007) e, para áreas em Latossolos e Neossolos Quartzarênicos, 53 e 88 espécies (Tabela 2) (Nogueira *et al.* 2001; Fonseca & Silva Júnior 2004). Assim, a riqueza do presente estudo está na faixa de variação encontrada na maioria dos levantamentos realizados no cerrado do Brasil Central, no entanto próximo aos menores valores.

A diversidade florística para o cerrado rupestre variou de 3,09  $\text{nats.ind}^{-1}$  a 3,72  $\text{nats.ind}^{-1}$  (Amaral *et al.* 2006; Felfili *et al.* 2007) e nos Latossolos e Neossolos Quartzarênicos entre 3,11  $\text{nats.ind}^{-1}$  a 3,78  $\text{nats.ind}^{-1}$  (Felfili *et al.* 1993; Nogueira *et al.* 2001) (Tabela 2). A diversidade obtida neste estudo ficou na faixa de variação já encontrada. Assim, a diversidade florística do cerrado rupestre se assemelha aos demais tipos de cerrado sentido restrito.

A curva espécie-área (Figura 4) sugere que a área amostrada foi adequada para a caracterização florística do cerrado rupestre uma vez que com 0,4 ha amostrados foram encontradas 47 espécies, 87% do total de 54 espécies. O aumento da área estudada resultou em pequeno acréscimo de espécies. Com 0,7 ha foram encontradas 52 espécies, 96,3% do total. O padrão encontrado apóia o fato de que no cerrado sentido restrito há acréscimo acentuado no número de espécies até 0,5 hectare e pequena variação com o aumento da área amostrada (Felfili & Imaña-Encinas 2001).

A riqueza estimada por Chao 1 e Chao 2 foi 66 e 63 espécies, respectivamente. A metodologia utilizada foi satisfatória, pois, levando-se em consideração os estimadores, conseguiu-se amostrar mais de 80% da riqueza florística da área de estudo.

A família com o maior número de espécies foi Fabaceae (nove), seguida por Apocynaceae, Melastomataceae, Myrtaceae e Vochysiaceae com quatro espécies cada (Tabela 1). Estas cinco famílias representaram 20% do total de famílias amostradas e contribuíram com 46,3% da riqueza florística da área. Essas famílias também se destacaram em outros trabalhos realizados em áreas de cerrado rupestre (Manoel 1999; Amaral *et al.* 2006; Lima 2006; Moura *et al.* 2007; Oliveira & Godoy 2007) e também na maioria dos levantamentos realizados no Cerrado (Mendonça *et al.* 1998; Nogueira *et al.* 2001; Felfili *et al.* 2002; Assunção & Felfili 2004). Dentre as demais famílias, 52% apresentaram uma única espécie.

Tabela 1: Composição florística da vegetação lenhosa amostrada em cerrado rupestre na Estância Quinta da Serra, Mossâmedes, Goiás.

<b>Famílias</b>	<b>Espécies</b>
<b>Anacardiaceae</b>	<i>Anacardium occidentale</i> L.
<b>Annonaceae</b>	<i>Annona coriacea</i> Mart. *
	<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart. *
<b>Apocynaceae</b>	<i>Aspidosperma discolor</i> A. DC. #
	<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart.
	<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart. *
	<i>Hancornia speciosa</i> Gomes *
<b>Asteraceae</b>	<i>Wunderlichia cruelsiana</i> Taub.
<b>Caryocaraceae</b>	<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess. *
<b>Celastraceae</b>	<i>Plenckia populnea</i> Reissek
	<i>Salacia crassifolia</i> (Mart. ex Schult.) G. Don
<b>Chrysobalanaceae</b>	<i>Hirtella glandulosa</i> Spreng. #
<b>Clusiaceae</b>	<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc. *
	<i>Kielmeyera rubriflora</i> Cambess.
	<i>Kielmeyera speciosa</i> A. St.-Hil.
<b>Connaraceae</b>	<i>Connarus suberosus</i> Planch. *
	<i>Rourea induta</i> Planch.
<b>Dilleniaceae</b>	<i>Davilla elliptica</i> A. St.-Hil. *
<b>Erythroxylaceae</b>	<i>Erythroxylum deciduum</i> A. St.-Hil.
<b>Fabaceae</b>	<i>Acosmium dasycarpum</i> (Vogel) Yakovlev *
	<i>Andira vermifuga</i> Mart. ex Benth. (sinonímia <i>A. paniculata</i> Benth.) #
	<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth *
	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf. #
	<i>Dimorphandra mollis</i> Benth. *
	<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne *
	<i>Plathymenia reticulata</i> Benth. *
	<i>Pterodon pubescens</i> (Benth.) Benth.
	<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke *
<b>Lauraceae</b>	<i>Mezilaurus crassiramea</i> (Meisn.) Taub. ex Mez
<b>Malpighiaceae</b>	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth *
	<i>Byrsonima pachyphylla</i> A. Juss * (sinonímia <i>B. crassa</i> Nied.)
	<i>Heteropterys byrsonimifolia</i> A. Juss.
<b>Malvaceae</b>	<i>Pseudobombax longiflorum</i> (Mart. & Zucc.) A. Robyns
<b>Marcgraviaceae</b>	<i>Norantea guianensis</i> Aubl.
<b>Melastomataceae</b>	<i>Macairea radula</i> (Bonpl.) DC.
	<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana
	<i>Miconia ferruginata</i> DC.
	<i>Tibouchina papyrus</i> (Pohl) Toledo

*continua*

Tabela 1 (continuação)

<b>Famílias</b>	<b>Espécies</b>
<b>Moraceae</b>	<i>Ficus guianensis</i> Desv. ex Ham.
<b>Myrtaceae</b>	<i>Eugenia aurata</i> O. Berg <i>Myrcia variabilis</i> DC. <i>Psidium myrsinites</i> Mart. ex DC. (sinonímia <i>P.myrsinoides</i> O. Berg) <i>Psidium pohlianum</i> O. Berg
<b>Nyctaginaceae</b>	<i>Guapira graciliflora</i> (Schmidt) Lundell # <i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell
<b>Ochnaceae</b>	<i>Ouratea castaneifolia</i> (DC.) Engl. # <i>Ouratea hexasperma</i> (A. St.-Hil.) Baill. *
<b>Proteaceae</b>	<i>Roupala montana</i> Aubl. *
<b>Rubiaceae</b>	<i>Palicourea rigida</i> Kunth
<b>Simaroubaceae</b>	<i>Simarouba versicolor</i> A. St.-Hil. #
<b>Vochysiaceae</b>	<i>Qualea grandiflora</i> Mart. * <i>Qualea multiflora</i> Mart. *# <i>Qualea parviflora</i> Mart. * <i>Vochysia elliptica</i> Mart.

\* Espécies amplamente distribuídas no Cerrado (Ratter *et al.* 2003; Ribeiro *et al.* 2005).

# Espécies típicas das matas de galeria no Distrito Federal e Brasil Central (Silva Júnior *et al.* 1998, 2001).

Tabela 2: Características da vegetação lenhosa em 23 áreas de cerrado sentido restrito amostradas sobre diferentes tipos de solos. Onde: S=riqueza de espécies e H'=índice de Shannon &Wiener.

Local	S	H' (nats.ind <sup>-1</sup> )	Densidade (ind.ha <sup>-1</sup> )	Área Basal (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	Tipo de Solo*	Referência
Serra Dourada - GO	54	3,13	1.137	7,085	Neossolo Litólico	Este estudo
Faz. Sucupira - DF	51	3,09	631	3,679	Neossolo Litólico	Amaral <i>et al.</i> 2006
Serra dos Pireneus (Portal) - GO	65	3,65	1.105	11,03	Neossolo Litólico	Moura 2006; Moura <i>et al.</i> 2007
Serra dos Pireneus (Três Picos) - GO	56	3,33	507	3,91	Neossolo Litólico	Moura 2006; Moura <i>et al.</i> 2007
Vila Propício - GO	81	3,72	831	7,3	Neossolo Litólico	Felfili <i>et al.</i> 2007
Alto Paraíso - GO	88	3,44	944	8,05	Neossolo Litólico	Felfili <i>et al.</i> 2007
PARNA Chapada dos Veadeiros - GO	81	3,57	1.109	8,92	Neossolo Litólico	Felfili <i>et al.</i> 2007
APA Gama Cabeça do Veado - DF	66	3,56	1.394	10,64	Latossolos	Felfili <i>et al.</i> 1993
PARNA de Brasília - DF	55	3,34	1.036	8,32	Latossolos	Felfili <i>et al.</i> 1993
E. E. Águas Emendadas - DF	72	3,62	1.396	10,76	Latossolos	Felfili <i>et al.</i> 1993
Silvânia - GO	68	3,31	1.348	11,3	Latossolos	Felfili <i>et al.</i> 1993
Paracatu - MG	60	3,11	664	5,89	Latossolos	Felfili <i>et al.</i> 1993
Patrocínio - MG	68	3,53	981	5,79	Latossolos	Felfili <i>et al.</i> 1993
Canarana - MT	88	3,78	1.285	9,56	Latossolos	Nogueira <i>et al.</i> 2001
São Desidério - BA	67	3,56	835	8,33	Latossolos	Felfili <i>et al.</i> 2001
Formosa do Rio Preto - BA	68	3,73	628	7,65	Latossolos	Felfili <i>et al.</i> 2001
RECOR (IBGE)- DF	63	3,53	1.964	13,28	Latossolos	Andrade <i>et al.</i> 2002

*continua*

Tabela 2 (continuação)

Local	S	H' (nats.ind <sup>-1</sup> )	Densidade (ind.ha <sup>-1</sup> )	Área Basal (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	Tipo de Solo*	Referência
Água Boa – MT	80	3,69	995	7,5	Latossolos	Felfili <i>et al.</i> 2002
APA Paranoá – DF	54	3,41	882	9,53	Latossolos	Assunção & Felfili 2004
JBB (Interflúvio) – DF	53	3,16	1.219	8,57	Latossolos	Fonseca & Silva Júnior 2004
JBB (Vale) – DF	54	3,40	970	6,67	Latossolos	Fonseca & Silva Júnior 2004
FLONA - MG	73	3,57	1.990	18,14	Latossolos	Balduino <i>et al.</i> 2005
PARNA Grande Sertão Veredas – MG	67	3,44	825	8,89	Neossolo Quatzarênico	Felfili <i>et al.</i> 2001
Correntina – BA	66	3,56	686	6,19	Neossolo Quatzarênico	Felfili <i>et al.</i> 2001

\*Foram considerados Neossolos Litólicos aqueles associados a afloramentos rochosos.

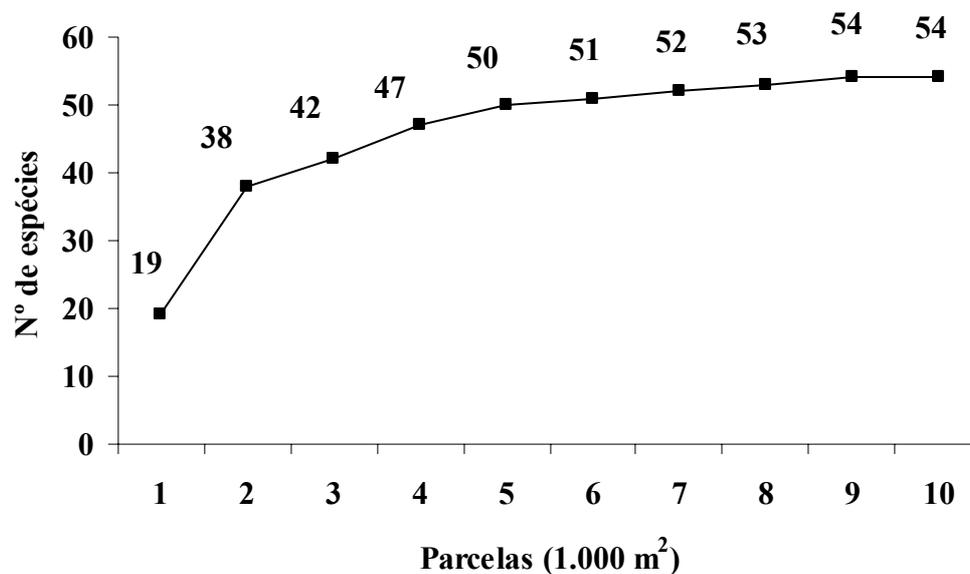


Figura 4: Curva espécie-área representando o aumento do número de espécies lenhosas (54) amostradas em relação ao aumento do número de parcelas (10) em cerrado rupestre na Estância Quinta da Serra, Mossâmedes, Goiás.

Os gêneros mais ricos foram *Aspidosperma*, *Kielmeyera* e *Qualea* com três espécies cada, seguidos por *Byrsonima*, *Guapira*, *Miconia*, *Ouratea* e *Psidium* com duas espécies cada. Os demais gêneros, 81,4% do total, apresentaram apenas uma espécie, refletindo alta

diversidade biológica na área.

Do total de espécies amostradas, oito (14,8%) foram citadas como típicas das matas de galeria no Distrito Federal e no Brasil Central (Silva Júnior *et al.* 1998, 2001) (Tabela 1). Assim, a composição florística do cerrado rupestre estudado sofre influência da mata de galeria do córrego Quinta que margeia a base da Serra Dourada.

Das 54 espécies amostradas, 21 (38,9%) foram citadas por Ratter *et al.* (2003) e Ribeiro *et al.* (2005) como amplamente distribuídas no Cerrado (Tabela 1). *Ficus guianensis* considerada rara no Cerrado (Ratter *et al.* 2003) apresentou baixa densidade na área de estudo. Já *Wunderlichia cruelsiana*, endêmica em áreas rupestres de altitude (Munhoz & Proença 1998) e também considerada rara por Ratter *et al.* (2003), foi uma das três espécies mais densas no cerrado rupestre estudado. *Apidosperma discolor*, *Norantea guianensis* e *Tibouchina papyrus*, esta última com distribuição restrita a algumas serras do estado de Goiás (Santos 2003), não constam nas listas de Ratter *et al.* (2003).

Esses resultados corroboram que a flora lenhosa do cerrado rupestre analisado é composta por espécies generalistas (38,9%), bem distribuídas no bioma, por espécies de distribuição mais restrita (13%) com ocorrência em 10% dos sítios analisados por Ratter *et al.* (2003), bem como por espécies endêmicas aos cerrados rupestres (3,7%). O cerrado rupestre apresenta características ambientais restritivas para muitas espécies que comumente colonizam o cerrado sentido restrito em Latossolos e Neossolos Quartzarênicos, entretanto, a ocorrência de 38,9% de espécies generalistas corrobora o potencial destas áreas como fonte de sementes para recuperação de áreas degradadas em diferentes classes de solos.

### 3.2 Estrutura fitossociológica

As estimativas dos parâmetros fitossociológicos para as espécies estão apresentadas na Tabela 3. A densidade total foi 1.137 ind.ha<sup>-1</sup> e a área basal total foi 7,085 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>.

A densidade encontrada nas áreas de cerrado rupestre comparadas (Tabela 2) variou de 631 ind.ha<sup>-1</sup> a 1.109 ind.ha<sup>-1</sup> (Amaral *et al.* 2006; Felfili *et al.* 2007) e nas demais áreas de cerrado sentido restrito de 628 ind.ha<sup>-1</sup> a 1.990 ind.ha<sup>-1</sup> (Felfili *et al.* 2001; Balduino *et al.* 2005). O valor de densidade encontrado neste estudo ficou acima da faixa de variação encontrada nos cerrados sobre Neossolos Quartzarênicos, porém dentro da faixa de variação do cerrado rupestre e cerrado sentido restrito sobre Latossolos.

A área basal nos cerrados rupestres comparados variou de 3,679 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> a 8,92 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> (Amaral *et al.* 2006; Felfili *et al.* 2007) e nas demais áreas de 5,79 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> a 18,14 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> (Felfili *et al.* 1993; Balduino *et al.* 2005) (Tabela 2). Assim, o valor obtido neste estudo ficou

dentro da faixa de variação encontrada nas 23 áreas de cerrado sentido restrito, independente da classe de solos.

As famílias que se destacaram em densidade foram, em ordem decrescente, Fabaceae, Vochysiaceae, Malpighiaceae, Myrtaceae, Clusiaceae, Asteraceae e Anacardiaceae (Figura 5), juntas representaram 26,9% do total de famílias e totalizaram 79,9% dos indivíduos amostrados. Apesar de Asteraceae e Anacardiaceae estarem representadas por uma única espécie cada, *Wunderlichia cruelsiana* e *Anacardium occidentale*, respectivamente, estas estão entre as sete espécies mais densas e as quatro com maiores áreas basais na área de estudo.

As espécies *Andira vermifuga* (181 ind.ha<sup>-1</sup>) e *Qualea parviflora* (144 ind.ha<sup>-1</sup>) destacaram-se com densidades acima de 140 indivíduos por hectare. Esta última também apresentou densidades tão elevadas no cerrado rupestre no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros (152,73 ind.ha<sup>-1</sup>) (Felfili *et al.* 2007) e no cerrado de Canarana em Latossolos (151 ind.ha<sup>-1</sup>) (Nogueira *et al.* 2001). A espécie *A. vermifuga* amostrada com densidade  $\leq 35,0$  ind.ha<sup>-1</sup> foi considerada muito pouco abundante no Distrito Federal (Nunes *et al.* 2002). Em outras áreas apresentou densidades inferiores a 22 ind.ha<sup>-1</sup> (Felfili *et al.* 2001, 2002, 2007). Assim, trata-se de espécie com boas habilidades competitivas na área de estudo.

Nos cerrados do Brasil Central, poucas foram as espécies que alcançaram densidades acima de 140 ind.ha<sup>-1</sup>, dentre estas, *Ouratea hexaspema*, a única muito abundante ( $\geq 105,1$  ind.ha<sup>-1</sup>) no DF (Nunes *et al.* 2002) apresentou 274 ind.ha<sup>-1</sup> na área de interflúvio no Jardim Botânico de Brasília-DF (Fonseca & Silva Júnior 2004); *Eremanthus glomerulatus* (176 ind.ha<sup>-1</sup>) e *Schefflera macrocarpum* (152 ind.ha<sup>-1</sup>) em cerrado denso na RECOR-IBGE Brasília (Andrade *et al.* 2002) todas áreas sobre Latossolos. Em Neossolos Litólicos, *Callisthene mollissima*, 218 ind.ha<sup>-1</sup> em Alto Paraíso e 152,73 ind.ha<sup>-1</sup> no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros (Felfili *et al.* 2007).

Segundo Haridasan (2005), espécies com altas densidades em área de cerrado sentido restrito geralmente apresentaram menores concentrações de nutrientes nas folhas, e foram consideradas menos exigentes e capazes de se desenvolver bem em solos distróficos. Assim, o desempenho de *A. vermifuga* e *Q. parviflora* na área estudada sugere sua menor exigência nutricional, além disso, apresentam vantagem competitiva por pertencerem a grupos funcionais distintos, a primeira leguminosa, provavelmente com habilidades na fixação de N e a segunda alumínio-acumuladora, provavelmente com habilidades para usufruir dos altos níveis de Al nos solos.

Tabela 3: Parâmetros fitossociológicos da vegetação lenhosa amostrada em cerrado rupestre na Estância Quinta da Serra, Mossâmedes, Goiás. Onde: DA=densidade absoluta; DR=densidade relativa; DoA=dominância absoluta; DoR=dominância relativa; FA=freqüência absoluta; FR=freqüência relativa e IVI=índice de valor de importância.

<b>Espécies</b>	<b>DA</b> (ind.ha <sup>-1</sup> )	<b>DR</b> (%)	<b>DoA</b> (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	<b>DoR</b> (%)	<b>FA</b>	<b>FR</b> (%)	<b>IVI</b>
1. <i>Andira vermifuga</i>	181	15,92	1,002	14,14	100	4,50	34,57
2. <i>Qualea parviflora</i>	144	12,66	0,992	14,00	100	4,50	31,17
3. <i>Wunderlichia cruelsiana</i>	84	7,39	0,880	12,42	100	4,50	24,31
4. <i>Anacardium occidentale</i>	71	6,24	0,495	6,98	100	4,50	17,73
5. <i>Heteropterys byrsonimifolia</i>	72	6,33	0,343	4,84	90	4,05	15,22
6. <i>Eugenia aurata</i>	73	6,42	0,286	4,04	100	4,50	14,96
7. <i>Kielmeyera coriacea</i>	53	4,66	0,217	3,07	90	4,05	11,78
8. <i>Qualea multiflora</i>	25	2,20	0,135	1,90	80	3,60	7,70
9. Mortas	25	2,20	0,165	2,33	70	3,15	7,68
10. <i>Norantea guianensis</i>	22	1,93	0,159	2,25	70	3,15	7,33
11. <i>Byrsonima coccolobifolia</i>	26	2,29	0,108	1,53	70	3,15	6,97
12. <i>Vochysia elliptica</i>	32	2,81	0,164	2,32	40	1,80	6,94
13. <i>Davilla elliptica</i>	29	2,55	0,142	2,01	40	1,80	6,36
14. <i>Caryocar brasiliense</i>	12	1,06	0,216	3,05	50	2,25	6,36
15. <i>Vatairea macrocarpa</i>	20	1,76	0,147	2,07	50	2,25	6,08
16. <i>Kielmeyera speciosa</i>	21	1,85	0,067	0,95	70	3,15	5,95
17. <i>Acosmium dasycarpum</i>	18	1,58	0,076	1,07	70	3,15	5,81
18. <i>Mezilaurus crassiramea</i>	9	0,79	0,217	3,07	40	1,80	5,66
19. <i>Byrsonima pachyphylla</i>	19	1,67	0,087	1,23	60	2,70	5,60
20. <i>Ouratea hexasperma</i>	26	2,29	0,133	1,88	30	1,35	5,52
21. <i>Myrcia variabilis</i>	15	1,32	0,058	0,82	70	3,15	5,29
22. <i>Aspidosperma macrocarpon</i>	7	0,62	0,054	0,76	60	2,70	4,08
23. <i>Kielmeyera rubriflora</i>	18	1,58	0,056	0,80	30	1,35	3,73
24. <i>Hymenaea stigonocarpa</i>	8	0,70	0,034	0,48	50	2,25	3,44
25. <i>Hancornia speciosa</i>	8	0,70	0,078	1,10	30	1,35	3,16
26. <i>Simarouba versicolor</i>	8	0,70	0,035	0,50	40	1,80	3,00
27. <i>Plathymenia reticulata</i>	3	0,26	0,095	1,35	30	1,35	2,96
28. <i>Salacia crassifolia</i>	8	0,70	0,046	0,66	30	1,35	2,71
29. <i>Psidium myrsinites</i>	6	0,53	0,025	0,35	40	1,80	2,68
30. <i>Plenckia populnea</i>	8	0,70	0,076	1,07	20	0,90	2,68
31. <i>Aspidosperma tomentosum</i>	9	0,79	0,069	0,97	20	0,90	2,66
32. <i>Annona coriacea</i>	10	0,88	0,055	0,78	20	0,90	2,56
33. <i>Bowdichia virgilioides</i>	3	0,26	0,058	0,83	30	1,35	2,44
34. <i>Dimorphandra mollis</i>	10	0,88	0,040	0,57	20	0,90	2,35
35. <i>Tibouchina papyrus</i>	10	0,88	0,037	0,53	20	0,90	2,31
36. <i>Xylopia aromatica</i>	6	0,53	0,028	0,40	30	1,35	2,27

continua

Tabela 3 (continuação)

Espécies	DA (ind.ha <sup>-1</sup> )	DR (%)	DoA (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	DoR (%)	FA	FR (%)	IVI
37. <i>Rourea induta</i>	6	0,53	0,020	0,28	30	1,35	2,16
38. <i>Erythroxylum deciduum</i>	8	0,70	0,021	0,29	20	0,90	1,89
39. <i>Pterodon pubescens</i>	3	0,26	0,039	0,56	20	0,90	1,72
40. <i>Hirtella glandulosa</i>	2	0,18	0,017	0,24	20	0,90	1,31
41. <i>Ficus guiansensis</i>	2	0,18	0,010	0,14	20	0,90	1,22
42. <i>Qualea grandiflora</i>	2	0,18	0,006	0,08	20	0,90	1,16
43. <i>Pseudobombax longiflorum</i>	1	0,09	0,029	0,40	10	0,45	0,94
44. <i>Connarus suberosus</i>	2	0,18	0,009	0,13	10	0,45	0,75
45. <i>Miconia albicans</i>	1	0,09	0,014	0,20	10	0,45	0,74
46. <i>Palicourea rigida</i>	2	0,18	0,005	0,07	10	0,45	0,70
47. <i>Guapira noxia</i>	1	0,09	0,010	0,14	10	0,45	0,68
48. <i>Copaifera langsdorffii</i>	1	0,09	0,006	0,09	10	0,45	0,62
49. <i>Aspidosperma discolor</i>	1	0,09	0,006	0,08	10	0,45	0,62
50. <i>Guapira graciliflora</i>	1	0,09	0,004	0,05	10	0,45	0,59
51. <i>Ouratea castaneifolia</i>	1	0,09	0,004	0,05	10	0,45	0,59
52. <i>Macairea radula</i>	1	0,09	0,003	0,04	10	0,45	0,58
53. <i>Roupala montana</i>	1	0,09	0,002	0,03	10	0,45	0,57
54. <i>Miconia ferruginata</i>	1	0,09	0,002	0,03	10	0,45	0,57
55. <i>Psidium pohlianum</i>	1	0,09	0,002	0,03	10	0,45	0,57
<b>Total</b>	<b>1.137</b>	<b>100</b>	<b>7,085</b>	<b>100</b>	<b>2.220</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

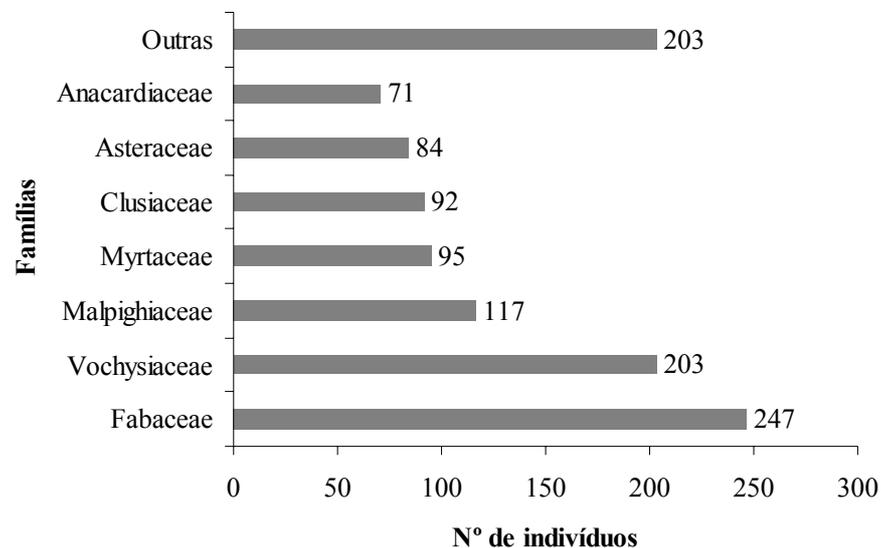


Figura 5: Distribuição do número de indivíduos lenhosos vivos por família amostrados em cerrado rupestre na Estância Quinta da Serra, Mossâmedes, Goiás.

A densidade expressa a habilidade da espécie em colonizar o ambiente. Assim, pode-se inferir que *A. vermifuga* e *Q. parviflora*, provavelmente graças ao sucesso dos eventos

biológicos como floração, polinização, frutificação, dispersão de diásporos, germinação, estabelecimento, competição e multiplicação vegetativa obtiveram êxito relativo na colonização da área de cerrado rupestre na Serra Dourada.

Dentre as espécies amostradas, *A. vermifuga* ( $1,002 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) foi a única com mais de  $1 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$  de área basal, fato raro nos cerrados no Brasil Central, também observado para *Callisthene mollissima*,  $2,088 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$  em Alto Paraíso-GO (Felfili *et al.* 2007); *Sclerolobium paniculatum*,  $1,271 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$  no cerrado rupestre da Fazenda Sucupira-DF (Amaral *et al.* 2006) e  $1,28 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$  no cerrado denso da RECOR-IBGE, Brasília-DF (Andrade *et al.* 2002); *Curatella americana*,  $1,223 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$  no município de Água Boa-MT (Felfili *et al.* 2002); *Stryphnodendron adstringens*,  $1,222 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$  na APA do Paranoá-DF (Assunção & Felfili 2004); *O. hexasperma*,  $1,406 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$  no cerrado de interflúvio do Jardim Botânico de Brasília-DF (Fonseca & Silva Júnior 2004), dentre poucas outras.

A análise da área basal foi entendida como reflexo da habilidade das espécies em converter recursos do ambiente em crescimento diamétrico. *A. vermifuga* apresentou-se relativamente mais hábil neste quesito no presente estudo.

As espécies *A. vermifuga*, *Q. parviflora*, *Wunderlichia cruelsiana*, *A. occidentale* e *Eugenia aurata* foram as únicas amostradas nas 10 parcelas (Tabela 3), portanto de ampla distribuição na área. *A. vermifuga* considerada muito pouco freqüente no cerrado sentido restrito no DF (Nunes *et al.* 2002) ocorreu em oito das 23 áreas comparadas sempre com freqüências abaixo de 100% (Tabela 2). Já *Q. parviflora* muito freqüente no DF (Nunes *et al.* 2002) ocorreu em 19 das 23 áreas comparadas sempre com elevadas freqüências (Felfili *et al.* 2001, 2007) (Tabela 2). *W. cruelsiana* foi amostrada no cerrado rupestre da Fazenda Sucupira com freqüência de 10% (Amaral *et al.* 2006) (Tabela 2). *A. occidentale* foi amostrado em cinco das 23 áreas (Tabela 2) e *E. aurata* apenas em duas parcelas no Parque Nacional Grande Sertão Veredas, sobre Neossolo Quartzarênico (Felfili *et al.* 2001) (Tabela 2).

As sete espécies de maior importância (Tabela 3) detiveram 50% do IVI total, 59% da área basal e 60% do número total de indivíduos. Este fato é típico de ambientes tropicais (Felfili & Silva Júnior 2001), onde um pequeno grupo de espécies domina a área com a maioria dos indivíduos e área basal, e um grande número de espécies contribui com poucos indivíduos como observado em áreas de cerrado sentido restrito sobre afloramentos rochosos (Amaral *et al.* 2006; Felfili *et al.* 2007).

As espécies mais importantes neste estudo também se destacaram em outras áreas de Cerrado (Tabela 2), a saber: *A. vermifuga* 8ª posição em IVI em Água Boa (Felfili *et al.* 2002) e 10ª em Correntina (Felfili *et al.* 2001); *Q. parviflora* a mais importante em cinco das 23

áreas e destacada em muitas outras áreas (Felfili *et al.* 2001, 2007); *A. occidentale* se destacou na 6ª posição em Formosa do Rio Preto (Felfili *et al.*, 2001); *Heteropterys byrsonimifolia* ocupou a 10ª posição na Fazenda Sucupira (Amaral *et al.* 2006); *Kielmeyera coriacea* se destacou na 3ª posição em Vila Propício (Felfili *et al.* 2007) e Parque Nacional Grande Sertão Veredas (Felfili *et al.* 2001). Apenas *Eugenia aurata* e *W. cruelsiana* não ocuparam posições de destaque em qualquer das áreas onde foram amostradas (Felfili *et al.* 2001; Amaral *et al.* 2006).

Esses resultados sugerem a complexidade ambiental no cerrado sentido restrito, onde, diferentes espécies alcançam distintas posições em importância nas comunidades em resposta às suas habilidades naturais e fatores históricos. Além dos recursos disponíveis localmente para as comunidades vegetais, fatores biológicos e históricos de difícil avaliação podem ser importantes na composição dos resultados aqui apresentados, pontuais na escala temporal.

Das 54 espécies inventariadas, 32 (59,3%) apresentaram valores de importância menores que 10% do maior valor encontrado, destas 13 (24,1%) ocorreram somente em uma parcela e 11 (20,4%) apresentaram apenas um indivíduo. Dentre as espécies que apresentaram um indivíduo por hectare, *Aspidosperma discolor* e *Ouratea castaneifolia* foram amostrados apenas em São Desidério (Felfili *et al.* 2001) com a mesma densidade. *Psidium pohlianum* ocorreu no Jardim Botânico de Brasília-Interflúvio e Vale (Fonseca & Silva Júnior 2004), Canarana (Nogueira *et al.* 2001) e APA do Paranoá (Assunção & Felfili 2004) com densidades inferiores a 2 ind.ha<sup>-1</sup> e *Macairea radula* não foi amostrada em qualquer das áreas comparadas (Tabela 2).

Do total de espécies amostradas, 23 (42,6%) apresentaram entre 2 e 10 ind.ha<sup>-1</sup>, dentre estas destacam-se *Tibouchina papyrus* amostrada no Parque Estadual da Serra dos Pirineus - Portal e Três Picos (Moura 2006; Moura *et al.* 2007) e *Ficus guianensis* que não foi amostrada em qualquer das 23 áreas comparadas (Tabela 2). *Mezilaurus crassiramea* apresentou densidade semelhante àquela do presente estudo em Canarana (Nogueira *et al.* 2001) e de 49 ind.ha<sup>-1</sup> em Água Boa (Felfili *et al.* 2002).

Apesar da hostilidade imputada aos ambientes rupestres os indivíduos mortos “em pé” representaram apenas 2,2% da densidade total, 2,3% da área basal total e ocorreram em 70% das parcelas. A densidade relativa deste grupo está abaixo da encontrada em outras comunidades de cerrado sobre Neossolos Litólicos como Fazenda Sucupira, 3,8% (Amaral *et al.* 2006); Alto Paraíso, 6,36%; Vila Propício, 3,5% e Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, 8,36% (Felfili *et al.* 2007). Nogueira *et al.* (2001) afirmam que em ambientes pouco perturbados a densidade de indivíduos mortos fica em torno de 5%. Assim, o valor

encontrado na Estância Quinta da Serra corrobora a observação do bom estado de conservação na área.

### **3.3 Distribuição dos indivíduos em classes de diâmetros e alturas**

A análise da distribuição diamétrica é uma importante ferramenta para a avaliação da estrutura de tamanho das comunidades vegetais. A frequência nas classes de diâmetro reflete a situação atual da comunidade em estudo, possibilita inferir sobre perturbações ocorridas como incêndios, desmatamentos, baixos índices de polinização e germinação, ataque de pragas, dentre outros, que apresentam-se como descontinuidades na seqüência de classes dos histogramas (Felfili & Silva Júnior 1988; Silva Júnior & Silva 1988).

Segundo a fórmula de Spiegel (Felfili & Rezende 2003), o intervalo de classe ideal para a distribuição dos diâmetros da comunidade foi 3,3 cm e das alturas 0,9 m, respectivamente. Assim, optou-se pelos valores de 5 cm (diâmetro) e 1 m (altura) para comparações com outros estudos. Já para as populações mais densas, não fez-se aproximações, utilizou-se os intervalos obtidos pela fórmula de Spiegel para cada espécie.

A curva da frequência dos indivíduos vivos nas classes de diâmetros apresentou aspecto “J-reverso” ou exponencial negativo (Figura 6). Este aspecto indica que o recrutamento é maior que a mortalidade e que a comunidade apresenta-se auto-regenerativa (Assunção & Felfili 2004).

Nas duas primeiras classes de diâmetro, abaixo de 15 cm, foram encontrados 96% dos indivíduos (Figura 6). Esta distribuição é característica do cerrado sentido restrito que apresenta a maior parte dos indivíduos da comunidade com pequeno porte (Felfili & Silva Júnior 1988; Silva Júnior & Silva 1988).

Do total de indivíduos amostrados, 78% apresentaram diâmetro inferior a 10 cm (Figura 6), fato também constatado por Assunção & Felfili (2004) em fragmento de cerrado sentido restrito e Amaral *et al.* (2006) em cerrado rupestre, ambos no Distrito Federal. Felfili (2001) analisou a distribuição diamétrica de quatro áreas de cerrado na Chapada do Espigão Mestre do São Francisco e encontrou mais de 50% dos indivíduos com diâmetros inferiores a 10 cm em todas as áreas.

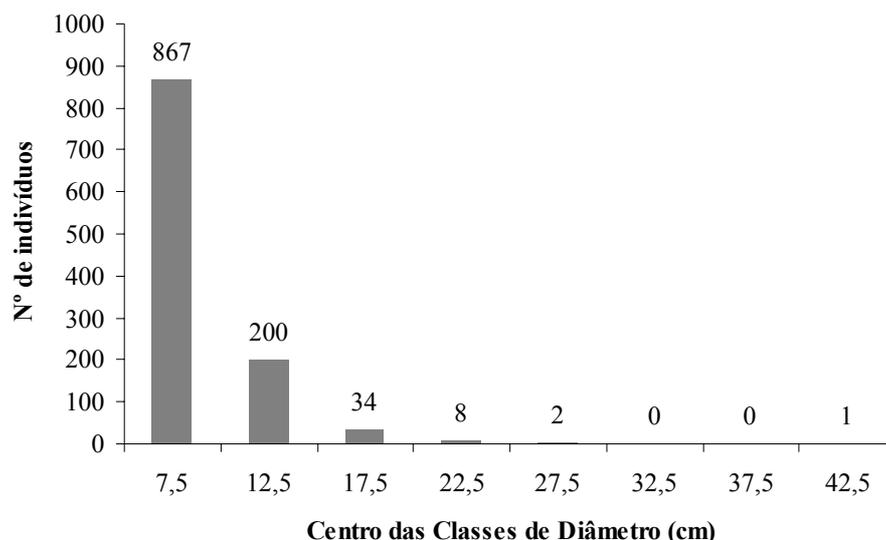


Figura 6: Distribuição em classes de diâmetro dos indivíduos lenhosos vivos amostrados em cerrado rupestre na Estância Quinta da Serra, Mossâmedes, Goiás.

Em relação à distribuição diamétrica das espécies mais densas na área de estudo, *H. byrsonimifolia* (Figura 7E), *E. aurata* (Figura 7F), *K. coriacea* (Figura 7G) e *V. elliptica* (Figura 7H) apresentaram distribuição diamétrica com aspecto “J-reverso”, assim o recrutamento é maior que a mortalidade e suas populações podem ser consideradas auto-regenerativas.

As populações de *A. vermifuga* (Figura 7A), *Q. parviflora* (Figura 7B), *W. cruelsiana* (Figura 7C) e *A. occidentale* (Figura 7D) apresentaram menor número de indivíduos na primeira classe do que na segunda o que pode indicar problemas de regeneração natural nas menores classes diamétricas. A espécie *W. cruelsiana*, dentre as analisadas, possui a maior percentagem de indivíduos com diâmetros acima de 18 cm. Esta espécie é endêmica de ambientes rupestres e apresenta características morfológicas como casca grossa, folhas pilosas e gema apical protegida por pêlos que a ajudam a sobreviver nas condições locais.

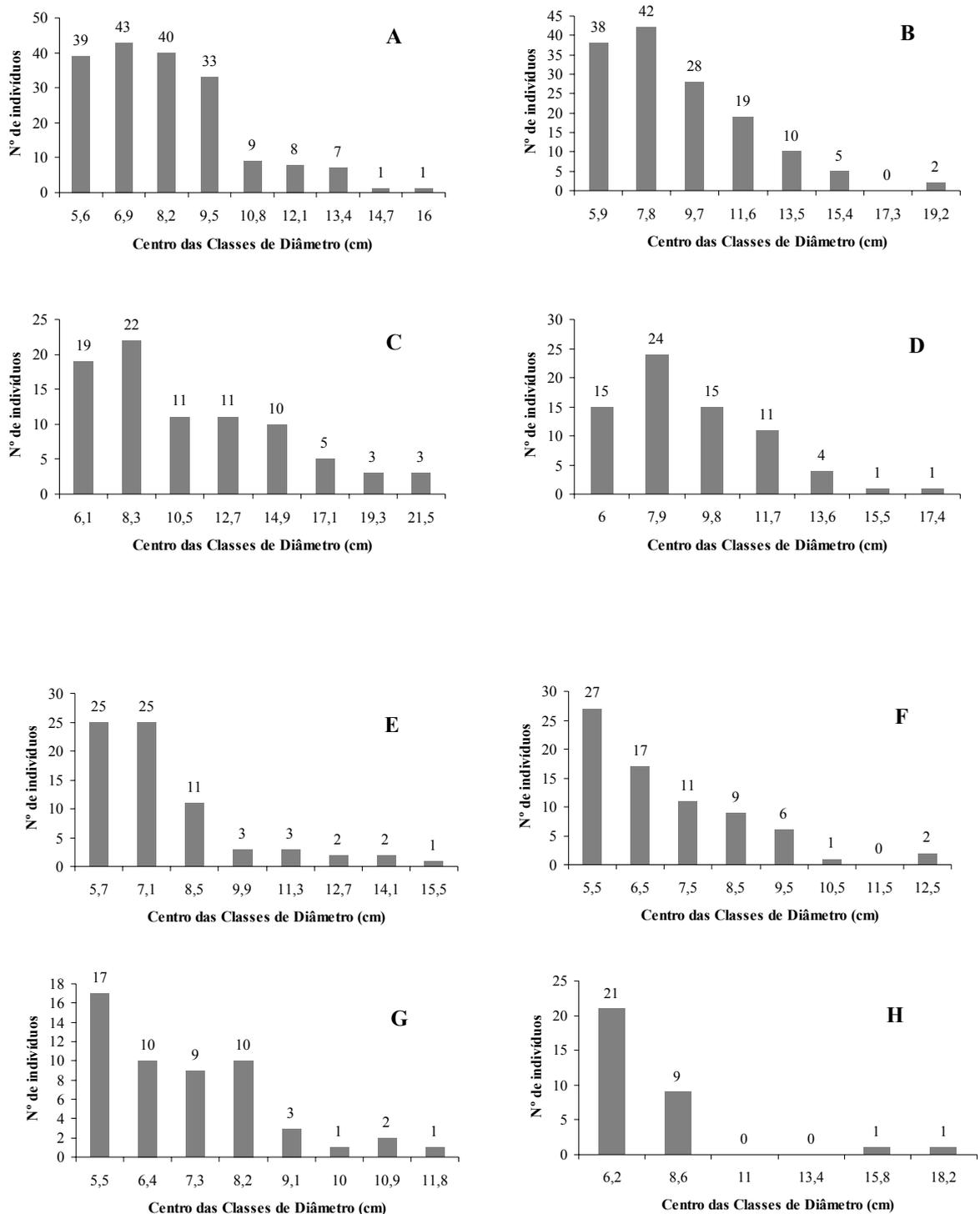


Figura 7: Distribuição diamétrica das espécies lenhosas com maiores densidades amostradas em cerrado rupestre na Estância Quinta da Serra, Mossâmedes, Goiás. **A** – *Andira vermifuga* Mart. ex Benth.; **B** - *Qualea parviflora* Mart.; **C** - *Wunderlichia cruelsiana* Taub.; **D** - *Anacardium occidentale* L.; **E** - *Heteropterys byrsonimifolia* A. Juss.; **F** - *Eugenia aurata* O. Berg; **G** - *Kielmeyera coriacea* Mart. & Zucc; **H** – *Vochysia elliptica* Mart.

A distribuição diamétrica dos indivíduos mortos em pé (Figura 8) apresentou indivíduos apenas nas três primeiras classes. Dentre os 25 indivíduos mortos, 68% apresentaram diâmetros menores que 10 cm, sugerindo que a mortalidade é maior entre os indivíduos de menor porte. Esta característica é comum para comunidades florestais, pois os indivíduos nas menores classes de diâmetro são mais suscetíveis às ações ambientais (Harper 1977; Parca 2007).

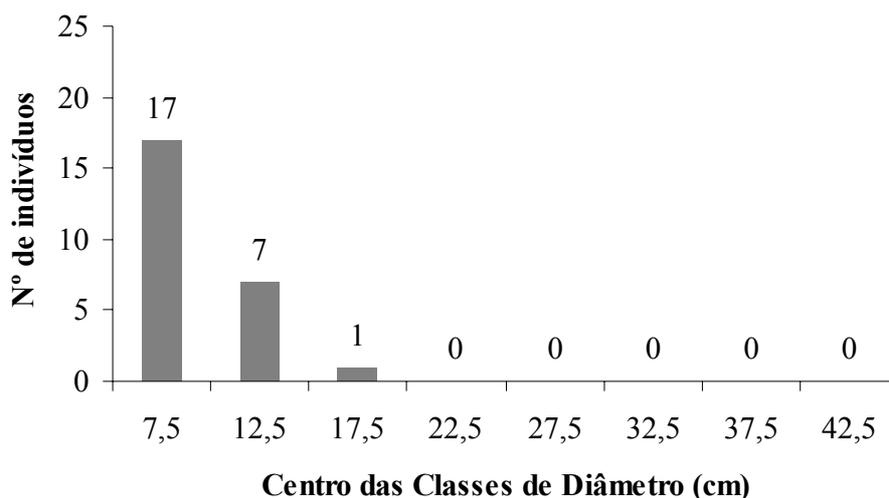


Figura 8: Distribuição em classes de diâmetros dos indivíduos mortos em pé amostrados em cerrado rupestre na Estância Quinta da Serra, Mossâmedes, Goiás.

A distribuição das freqüências de altura para todos os indivíduos vivos amostrados tendeu à normalidade (Figura 9). A análise da distribuição das alturas reflete a estrutura vertical da comunidade e suas características na competição por luz. Dos indivíduos registrados, 86,1% estão distribuídos nas três primeiras classes, com alturas menores que 3,5 m. A área de cerrado rupestre estudada é aberta e a entrada de luz é intensa, assim o pequeno porte não é um fator limitante.

O pico da curva de distribuição das alturas está na segunda classe (1,5-2,4 m), onde concentraram-se 46% dos indivíduos (Figura 9). A maior altura registrada foi 10 m para um indivíduo de *Plathymenia reticulata* e a menor 0,5 m, para um indivíduo de *Wunderlichia cruelsiana*.

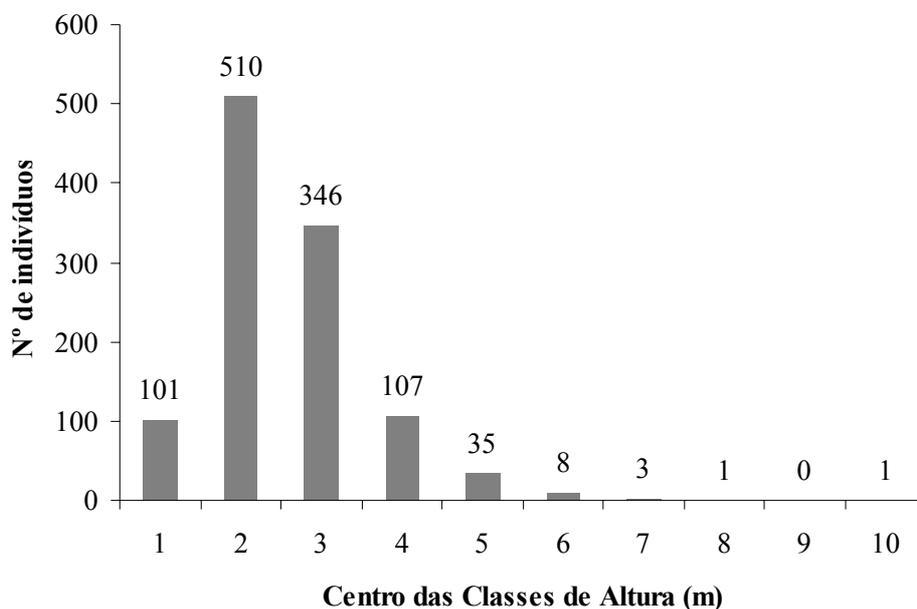


Figura 9: Distribuição em classes de altura dos indivíduos lenhosos amostrados em cerrado rupestre na Estância Quinta da Serra, Mossâmedes, Goiás.

As espécies *A. vermifuga* e *Q. parviflora* que foram as mais densas na área de estudo (Tabela 3) e apresentaram mais de 80% dos indivíduos com alturas entre 1,5 e 2,4 m e com diâmetros abaixo de 10 cm (Figura 7A e 7B, respectivamente). Assim, estas populações ocupam a paisagem de cerrado rupestre estudada com indivíduos de pequeno porte que estão momentaneamente explorando melhor os recursos do meio.

### 3.4 Conclusões

Os valores de riqueza, diversidade e área basal encontrados estão dentro da faixa de variação do que é normalmente encontrado nas áreas de cerrado sentido restrito sobre Latossolos e Neossolos Litólicos e Quartzarênicos. Já o valor de densidade obtido ficou acima da variação encontrada nas áreas sobre Neossolos Quartzarênicos, porém dentro da variação do cerrado sentido restrito sobre os demais tipos de solos.

A flora local é composta por espécies generalistas (38,9%), com ampla distribuição no bioma, espécies de distribuição mais restrita (13%), bem como por *Wunderlichia cruelsiana* e *Tibouchina papyrus* endêmicas aos cerrados rupestres. As famílias com maior número de

espécies foram Fabaceae, Apocynaceae, Melastomataceae, Myrtaceae e Vochysiaceae que contribuíram com 46,3% do total de espécies encontradas.

As espécies *Andira vermifuga* e *Qualea parviflora* foram as mais importantes na área de estudo, juntas representaram 21,9% do IVI total, 28,6% da densidade total e 28,1% da dominância total. Assim, podem ser consideradas como as que melhor exploraram os recursos do meio.

O cerrado rupestre estudado apresenta-se em bom estado de conservação, pois houve baixa representatividade dos indivíduos mortos em pé. Além disso, trata-se de uma comunidade auto-regenerativa, onde o recrutamento é maior que a mortalidade.

## **Capítulo 2: Estrutura e diversidade da vegetação lenhosa de cerrado típico sobre Cambissolo na Serra Dourada, Goiás.**

**Resumo** – Este estudo foi realizado na “Estância Quinta da Serra”, Mossâmedes-Goiás, com o objetivo de analisar fitossociologia e as estruturas horizontal e vertical da vegetação lenhosa de cerrado típico sobre Cambissolo. A área estudada localiza-se entre as coordenadas 16° 02’ 01” S e 50° 03’ 41” W. Foram locadas dez parcelas permanentes de 20 m x 50 m (1.000 m<sup>2</sup>) onde mediu-se todos os indivíduos lenhosos com  $Db_{30cm} \geq 5$  cm. O estudo amostrou 85 espécies, pertencentes a 61 gêneros e 38 famílias. O índice de diversidade ( $H'$ ) encontrado foi 3,65 nats.ind<sup>-1</sup>, valor considerado alto e que está posicionado na faixa de variação de estudos em áreas de cerrado sentido restrito amostradas sobre vários tipos de solos. A densidade encontrada foi 1.036 indivíduos.ha<sup>-1</sup> e a área basal 9,690 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>. As famílias mais densas foram: Fabaceae, Vochysiaceae, Malpighiaceae, Annonaceae e Myrtaceae, estas representaram 64% do total de indivíduos vivos amostrados. As dez espécies de maior IVI foram: *Qualea grandiflora* Mart., *Andira vermifuga* Mart. ex Benth., *Byrsonima coccolobifolia* Kunth., *Heteropterys byrsonimifolia* A. Juss., *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart., *Piptocarpha rotundifolia* (Less.) Baker, *B. pachyphylla* A. Juss., *Psidium myrsinites* Mart. ex DC., *Erythroxylum deciduum* A. St.-Hil. e *Simarouba versicolor* A. St.-Hil. Os indivíduos mortos em pé tiveram alta representatividade na área, fato devido à ocorrência de fogo oito meses antes da realização deste trabalho. É importante ressaltar que, o cerrado típico sobre Cambissolo estudado, apresentou distribuição diamétrica com aspecto “J-reverso”, assim trata-se de uma comunidade auto-regenerativa.

Palavras-chave: cerrado, árvores, biodiversidade, conservação.

## 1.0 Introdução

O Cerrado figura dentre os biomas mais ricos e diversos do mundo (Lewinsohn & Prado 2002; Felfili *et al.* 2004), sua riqueza biológica foi estimada em 160 mil espécies de plantas, fungos e animais (Ratter *et al.* 1997). Dados atuais mostraram que sua flora vascular é constituída por 11.046 espécies fanerogâmicas (Walter 2006). Pela sua elevada diversidade e alto grau de endemismo biológico e degradação ambiental, o Cerrado é um dos 34 *hotspots* ou áreas prioritárias para conservação da biodiversidade mundial (Mittermeier *et al.* 2005).

Na sua paisagem ocorrem formações campestres, savânicas e florestais dependendo da co-existência e densidade dos estratos arbóreo e herbáceo (Ribeiro & Walter 1998). A formação predominante no bioma é o cerrado sentido restrito (Eiten 1972; Felfili 2001a), que segundo Ribeiro & Walter (1998) é subdividido em denso, típico, ralo e rupestre. O cerrado típico apresenta cobertura arbórea de 20% a 50% e altura entre 3 e 6 m. Este tipo de vegetação se desenvolve principalmente em Latossolos Vermelhos, Cambissolos e Areias Quartzosas (Ribeiro & Walter 1998).

Vários fatores influenciam a densidade arbórea da vegetação de cerrado sentido restrito, dentre eles condições edáficas, pH, saturação por alumínio, fertilidade, condições hídricas, profundidade do solo, dentre outros (Ribeiro & Walter 1998; Haridasan 2007). A maioria dos estudos florísticos e fitossociológicos realizados na região foi conduzida em áreas de cerrado sentido restrito sobre Latossolos, classe que cobre aproximadamente 56% da região (Felfili & Silva Júnior 2005; Haridasan 2007). Assim, há carência de estudos sobre o cerrado sentido restrito associado aos Neossolos Quartzarênicos (15%), Neossolos Litólicos (7,3%) e Cambissolos (3,1%) (Reatto *et al.* 1998; Reatto & Martins 2005; Haridasan 2007).

Cambissolos são solos que tem como principal característica diagnóstica a presença de horizonte B incipiente (IBGE 2007). Geralmente ocorrem associados a relevos mais movimentados, podem ser desde rasos a profundos, atingindo entre 0,2 e 1 m de profundidade, a drenagem varia de acentuada a imperfeita. Além disso, muitas vezes apresentam cascalhos ou pedregosidade no perfil (Reatto & Martins 2005; IBGE 2007).

O cerrado típico associado à Cambissolo em Goiás pode ser encontrado na Serra Dourada. A serra é um importante marco geográfico para o estado e figura entre as 41 áreas prioritárias para conservação do Cerrado goiano (Rizzo 1970; Manoel 1999; MMA 2002). Apresenta gradiente altitudinal associado à grande variação na vegetação que foi ainda pouco estudado. Este trabalho teve por objetivos estudar a fitossociologia e as estruturas horizontal e vertical da vegetação lenhosa de cerrado típico associado ao Cambissolo.

## 2.0 Material e Métodos

### 2.1 Descrição da Área de Estudo

O cerrado típico sobre Cambissolo estudado localiza-se na estância Quinta da Serra, Mossâmedes-Goiás, na base da Serra Dourada (Figura 1), entre a mata de Galeria do córrego Quinta e o cerrado rupestre vertente acima. A serra, do ponto de vista morfoestrutural, apresenta rochas pré-cambrianas do grupo Araxá. A unidade basal é representada por quartzitos muscovíticos, a intermediária por clorita-quartzo xistos e a última é marcada por filitos quartzosos e sericíticos com intercalações de quartzito (Casseti 1983).



Figura 1: Visão panorâmica do Espigão da Serra Dourada-Goiás. Em primeiro plano, na base da serra, a fitofisionomia de cerrado típico sobre Cambissolo (Foto: Miranda S.C.).

O Cambissolo da área de estudo apresenta coloração bruna-amarelada, cascalhos e pedregosidade na superfície (Figura 2). São solos que geralmente apresentam minerais primários facilmente intemperizáveis, teores elevados de silte e baixo grau de intemperização, e horizonte B incipiente (Reatto & Martins 2005).



Figura 2: Destaque à superfície pedregosa e cascalhenta do Cambissolo, associado ao cerrado típico na Estância Quinta da Serra, Mossâmedes, Goiás (Foto: Miranda S.C.).

Na Serra Dourada incêndios e queimadas geralmente ocorrem, todo ano, na época seca. Em setembro de 2007 ocorreu incêndio de causas desconhecidas na área de estudo (comunicação pessoal Jander Mendes).

Para maiores detalhes sobre descrição da área de estudo veja capítulo 1.

## **2.2 Amostragem**

A coleta de dados foi feita em maio de 2008. Foram amostradas dez parcelas permanentes de 20 x 50 m cada, locadas com cerca de 100 m de distância, totalizando esforço amostral de 1 hectare. As parcelas foram distribuídas ao longo da faixa de cerrado típico sobre Cambissolo em área plana localizada entre o cerrado rupestre e a mata de galeria.

Para maiores detalhes sobre a amostragem veja capítulo 1.

## **2.3 Análise de Dados**

Veja capítulo 1.

### 3.0 Resultados e discussão

#### 3.1 Composição florística

Foram amostradas 85 espécies, 61 gêneros e 38 famílias botânicas (Tabela 1). Dados florísticos de 23 áreas de cerrado sentido restrito, amostradas com o mesmo método, sobre diferentes tipos de solos foram compilados na Tabela 2. Esses dados mostraram para o cerrado sentido restrito em Latossolos riqueza entre 53 e 88 espécies (Nogueira *et al.* 2001; Fonseca & Silva Júnior 2004) e para áreas em Neossolos Quartzarênicos e Litólicos, 51 e 88 espécies (Tabela 2) (Amaral *et al.* 2006; Felfili *et al.* 2007). Assim, a riqueza encontrada está dentro dos limites obtidos na maioria dos levantamentos realizados no cerrado sentido restrito.

Os valores de diversidade ( $H'$ ) e equabilidade ( $J'$ ) encontrados na área de estudo foram, respectivamente, 3,65 nats.ind<sup>-1</sup> e 0,82. Estes refletem alta diversidade florística na área de estudo e distribuição equitativa dos indivíduos entre as espécies amostradas. A diversidade florística encontrada para as áreas de cerrado sentido restrito sobre diferentes tipos de solos variou de 3,09 nats.ind<sup>-1</sup> a 3,78 nats.ind<sup>-1</sup> (Tabela 2) (Nogueira *et al.* 2001; Amaral *et al.* 2006). Assim, a diversidade encontrada neste estudo ficou nesta faixa de variação.

A curva espécie-área (Figura 3) mostrou sinais de estabilização e sugere que a amostragem foi adequada para a caracterização florística do cerrado típico estudado. Após a amostragem de 0,5 ha foram encontradas 74 espécies, 87% do total de 85. O aumento da área resultou em pequeno acréscimo de espécies. Com 0,8 ha foram encontradas 80 espécies ou 94,1% do total. O padrão encontrado apóia o fato de que no cerrado sentido restrito, de modo geral, há acréscimo acentuado no número de espécies até 0,5 hectare e pequena variação com o aumento da área amostrada (Felfili & Imaña-Encinas 2001).

Os estimadores de riqueza Chao 1 e Chao 2 encontraram 122 e 124 espécies, respectivamente. A metodologia utilizada foi satisfatória, pois, levando-se em consideração estes estimadores, amostrou-se 70% da riqueza florística na área de estudo.

Das famílias amostradas, Fabaceae apresentou o maior número de espécies (12), seguida por Myrtaceae (9), Malpighiaceae (6), Vochysiaceae (5) e Annonaceae (4) (Tabela 1). Estas cinco famílias, 13,1% do total, contribuíram com 42,3% da riqueza florística na área. Estas famílias também se destacaram na maioria dos levantamentos realizados no Cerrado (Mendonça *et al.* 1998; Nogueira *et al.* 2001; Felfili *et al.* 2002; Assunção & Felfili 2004). Dentre as demais famílias, 21 (55,3%) apresentaram uma única espécie.

Tabela 1: Composição florística da vegetação lenhosa amostrada em cerrado típico sobre Cambissolo na Estância Quinta da Serra, Mossâmedes, Goiás.

Famílias	Espécies
<b>Anacardiaceae</b>	<i>Anacardium occidentale</i> L. <i>Astronium fraxinifolium</i> Schott ex Spreng. *# <i>Tapirira guianensis</i> Aubl. #
<b>Annonaceae</b>	<i>Annona coriacea</i> Mart.* <i>Annona crassiflora</i> Mart. <i>Cardiopetalum calophyllum</i> Schltld. # <i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.*
<b>Apocynaceae</b>	<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart. <i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart. * <i>Hancornia speciosa</i> B.A. Gomes *
<b>Araliaceae</b>	<i>Schefflera macrocarpa</i> (Cham. & Schltld.) Frodin
<b>Asteraceae</b>	<i>Piptocarpha rotundifolia</i> (Less.) Baker
<b>Bignoniaceae</b>	<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore * <i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Standl.*
<b>Caryocaraceae</b>	<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.*
<b>Celastraceae</b>	<i>Plenckia populnea</i> Reissek
<b>Chrysobalanaceae</b>	<i>Hirtella glandulosa</i> Spreng #
<b>Clusiaceae</b>	<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc. * <i>Kielmeyera</i> sp.
<b>Combretaceae</b>	<i>Terminalia argentea</i> Mart.
<b>Connaraceae</b>	<i>Connarus suberosus</i> Planch.*
<b>Dilleniaceae</b>	<i>Curatella americana</i> L.* <i>Davilla elliptica</i> A. St.-Hil.* <i>Davilla grandiflora</i> A. St.-Hil. & Tul.
<b>Ebenaceae</b>	<i>Diospyros burchellii</i> Hiern <i>Diospyros hispida</i> A. DC. *#
<b>Erythroxylaceae</b>	<i>Erythroxylum deciduum</i> A. St.-Hil. <i>Erythroxylum suberosum</i> A. St.-Hil.*
<b>Fabaceae</b>	<i>Acosmium dasycarpum</i> (Vogel) Yakovlev * <i>Acosmium</i> sp. <i>Andira vermifuga</i> Mart. ex Benth. (sinonímia <i>A. paniculata</i> Benth.) # <i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth * <i>Dalbergia miscolobium</i> Benth. <i>Dimorphandra mollis</i> Benth.* <i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne * <i>Machaerium opacum</i> Vogel <i>Sclerolobium aureum</i> (Tul.) Baill. * <i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville <i>Stryphnodendron rotundifolium</i> Mart. <i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke *
<b>Hypericaceae</b>	<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Pers. #
<b>Icacinaceae</b>	<i>Emmotum nitens</i> (Benth.) Miers #
<b>Lamiaceae</b>	<i>Aegiphila lhotskiana</i> Cham.
<b>Loganiaceae</b>	<i>Strychnos pseudoquina</i> A. St.-Hil.

continua

Tabela 1 (continuação)

Famílias	Espécies
<b>Lythraceae</b>	<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil. *
	<i>Physocalymma scaberrimum</i> Pohl #
<b>Malpighiaceae</b>	<i>Byrsonima basiloba</i> A. Juss.
	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth *
	<i>Byrsonima fagifolia</i> Nied.
	<i>Byrsonima pachyphylla</i> A. Juss. * (sinonímia <i>B. crassa</i> Nied.)
	<i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) DC. *
	<i>Heteropterys byrsonimifolia</i> A. Juss.
<b>Malvaceae</b>	<i>Eriotheca pubescens</i> (Mart. & Zucc.) Schott & Endl. #
	<i>Pseudobombax longiflorum</i> (Mart. & Zucc.) A. Robyns
<b>Marcgraviaceae</b>	<i>Norantea guianensis</i> Aubl.
<b>Melastomataceae</b>	<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana
	<i>Miconia rubiginosa</i> (Bonpl.) DC.
<b>Moraceae</b>	<i>Brosimum gaudichaudii</i> Trécul *
<b>Myrtaceae</b>	<i>Eugenia aurata</i> O. Berg
	<i>Eugenia dysenterica</i> DC.
	<i>Eugenia</i> aff. <i>pyriformis</i> Cambess.
	<i>Gomidesia lindeniana</i> O. Berg #
	<i>Myrcia rostrata</i> DC. #
	<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC. #
	<i>Myrcia variabilis</i> DC.
	<i>Psidium myrsinites</i> Mart. ex DC. (sinonímia <i>P. myrsinoides</i> O. Berg)
	<i>Psidium pohlianum</i> O. Berg
<b>Nyctaginaceae</b>	<i>Guapira graciliflora</i> Lundell #
	<i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell
	<i>Neea theifera</i> Oerst.
<b>Ochnaceae</b>	<i>Ouratea castaneifolia</i> (DC.) Engl. #
	<i>Ouratea hexasperma</i> (A. St.-Hil.) Baill. *
<b>Proteaceae</b>	<i>Roupala montana</i> Aubl. *
<b>Rubiaceae</b>	<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltld.) K. Schum.*
<b>Sapindaceae</b>	<i>Matayba guianensis</i> Aubl. #
<b>Sapotaceae</b>	<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.*
<b>Simaroubaceae</b>	<i>Simarouba versicolor</i> A. St.-Hil. #
<b>Solanaceae</b>	<i>Solanum lycocarpum</i> A. St.-Hil.
<b>Styracaceae</b>	<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.
<b>Urticaceae</b>	<i>Cecropia</i> sp.
<b>Vochysiaceae</b>	<i>Qualea grandiflora</i> Mart. *
	<i>Qualea multiflora</i> Mart. *#
	<i>Qualea parviflora</i> Mart. *
	<i>Vochysia haenkeana</i> Mart. #
	<i>Vochysia rufa</i> Mart.

\* Espécies amplamente distribuídas no Cerrado (Ratter *et al.* 2003 e Ribeiro *et al.* 2005).

# Espécies típicas das matas de galeria no Distrito Federal e Brasil Central (Silva Júnior *et al.* 1998, 2001).

Tabela 2: Características da vegetação lenhosa em 23 áreas de cerrado sentido restrito amostradas sobre diferentes tipos de solos. Onde: S=riqueza de espécies e H'=índice de Shannon &Wiener.

Local	S	H' (nats.ind <sup>-1</sup> )	Densidade (ind.ha <sup>-1</sup> )	Área Basal (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	Tipo de Solo*	Referência
Serra Dourada - GO	85	3,65	1.036	9,690	Cambissolo	Este estudo
Faz. Sucupira - DF	51	3,09	631	3,679	Neossolo Litólico	Amaral <i>et al.</i> 2006
Serra dos Pireneus (Portal) - GO	65	3,65	1.105	11,03	Neossolo Litólico	Moura 2006; Moura <i>et al.</i> 2007
Serra dos Pireneus (Três Picos) - GO	56	3,33	507	3,91	Neossolo Litólico	Moura 2006; Moura <i>et al.</i> 2007
Vila Propício - GO	81	3,72	831	7,3	Neossolo Litólico	Felfili <i>et al.</i> 2007
Alto Paraíso - GO	88	3,44	944	8,05	Neossolo Litólico	Felfili <i>et al.</i> 2007
PARNA Chapada dos Veadeiros - GO	81	3,57	1.109	8,92	Neossolo Litólico	Felfili <i>et al.</i> 2007
APA Gama Cabeça do Veado - DF	66	3,56	1.394	10,64	Latossolos	Felfili <i>et al.</i> 1993
PARNA de Brasília - DF	55	3,34	1.036	8,32	Latossolos	Felfili <i>et al.</i> 1993
E. E. Águas Emendadas - DF	72	3,62	1.396	10,76	Latossolos	Felfili <i>et al.</i> 1993
Silvânia - GO	68	3,31	1.348	11,3	Latossolos	Felfili <i>et al.</i> 1993
Paracatu - MG	60	3,11	664	5,89	Latossolos	Felfili <i>et al.</i> 1993
Patrocínio - MG	68	3,53	981	5,79	Latossolos	Felfili <i>et al.</i> 1993
Canarana - MT	88	3,78	1.285	9,56	Latossolos	Nogueira <i>et al.</i> , 2001
São Desidério - BA	67	3,56	835	8,33	Latossolos	Felfili <i>et al.</i> 2001
Formosa do Rio Preto - BA	68	3,73	628	7,65	Latossolos	Felfili <i>et al.</i> 2001
RECOR (IBGE)- DF	63	3,53	1.964	13,28	Latossolos	Andrade <i>et al.</i> 2002

*continua*

Tabela 2 (continuação)

Local	S	H' (nats.ind <sup>-1</sup> )	Densidade (ind.ha <sup>-1</sup> )	Área Basal (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	Tipo de Solo*	Referência
Água Boa – MT	80	3,69	995	7,5	Latossolos	Felfili <i>et al.</i> 2002
APA Paranoá – DF	54	3,41	882	9,53	Latossolos	Assunção & Felfili 2004
JBB (Interflúvio) – DF	53	3,16	1.219	8,57	Latossolos	Fonseca & Silva Júnior 2004
JBB (Vale) – DF	54	3,40	970	6,67	Latossolos	Fonseca & Silva Júnior 2004
FLONA - MG	73	3,57	1.990	18,14	Latossolos	Balduino <i>et al.</i> 2005
PARNA Grande Sertão Veredas – MG	67	3,44	825	8,89	Neossolo Quatzarênico	Felfili <i>et al.</i> 2001
Correntina – BA	66	3,56	686	6,19	Neossolo Quatzarênico	Felfili <i>et al.</i> 2001

\*Foram considerados Neossolos Litólicos aqueles associados a afloramentos rochosos.

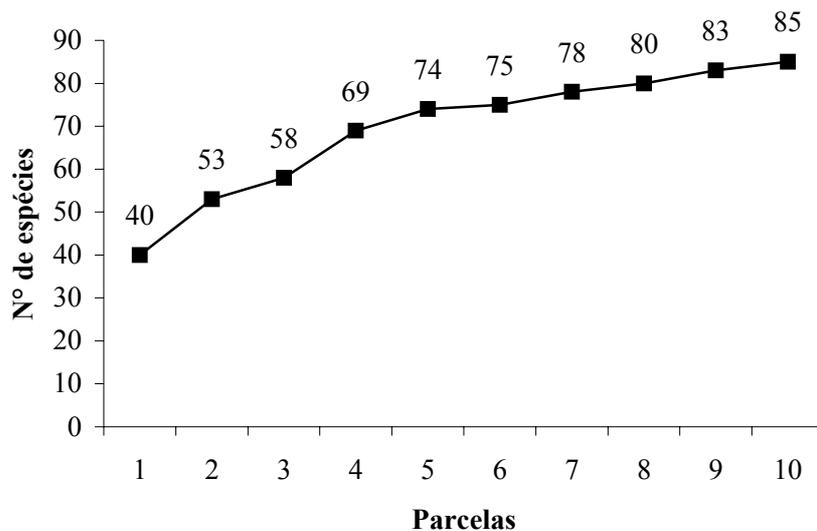


Figura 3: Curva espécie-área representando o aumento do número de espécies lenhosas (85) amostradas em relação ao aumento do número de parcelas (10) em cerrado típico sobre Cambissolo, na Estância Quinta da Serra, Mossâmedes, Goiás.

Os gêneros mais ricos foram *Byrsonima* (5) e *Eugenia*, *Myrcia* e *Qualea* com três espécies cada. A maioria dos gêneros, 43 ou 70,5% do total, apresentaram apenas uma espécie, o que corrobora a alta diversidade biológica no cerrado típico sobre Cambissolo estudado.

Das 85 espécies amostradas, 32 (38%) foram citadas por Ratter *et al.* (2003) e Ribeiro *et al.* (2005) como amplamente distribuídas no Cerrado (Tabela 1). *Eugenia* aff. *pyriformes* foi considerada rara no Cerrado (Ratter *et al.* 2003) e apresentou baixa densidade na área de estudo. *Diospyros burchellii* e *Norantea guianensis* não constam nas listas de Ratter *et al.* (2003).

As espécies *Cardiopetalum calophyllum*, *Davilla grandiflora*, *Eugenia aurata*, *Gomidesia lindeniana*, *Miconia rubiginosa*, *Myrcia rostrata*, *M. tomentosa*, *M. variabilis*, *Psidium pohlianum*, *Stryphnodendron rotundifolium*, *Vismia guianensis* e *Vochysia haenkeana*, raras neste estudo, foram consideradas de distribuição mais restrita no Cerrado, pois ocorreram em até 10% dos sítios amostrados por Ratter *et al.* (2003).

Do total de espécies amostradas, 19 (22,3%) foram citadas como típicas das matas de galeria no Distrito Federal e Brasil Central (Tabela 1) (Silva Júnior *et al.* 1998, 2001). É importante ressaltar que destas 19 espécies, 15 (78,9%) foram amostradas na parcela 1, mais próxima à mata de galeria do córrego Quinta. Assim, a mata de galeria, devido à proximidade, influenciou a composição florística do cerrado típico sobre Cambissolo estudado.

### 3.2 Estrutura fitossociológica

A densidade total encontrada na área de estudo foi 1.036 ind.ha<sup>-1</sup> e a área basal total foi 9,690 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> (Tabela 3). A densidade nas 23 áreas de cerrado sentido restrito comparadas (Tabela 2) variou de 631 ind.ha<sup>-1</sup> a 1.109 ind.ha<sup>-1</sup> no cerrado rupestre, 686 ind.ha<sup>-1</sup> a 825 ind.ha<sup>-1</sup> em Neossolos Quartzarênicos e de 628 ind.ha<sup>-1</sup> a 1.990 ind.ha<sup>-1</sup> em Latossolos (Tabela 2). O valor encontrado neste estudo ficou acima da faixa de variação encontrada nos cerrados sobre Neossolos Quartzarênicos, porém dentro da faixa de variação do cerrado rupestre e cerrado sentido restrito sobre Latossolos.

O valor de área basal das 23 áreas comparadas (Tabela 2) variou de 3,679 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> a 18,14 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> nas áreas de cerrado rupestre e cerrado sentido restrito sobre Latossolos e de 6,19 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> a 8,89 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> em cerrado sobre Neossolos Quartzarênicos. Assim, o valor de área basal obtido neste estudo ficou na faixa de variação encontrada para os cerrados sobre Neossolos Litólicos e Latossolos, porém acima dos valores apresentados pelas áreas sobre Neossolos Quartzarênicos.

Tabela 3: Parâmetros fitossociológicos da vegetação lenhosa amostrada em cerrado típico sobre Cambissolo na Estância Quinta da Serra, Mossâmedes, Goiás. Onde: DA=densidade absoluta; DR=densidade relativa; DoA=dominância absoluta; DoR=dominância relativa; FA=frequência absoluta; FR=frequência relativa e IVI=índice de valor de importância.

<b>Espécies</b>	<b>DA</b> (ind.ha <sup>-1</sup> )	<b>DR</b> (%)	<b>DoA</b> (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	<b>DoR</b> (%)	<b>FA</b>	<b>FR</b> (%)	<b>IVI</b>
1. Mortas	157	15,15	1,154	11,90	100	3,66	30,72
2. <i>Qualea grandiflora</i>	98	9,46	1,393	14,38	100	3,66	27,50
3. <i>Andira vermifuga</i>	67	6,47	0,879	9,07	90	3,30	18,83
4. <i>Byrsonima coccolobifolia</i>	44	4,25	0,360	3,71	100	3,66	11,62
5. <i>Heteropterys byrsonimifolia</i>	36	3,47	0,433	4,47	80	2,93	10,87
6. <i>Xylopia aromatica</i>	54	5,21	0,343	3,54	50	1,83	10,59
7. <i>Erythroxylum deciduum</i>	45	4,34	0,199	2,05	80	2,93	9,32
8. <i>Piptocarpha rotundifolia</i>	44	4,25	0,320	3,30	40	1,47	9,02
9. <i>Byrsonima pachyphylla</i>	29	2,80	0,169	1,74	100	3,66	8,20
10. <i>Psidium myrsinites</i>	31	2,99	0,238	2,46	70	2,56	8,01
11. <i>Simarouba versicolor</i>	18	1,74	0,296	3,05	60	2,20	6,99
12. <i>Bowdichia virgilioides</i>	13	1,25	0,251	2,59	70	2,56	6,41
13. <i>Roupala montana</i>	22	2,12	0,231	2,39	50	1,83	6,34
14. <i>Annona coriacea</i>	20	1,93	0,148	1,52	70	2,56	6,02
15. <i>Hymenaea stigonocarpa</i>	20	1,93	0,164	1,70	60	2,20	5,83
16. <i>Miconia albicans</i>	23	2,22	0,153	1,57	50	1,83	5,63
17. <i>Solanum lycocarpum</i>	20	1,93	0,090	0,93	60	2,20	5,06
18. <i>Sclerolobium aureum</i>	18	1,74	0,097	1,00	60	2,20	4,94
19. <i>Qualea multiflora</i>	17	1,64	0,118	1,22	50	1,83	4,69
20. <i>Stryphnodendron rotundifolium</i>	12	1,16	0,137	1,42	50	1,83	4,41
21. <i>Anacardium occidentale</i>	9	0,87	0,130	1,34	50	1,83	4,04
22. <i>Qualea parviflora</i>	13	1,25	0,090	0,93	50	1,83	4,02
23. <i>Connarus suberosus</i>	11	1,06	0,069	0,71	50	1,83	3,61
24. <i>Davilla elliptica</i>	15	1,45	0,102	1,06	30	1,10	3,60
25. <i>Vatairea macrocarpa</i>	13	1,25	0,085	0,88	40	1,47	3,60
26. <i>Eugenia aurata</i>	7	0,68	0,078	0,81	50	1,83	3,31
27. <i>Ouratea hexasperma</i>	8	0,77	0,087	0,89	40	1,47	3,13
28. <i>Erythroxylum suberosum</i>	8	0,77	0,032	0,33	50	1,83	2,93
29. <i>Guapira noxia</i>	4	0,39	0,094	0,97	40	1,47	2,83
30. <i>Lafoensia pacari</i>	11	1,06	0,099	1,02	20	0,73	2,81
31. <i>Acosmium</i> sp.	13	1,25	0,066	0,68	20	0,73	2,67
32. <i>Kielmeyera coriacea</i>	6	0,58	0,054	0,56	40	1,47	2,60
33. <i>Aspidosperma tomentosum</i>	4	0,39	0,063	0,65	40	1,47	2,51
34. <i>Pseudobombax longiflorum</i>	3	0,29	0,101	1,04	30	1,10	2,43
35. <i>Byrsonima verbascifolia</i>	5	0,48	0,072	0,74	30	1,10	2,32
36. <i>Diospyros burchellii</i>	8	0,77	0,079	0,81	20	0,73	2,32
37. <i>Acosmium dasycarpum</i>	6	0,58	0,025	0,26	40	1,47	2,30
38. <i>Caryocar brasiliense</i>	3	0,29	0,119	1,23	20	0,73	2,25
39. <i>Machaerium opacum</i>	4	0,39	0,070	0,72	30	1,10	2,20
40. <i>Vochysia rufa</i>	12	1,16	0,061	0,63	10	0,37	2,16
41. <i>Eugenia dysenterica</i>	3	0,29	0,051	0,53	30	1,10	1,92
42. <i>Myrcia tomentosa</i>	5	0,48	0,018	0,19	30	1,10	1,77

continua

Tabela 3 (continuação)

<b>Espécies</b>	<b>DA</b> (ind.ha <sup>-1</sup> )	<b>DR</b> (%)	<b>DoA</b> (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	<b>DoR</b> (%)	<b>FA</b>	<b>FR</b> (%)	<b>IVI</b>
43. <i>Tabebuia ochracea</i>	5	0,48	0,014	0,14	30	1,10	1,72
44. <i>Stryphnodendron adstringens</i>	2	0,19	0,072	0,74	20	0,73	1,67
45. <i>Pouteria ramiflora</i>	2	0,19	0,068	0,70	20	0,73	1,63
46. <i>Myrcia variabilis</i>	3	0,29	0,013	0,14	30	1,10	1,53
47. <i>Kielmeyera</i> sp.	4	0,39	0,033	0,34	20	0,73	1,46
48. <i>Dimorphandra mollis</i>	3	0,29	0,030	0,31	20	0,73	1,33
49. <i>Vismia guianensis</i>	4	0,39	0,020	0,21	20	0,73	1,33
50. <i>Brosimum gaudichaudii</i>	3	0,29	0,014	0,15	20	0,73	1,17
51. <i>Byrsonima fagifolia</i>	2	0,19	0,020	0,20	20	0,73	1,13
52. <i>Matayba guianensis</i>	5	0,48	0,025	0,26	10	0,37	1,11
53. <i>Ouratea castaneifolia</i>	2	0,19	0,015	0,15	20	0,73	1,08
54. <i>Davilla grandiflora</i>	2	0,19	0,013	0,14	20	0,73	1,06
55. <i>Plenckia populnea</i>	1	0,10	0,057	0,59	10	0,37	1,06
56. <i>Cecropia</i> sp.	2	0,19	0,011	0,11	20	0,73	1,04
57. <i>Vochysia haenkeana</i>	3	0,29	0,037	0,38	10	0,37	1,03
58. <i>Norantea guianensis</i>	3	0,29	0,035	0,36	10	0,37	1,02
59. <i>Terminalia argentea</i>	1	0,10	0,045	0,46	10	0,37	0,92
60. <i>Eriotheca pubescens</i>	1	0,10	0,042	0,44	10	0,37	0,90
61. <i>Schefflera macrocarpa</i>	1	0,10	0,034	0,35	10	0,37	0,82
62. <i>Strychnos pseudoquina</i>	1	0,10	0,028	0,29	10	0,37	0,76
63. <i>Styrax ferrugineus</i>	1	0,10	0,027	0,28	10	0,37	0,74
64. <i>Aspidosperma macrocarpon</i>	2	0,19	0,014	0,14	10	0,37	0,70
65. <i>Myrcia rostrata</i>	1	0,10	0,022	0,23	10	0,37	0,69
66. <i>Hancornia speciosa</i>	1	0,10	0,021	0,22	10	0,37	0,68
67. <i>Dalbergia miscolobium</i>	1	0,10	0,020	0,21	10	0,37	0,67
68. <i>Byrsonima basiloba</i>	1	0,10	0,018	0,19	10	0,37	0,65
69. <i>Gomidesia lindeniana</i>	2	0,19	0,008	0,08	10	0,37	0,64
70. <i>Eugenia</i> aff. <i>pyriformis</i>	2	0,19	0,008	0,08	10	0,37	0,64
71. <i>Diospyros hispida</i>	1	0,10	0,017	0,18	10	0,37	0,64
72. <i>Neea theifera</i>	1	0,10	0,011	0,12	10	0,37	0,58
73. <i>Hirtella glandulosa</i>	1	0,10	0,011	0,11	10	0,37	0,58
74. <i>Psidium pohlianum</i>	1	0,10	0,011	0,11	10	0,37	0,57
75. <i>Curatella americana</i>	1	0,10	0,008	0,09	10	0,37	0,55
76. <i>Guapira graciliflora</i>	1	0,10	0,008	0,08	10	0,37	0,54
77. <i>Miconia rubiginosa</i>	1	0,10	0,007	0,07	10	0,37	0,54
78. <i>Aegiphila lhotskiana</i>	1	0,10	0,007	0,07	10	0,37	0,53
79. <i>Cardiopetalum calophyllum</i>	1	0,10	0,004	0,05	10	0,37	0,51
80. <i>Annona crassiflora</i>	1	0,10	0,004	0,04	10	0,37	0,51
81. <i>Emmotum nitens</i>	1	0,10	0,004	0,04	10	0,37	0,51
82. <i>Tapirira guianensis</i>	1	0,10	0,003	0,03	10	0,37	0,50
83. <i>Tocoyena formosa</i>	1	0,10	0,003	0,03	10	0,37	0,49
84. <i>Tabebuia aurea</i>	1	0,10	0,003	0,03	10	0,37	0,49
85. <i>Physocalymma scaberrimum</i>	1	0,10	0,003	0,03	10	0,37	0,49
86. <i>Astronium fraxinifolium</i>	1	0,10	0,002	0,03	10	0,37	0,49
<b>Total</b>	<b>1.036</b>	<b>100</b>	<b>9,690</b>	<b>100</b>	<b>2.730</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

As famílias Fabaceae, Vochysiaceae, Malpighiaceae, Annonaceae e Myrtaceae (Figura 4) se destacaram em densidade na área de estudo. Juntas representaram 13% do total de famílias e totalizaram 64% dos indivíduos vivos amostrados, 57,9% da densidade total e 55,3% do IVI total. Essas famílias são bem representadas no Cerrado do Brasil Central (Mendonça *et al.* 1998) e principalmente Fabaceae e Vochysiaceae têm se destacado em importância na maioria dos trabalhos realizados em cerrado sentido restrito (Felfili *et al.* 1993; Nogueira *et al.* 2001; Andrade *et al.* 2002; Felfili *et al.* 2002).

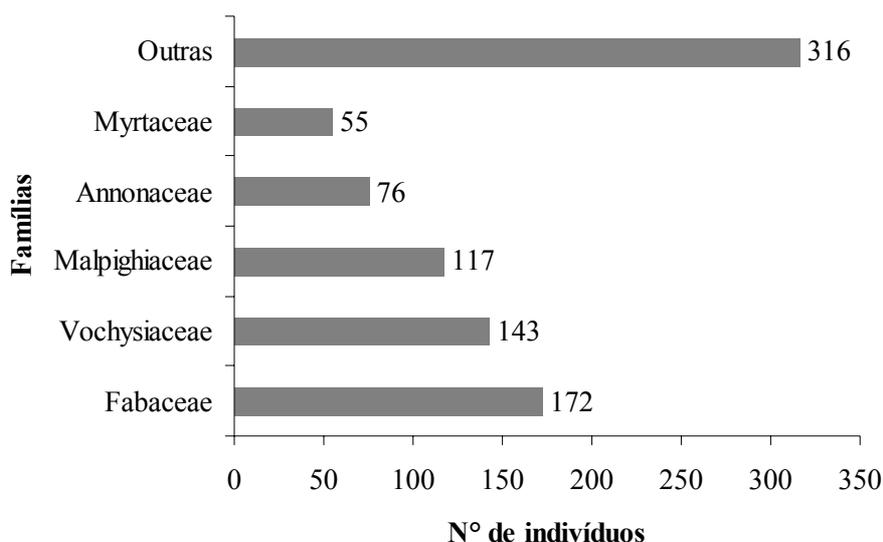


Figura 4: Distribuição do número de indivíduos lenhosos vivos ( $Db_{30cm} \geq 5cm$ ) por família amostrados no cerrado típico sobre Cambissolo, na Estância Quinta da Serra, Mossâmedes, Goiás.

A espécie *Qualea grandiflora* ( $98 \text{ ind. ha}^{-1}$ ), a mais densa na área de estudo (Tabela 3), não se destacou com densidade tão elevada em qualquer das outras áreas onde foi amostrada (Nogueira *et al.* 2001; Felfili *et al.* 2001, 2002, 2007; Assunção & Felfili 2004; Fonseca & Silva Júnior 2004; Balduino *et al.* 2005; Amaral *et al.* 2006). No Distrito Federal foi considerada pouco abundante, com densidades entre  $35,1$  e  $70 \text{ ind. ha}^{-1}$  (Nunes *et al.* 2002). Em outras áreas de cerrado sentido restrito independente do tipo de solo, Latossolos, Neossolos Litólicos ou Quartzarênicos, sua densidade variou de  $5 \text{ ind. ha}^{-1}$  em Formosa do Rio Preto a  $89 \text{ ind. ha}^{-1}$  na FLONA Paraopeba, áreas sobre Latossolos (Felfili *et al.* 2001; Balduino *et al.* 2005).

Dentre as espécies amostradas, *Q. grandiflora* ( $1,393 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ ), considerada pouco dominante nos cerrados do Distrito Federal (Nunes *et al.* 2002), foi a única com mais de 1

m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> de área basal na área de estudo. Nos cerrados do Brasil Central poucas espécies atingiram dominância acima de 1 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>, dentre elas, *Sclerolobium paniculatum* Vogel. em cerrado denso na RECOR-IBGE Brasília-DF (Andrade *et al.* 2002); *Curatella americana* L. em Água Boa-MT (Felfili *et al.* 2002); *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville na APA do Paranoá-DF (Assunção & Felfili 2004); *Ouratea hexasperma* no cerrado de interflúvio no Jardim Botânico de Brasília-DF (Fonseca & Silva Júnior 2004) e *Q. parviflora* Mart. e *Pera glabrata* (Schott) Baill. na FLONA Paraopeba-MG (Balduino *et al.* 2005).

As espécies *Q. grandiflora*, *Byrsonima coccolobifolia* e *B. pachyphylla* foram as únicas amostradas nas 10 parcelas (Tabela 3), portanto de ampla distribuição na área. Estas foram consideradas freqüentes no cerrado sentido restrito no DF (Nunes *et al.* 2002). *Q. grandiflora* foi amostrada em 21 das 23 áreas comparadas (Tabela 2), mas apresentou freqüência equivalente somente na FLONA Paraopeba-MG (Balduino *et al.* 2005). *B. coccolobifolia* ocorreu em 22 das 23 áreas (Tabela 2), porém sempre com freqüências abaixo de 100%. *B. pachyphylla* foi encontrada em 17 áreas comparadas (Tabela 2) com freqüências abaixo de 80%.

As dez espécies de maior importância (Tabela 3) detiveram 40% do IVI total, 48% da área basal e 53% do número total de indivíduos. As espécies mais importantes neste estudo também se destacaram em outras áreas (Tabela 2), a saber: *Q. grandiflora* foi a mais importante no cerrado sentido restrito em Patrocínio-MG e Silvânia-GO, ambos em Latossolos (Felfili *et al.* 1993); *Andira vermifuga* ocupou 8ª posição em IVI em Água Boa-MT (Felfili *et al.* 2002) e 10ª em Correntina-BA (Felfili *et al.* 2001).

A espécie *B. coccolobifolia* esteve entre as dez espécies mais importantes nos cerrados rupestres na Serra dos Pireneus (Portal e Três Picos) (Moura 2006) e Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros (Felfili *et al.* 2007). *Heteropterys byrsonimifolia* ocupou a 10ª posição na Fazenda Sucupira (Amaral *et al.* 2006), *Xylopia aromatica* ocupou a 9ª posição na FLONA Paraopeba (Balduino *et al.* 2005) e *Piptocarpha rotundifolia* ocupou a 4ª e a 10ª posições, respectivamente, no cerrado de interflúvio do Jardim Botânico de Brasília (Fonseca & Silva Júnior 2004) e cerrado rupestre na Vila Propício (Felfili *et al.* 2007).

*B. pachyphylla* ocupou a 3ª e 9ª posições, respectivamente, na Fazenda Sucupira (Amaral, *et al.*, 2006) e APA Gama Cabeça do Veado (Felfili *et al.* 1993); *Psidium myrsinites* foi a espécie mais importante na Serra dos Pireneus (Três Picos) (Moura 2006) e ocupou a 8ª posição em Alto Paraíso (Felfili *et al.* 2007), áreas de cerrado rupestre. Apenas *Erythroxylum deciduum* e *Simarouba versicolor* não ocuparam posições de destaque em qualquer das áreas

onde foram amostradas (Felfili *et al.* 2001, 2002, 2007; Nogueira *et al.* 2001; Andrade *et al.* 2002; Balduino *et al.* 2005; Moura 2006).

Esta breve discussão sugere a complexidade ambiental no cerrado sentido restrito, onde, diferentes espécies alcançam distintas posições em importância nas comunidades em resposta às suas habilidades naturais e fatores históricos. Além dos recursos disponíveis localmente para as comunidades vegetais, fatores biológicos e históricos de difícil avaliação são importantes na composição dos resultados aqui apresentados, pontuais na escala temporal.

Das 85 espécies inventariadas neste estudo, 56 (65,9%) apresentaram valores de importância menores que 10% do maior valor encontrado, destas 33 (38,8%) ocorreram somente em uma parcela e 26 (30,6%) apresentaram apenas um indivíduo. As espécies amostradas com apenas 1 ind.ha<sup>-1</sup> podem ser consideradas pouco comuns na área de estudo, dentre estas, *Miconia rubiginosa* não foi amostrada em qualquer das áreas (Tabela 2).

Nos ambientes tropicais (Felfili & Silva Júnior 2001) é fato freqüentemente observado que um pequeno grupo de espécies domina a área com a maioria dos indivíduos e área basal, e a maioria das espécies contribui com poucos indivíduos (Nogueira *et al.* 2001; Andrade *et al.* 2002; Felfili *et al.* 2002; Assunção & Felfili 2004).

Os indivíduos mortos em pé ocuparam a primeira colocação em importância na área de estudo, pois ocorreram em todas as parcelas e representaram 15% da densidade total e 11,9% da área basal total (Tabela 3). Segundo Felfili & Silva Júnior (1992) percentuais elevados de indivíduos mortos indicam a ocorrência de distúrbios recentes na área, como por exemplo o fogo.

### **3.3 Distribuição dos indivíduos em classes de diâmetros e alturas**

A curva da frequência dos indivíduos vivos nas classes de diâmetro apresentou aspecto “J-reverso” ou exponencial negativo (Figura 5) que indica recrutamento maior que a mortalidade e caracteriza a comunidade como auto-regenerativa. Esse padrão é considerado comum em florestas tropicais (Felfili *et al.* 1997) e se estende aos cerrados, como demonstraram os estudos feitos na Fazenda Água Limpa (Felfili & Silva Júnior 1988), Reserva Ecológica do IBGE (Andrade *et al.* 2002), Centro Olímpico da UnB (Assunção & Felfili 2004) e Chapada do Espigão Mestre do São Francisco (Felfili 2001b), entre outros.

Nas duas primeiras classes de diâmetro, abaixo de 15 cm, foram encontrados 86% dos indivíduos vivos amostrados (Figura 5). Esta distribuição é característica do cerrado sentido

restrito que apresenta a maior parte dos indivíduos da comunidade com pequeno porte (Felfili & Silva Júnior 1988; Silva Júnior & Silva 1988).

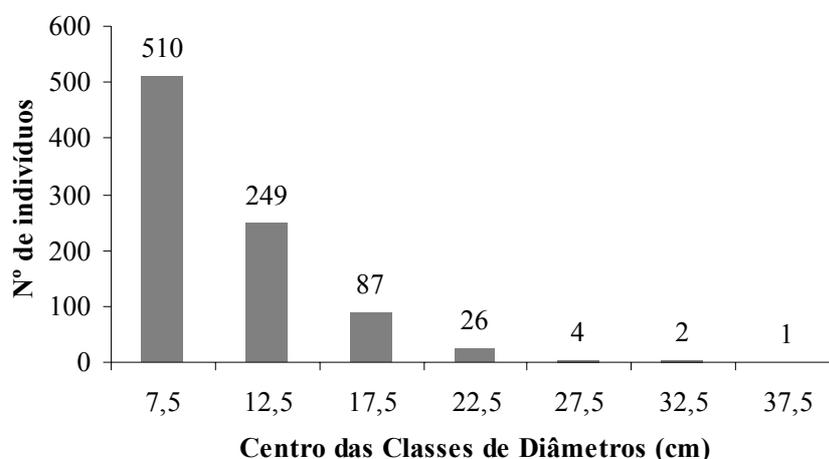


Figura 5: Distribuição em classes de diâmetro dos indivíduos lenhosos vivos amostrados no cerrado típico sobre Cambissolo na Estância Quinta da Serra, Mossâmedes, Goiás.

Das espécies amostradas, apenas cinco apresentaram indivíduos com diâmetros acima de 27 cm, são elas: *Plenckia populnea*, *Caryocar brasiliense*, *Pseudobombax longiflorum*, *Qualea grandiflora* e *Simarouba versicolor*, estas quatro últimas espécies também apresentaram indivíduos com diâmetros equivalentes no cerrado sentido restrito em solos rochosos no Norte de Goiás e Sul de Tocantins (Felfili & Fagg 2007).

Do total de indivíduos amostrados, 58% apresentaram diâmetro inferior a 10 cm (Figura 5), fato também constatado por Felfili (2001) em quatro áreas de cerrado na Chapada do Espigão Mestre do São Francisco onde mais de 50% dos indivíduos apresentaram diâmetros inferiores a 10 cm em todas as áreas.

Em relação às populações mais densas na área de estudo, *Q. grandiflora* (Figura 6A), *Byrsonima coccolobifolia* (Figura 6C), *Xylopia aromatica* (Figura 6E), *Erythroxylum deciduum* (Figura 6F), *Piptocarpha rotundifolia* (Figura 6G) e *Psidium myrsinites* (Figura 6H) apresentaram distribuição diamétrica com aspecto “J-reverso” ou características auto-regenerativas. Dentre estas, *B. coccolobifolia* e *X. aromatica* apresentaram distribuição diamétrica bastante irregular evidenciando distúrbios ocorridos na área. É importante ressaltar que *Q. grandiflora* foi a que apresentou maior número de indivíduos com diâmetros acima de 23 cm.

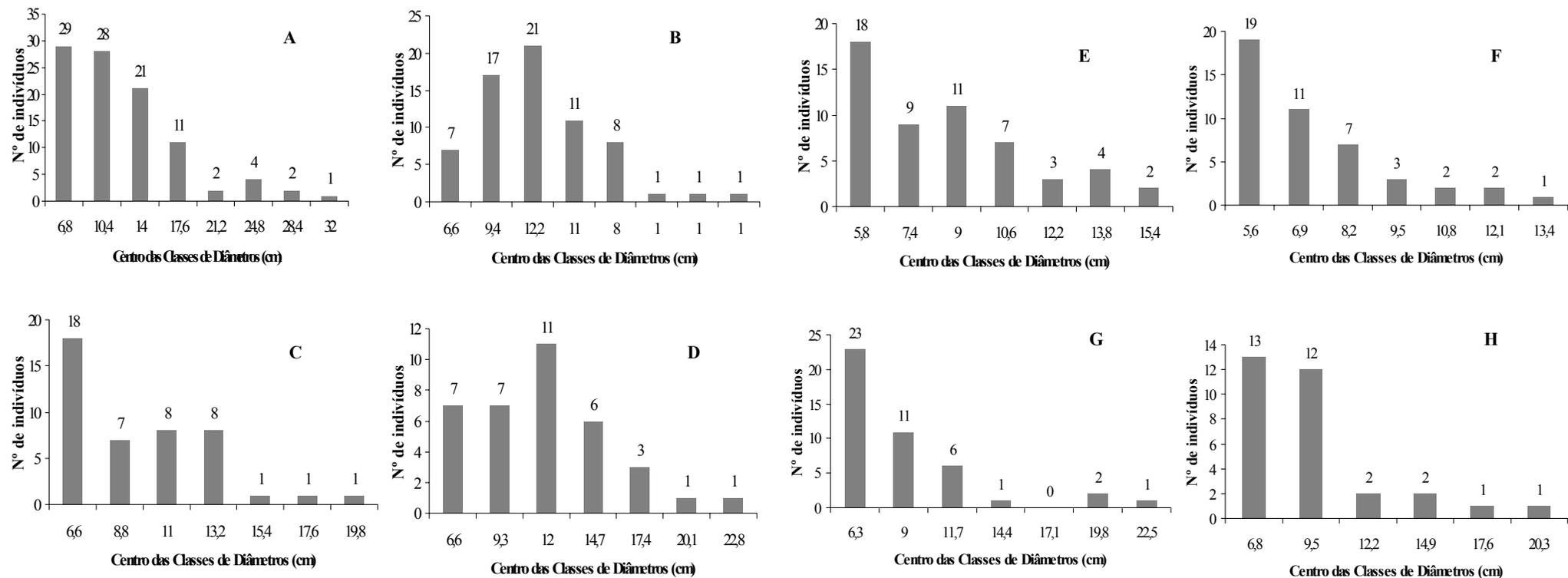


Figura 6: Distribuição diamétrica das espécies mais densas amostradas em cerrado típico em Cambissolo na Estância Quinta da Serra, Mossâmedes, Goiás. **A** - *Qualea grandiflora* Mart.; **B** - *Andira vermifuga* Mart. ex Benth.; **C** - *Byrsonima coccolobifolia* Kunth; **D** - *Heteropterys byrsonimifolia* A. Juss.; **E** - *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart.; **F** - *Erythroxylum deciduum* A. St.-Hil.; **G** - *Piptocarpha rotundifolia* (Less.) Baker; **H** - *Psidium myrsinites* Mart. ex DC.

As populações de *Andira vermifuga* (Figura 6B) e *Heteropterys byrsonimifolia* (Figura 6D) apresentaram menor número de indivíduos na primeira ou nas duas primeiras classes em relação à classe subsequente, este tipo de distribuição sugere problemas com polinização, predação de frutos e sementes ou na germinação e/ou estabelecimento.

A maioria das populações apresentaram mais de 40% dos indivíduos com diâmetros abaixo de 10,8 cm. As espécies que alcançaram maiores dimensões foram *A. vermifuga*, *H. byrsonimifolia* e *Q. grandiflora*. Os resultados obtidos para as populações mais densas neste estudo ratificam o comumente encontrado no cerrado sentido restrito com a maioria dos indivíduos de pequeno porte (Felfili & Silva Júnior 1988; Felfili 2001b).

A distribuição diamétrica dos indivíduos “mortos em pé” apresentou representantes apenas nas cinco primeiras classes com até 29,9 cm de  $Db_{30cm}$  (Figura 7). Dentre os 175 “mortos em pé”, 74% apresentaram diâmetros abaixo de 10 cm, sugerindo que a mortalidade é maior entre os indivíduos de menor porte. Esta característica é comum para comunidades florestais, pois a sobrevivência aumenta com o aumento em tamanho (Harper 1977; Parca 2007).

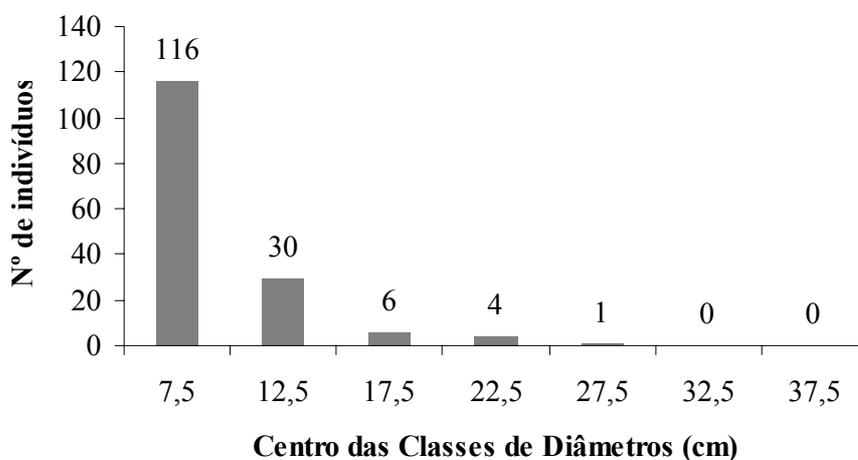


Figura 7: Distribuição em classes de diâmetros dos indivíduos mortos em pé amostrados no cerrado típico sobre Cambissolo na Estância Quinta da Serra, Mossâmedes, Goiás.

A distribuição das freqüências de altura para todos os indivíduos vivos amostrados tendeu à distribuição normal (Figura 8). A análise desta distribuição reflete a estrutura vertical da comunidade. Do total de indivíduos amostrados, 81% apresentou alturas entre 2,0 e 5,9 m, resultado semelhante foi encontrado no cerrado sentido restrito em Latossolos na APA do

Paranoá-DF (Assunção & Felfili 2004). A maior altura encontrada foi 11 metros para um indivíduo de *S. versicolor*.

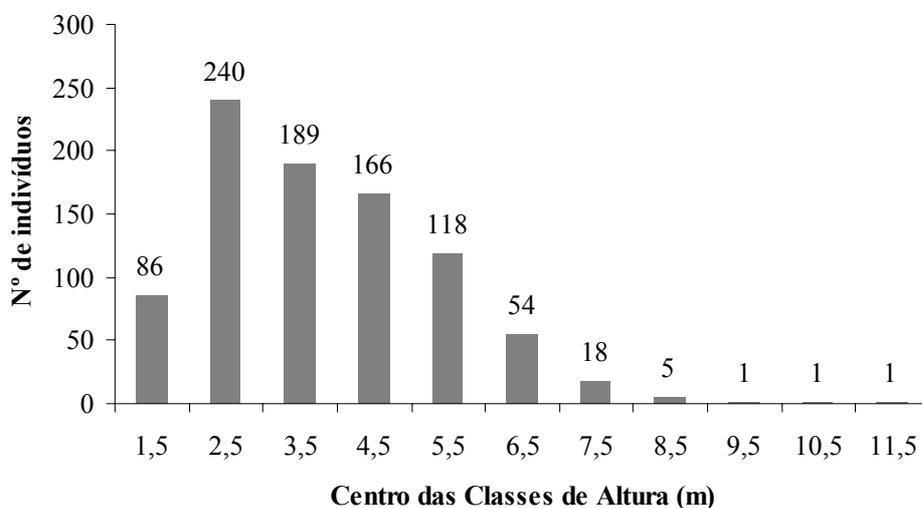


Figura 8: Distribuição em classes de altura dos indivíduos lenhosos vivos ( $Db_{30cm} \geq 5cm$ ) amostrados no cerrado típico sobre Cambissolo na Estância Quinta da Serra, Mossâmedes, Goiás.

### 3.4 Conclusões

A área de estudo apresentou valores de riqueza e diversidade dentro da faixa de variação das áreas de cerrado sentido restrito sobre Latossolos e Neossolos Litólicos. Porém, os valores de densidade e área basal obtidos ficaram acima da variação encontrada nas áreas sobre Neossolos Quartzarênicos, porém dentro da variação do cerrado sentido restrito sobre os demais tipos de solos.

A flora do cerrado típico estudado é composta, principalmente, por espécies generalistas (38%) de ampla distribuição no bioma. As famílias com maior número de espécies foram Fabaceae, Myrtaceae, Vochysiaceae e Annonaceae que contribuíram com 42,3% do total de espécies encontradas. Famílias estas, normalmente, amostradas com alta riqueza nas áreas de cerrado sentido restrito sobre vários tipos de solos no Brasil Central.

As espécies *Qualea grandiflora* e *Andira vermifuga* se destacaram como as mais importantes na área de estudo. Assim, podem ser consideradas como as que melhor exploraram os recursos do meio.

O cerrado típico sobre Cambissolo apresentou alta representatividade dos indivíduos mortos em pé, estes ocuparam a primeira colocação em IVI, com frequência em todas as parcelas. Tal fato pode estar relacionado à incidência de distúrbios, como o fogo que ocorreu oito meses antes da realização deste trabalho. Apesar disso, a comunidade apresenta-se auto-regenerativa, com recrutamento maior que a mortalidade.

### **Capítulo 3: Comparação entre duas áreas de cerrado sentido restrito sobre dois substratos na Serra Dourada, Goiás.**

**Resumo** – Foram selecionadas duas áreas de cerrado sentido restrito sobre dois tipos de substratos, Neossolo Litólico e Cambissolo, na Serra Dourada, Mossâmedes-Goiás. Este trabalho teve por objetivos comparar a composição florística e a estrutura comunitária da vegetação lenhosa e relacionar as características químicas do solo com as parcelas amostradas. Foram locadas 20 parcelas permanentes de 20 m x 50 m cada, 10 em cada área. Nos dois cerrados, amostrou-se todos os indivíduos lenhosos com  $Db_{30cm} \geq 5$  cm, inclusive mortos em pé. Os dois cerrados estudados apresentaram, em conjunto, elevada riqueza florística, com 101 espécies. *Andira vermifuga*, *Byrsonima coccolobifolia* e *Heteropterys byrsonimifolia* foram comuns às duas áreas e se destacaram em densidade. As áreas diferem-se em densidade e área basal de indivíduos vivos, o cerrado rupestre apresentou-se mais denso, enquanto o cerrado típico sobre Cambissolo maior área basal. Provavelmente, a alta densidade de indivíduos mortos em pé no cerrado típico sobre Cambissolo deve-se à presença de camada rasteira contínua que favorece maior permanência e dispersão do fogo. A classificação pelo método TWINSpan separou as parcelas das duas áreas, resultado corroborado pela ordenação através do método DCA. As áreas apresentaram solos arenosos, distróficos, álicos e com baixa capacidade de troca catiônica. A ordenação das variáveis químicas do solo por PCA mostrou que as parcelas do cerrado típico sobre Cambissolo foram fortemente influenciadas pelos teores de cobre, ferro e saturação por alumínio, e no cerrado rupestre as parcelas 1, 2, 4, 5 e 7 foram influenciadas por cálcio, magnésio, fósforo e sódio, enquanto as parcelas 3, 6, 8, 9 e 10 foram influenciadas por alumínio, H+Al, potássio, matéria orgânica, zinco, manganês e pH.

Palavras-chave: cerrado rupestre, cerrado típico, diversidade, estrutura, relação solo-planta.

## **1.0 Introdução**

O estudo ecológico de vegetação preocupa-se não apenas com a identificação de comunidades em uma determinada área, mas também em como essas comunidades se relacionam com outras e com os fatores ambientais (Müeller-Dombois & ElleMBERG 1974). Pequenas variações ambientais ao longo de áreas razoavelmente grandes produzirão variação correspondente na vegetação (Kershaw & Looney 1985). Em geral, os principais fatores responsáveis pelos padrões e processos das comunidades savânicas são estacionalidade climática, disponibilidade hídrica, características edáficas como profundidade, textura e disponibilidade de nutrientes no solo (Felfili *et al.* 2005).

No Cerrado, há controvérsias quanto a determinação de fatores que explicam a distribuição da vegetação (Oliveira-Filho & Ratter 2002). Furley (1999) considera que o mosaico de diferentes formas vegetacionais do Cerrado variam de acordo com três fatores principais: topografia e drenagem, nutrientes do solo e históricos de fogo na área. Sendo assim, a paisagem do Cerrado se caracteriza por uma variação no gradiente de biomassa, desde o campo limpo até o cerradão (Almeida-Júnior 1993).

Um dos principais tipos fitofisionômicos deste bioma é o cerrado sentido restrito, que apresenta os estratos arbóreo e arbustivo-herbáceo bem definidos, com cobertura arbórea variando entre 5% e 70% (Ribeiro & Walter 1998). Esta fitofisionomia ocorre predominantemente em Latossolos e Neossolos Quartzarênicos (areias quartzosas), mas pode ocorrer também em outros tipos de solos (Reatto *et al.* 1998; Reatto & Martins 2005). Várias áreas de cerrado sentido restrito vem sendo estudadas com metodologia padronizada, no âmbito do projeto Biogeografia do Bioma Cerrado (Felfili *et al.* 2004), mas ainda são poucas as amostragens em cerrado rupestre e cerrado típico sobre Cambissolo.

Este trabalho teve por objetivos comparar a composição florística e a estrutura comunitária da vegetação lenhosa de duas áreas de cerrado sentido restrito sobre dois substratos, Neossolo Litólico e Cambissolo, na Serra Dourada-Goiás e relacionar as características químicas do solo com as parcelas amostradas, visando propor hipóteses sobre os padrões de distribuição espacial da vegetação e os fatores edáficos condicionantes desta distribuição.

## **2.0 Material e Métodos**

### **2.1 Descrição das Áreas de Estudo**

Este trabalho foi realizado em duas áreas de cerrado sentido restrito na Estância Quinta da Serra, localizada na Serra Dourada, município de Mossâmedes-Goiás (16° 02' 01''

S e 50° 03' 41" W). A primeira área de estudo é um cerrado rupestre localizado no Espigão da Serra Dourada em área mais íngreme associada a lajões rochosos (ver Capítulo 1). A segunda área é um cerrado típico sobre Cambissolo localizado na base da Serra Dourada em área plana, entre o cerrado rupestre e a mata de galeria do córrego Quinta (ver Capítulo 2).

A distância entre as áreas variou de 50 m a 200 m e os dois cerrados são diferenciados principalmente pelo tipo de substrato. O cerrado rupestre ocorre sobre Neossolo Litólico, pouco profundo, arenoso e com grandes afloramentos rochosos. Já o cerrado típico ocorre sobre Cambissolo que apresenta coloração bruna-amarelada, cascalhos e pedregosidade na superfície.

Do ponto de vista morfoestrutural, a Serra Dourada apresenta rochas pré-cambrianas do grupo Araxá. Seus solos são formados basicamente por micaxistos, quartzitos e filitos (Cassetti 1983).

O clima da região é do tipo Aw segundo Köppen (1948) com a estação chuvosa entre outubro e março, e a estação seca entre abril e setembro. A temperatura média anual é de 23,6° C, com dias quentes e noites frias. A precipitação média anual está em torno de 1.786 mm, podendo haver variações anuais (Manoel 1999).

Históricos de fogo são comuns na Serra Dourada, geralmente queimadas naturais ou acidentais ocorrem anualmente na época seca. Ocorreram incêndios de causas desconhecidas no cerrado rupestre no ano anterior e no cerrado típico sobre Cambissolo oito meses antes das coletas de dados (comunicação pessoal Jander Mendes).

## **2.2 Amostragem da Vegetação**

Os dados utilizados no presente estudo provieram do levantamento fitossociológico realizado em 20 parcelas permanentes de 20 x 50 m, dez em cada uma das áreas. As parcelas foram distribuídas de modo a abranger a maior variação florístico-estrutural possível na área, com cerca de 100 m de distância entre si (vide Capítulos 1 e 2).

O trabalho de campo foi realizado no primeiro semestre dos anos de 2007 e 2008. Nas parcelas foram amostrados todos os indivíduos lenhosos com  $Db_{30cm} \geq 5$  cm, exceto lianas, palmeiras e velozíáceas. Indivíduos bifurcados desde a base ou em touceiras foram incluídos desde que pelo menos um dos troncos apresentasse o diâmetro mínimo de inclusão. Neste caso, cada tronco foi medido separadamente e calculada a média quadrática dos troncos (Scolforo 1994).

As árvores amostradas foram identificadas em nível específico, quando possível, e as famílias botânicas classificadas de acordo com o sistema do Angiosperm Phylogeny Group II

(APG II 2003). Os nomes dos autores de todas as espécies foram conferidos por meio de consultas ao “W3 Trópicos” (<http://www.mobot.org>). A identificação foi feita *in loco* e, quando isto não foi possível, foram coletadas três a quatro amostras de cada indivíduo. O material coletado foi herborizado e depositado no herbário da Universidade de Brasília (UB), com duplicatas enviadas para o herbário da Universidade Federal de Goiás (UFG).

### 2.3 Coleta e Análise dos Solos

Foram coletadas amostras simples da camada superficial do solo (0-15 cm) em três pontos na diagonal de cada parcela, estas foram misturadas e então retirada uma amostra composta.

As análises químicas e físicas do solo foram realizadas na Solocria Laboratório Agropecuário Ltda, Goiânia-GO, de acordo com 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<sup>+</sup>Al), saturação por alumínio (m) e de bases (V), capacidade de troca catiônica (CTC) e concentrações disponíveis dos elementos: Al<sup>3+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, P<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Mn<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Fe<sup>2+</sup> e Na<sup>2+</sup> para as 20 parcelas estudadas. As variáveis areia, silte e argila foram analisadas apenas para uma parcela em cada área estudada para fins da descrição da textura do solo nas duas áreas.

### 2.4 Análise dos Dados

Para avaliar a similaridade florística entre as parcelas foram calculados os índices de similaridade de Sørensen, baseado na presença e ausência de espécies (Magurran 2004), e Czekanowski (Kent & Coker 1992) baseado na densidade, ambos calculados pelo programa MVSP (Kovach 1993). Nunes *et al.* (2002) calcularam em 0,5 a mediana dos índices de similaridade de Sørensen nas comparações entre 100 parcelas de cerrado sentido restrito no Distrito Federal. Assim, neste trabalho foi considerado elevado os valores acima de 0,5 para Sørensen. O índice de Czekanowski varia de 0 a 1, geralmente apresenta-se na forma de porcentagem (Kent & Coker 1992). Consideraram-se elevados os valores acima de 50% (Felfili & Rezende 2003).

A diversidade florística foi avaliada através do cálculo dos índices de Shannon & Wiener na base *e* (Magurran 2004) e a equabilidade foi calculada pelo índice de uniformidade de Pielou conforme citado por Felfili & Rezende (2003).

Com o objetivo de identificar padrões na distribuição das espécies na comunidade, realizou-se mediante o uso do programa PC-ORD (McCune & Mefford 1997), a classificação

da vegetação através da aplicação do método TWINSpan (*Two-Way Indicator Species Analysis*). Este método classifica simultaneamente espécies e parcelas e evidencia aquelas indicadoras e preferenciais por meio de dicotomizações sucessivas (Kent & Coker 1992). Para esta análise foi montada uma matriz com 101 espécies por 20 parcelas, utilizando-se a densidade como variável. Os níveis de corte adotados foram 0, 2, 5, 10 e 20.

Como suplemento a essa classificação, efetuou-se a ordenação da vegetação pelo método DCA (*Detrended Correspondence Analysis*) com o uso do programa PC-ORD (McCune & Mefford 1997). Esta análise de correspondência por segmentos espacializa os dados derivados das espécies, de modo a permitir uma melhor visualização dos agrupamentos e possibilitar comparações com os grupos obtidos através do TWINSpan (Kent & Coker 1992; McCune & Grace 2002).

Para avaliar as possíveis diferenças nas propriedades químicas dos solos entre as áreas de estudo foi realizado o teste *t de Student* ao nível de 0,01 de significância (Zar 1996) para cada variável.

Para correlacionar as parcelas estudadas e as variáveis químicas dos solos foi realizada uma PCA (*Principal Component Analysis*), utilizando o programa PC-ORD (McCune & Mefford 1997). Trata-se de uma análise de ordenação indireta que condensa as informações contidas em um grande número de variáveis em um pequeno grupo de componentes. Isto é feito com a sumarização dos dados redundantes, para que as entidades similares fiquem em pontos próximos ao longo do eixo de ordenação (Kent & Coker 1992; Felfili *et al.* 2007). Dentre as variáveis analisadas, foram excluídas as propriedades físicas do solo (percentual de argila, silte e areia) por não terem sido mensuradas para todas as parcelas, além de CTC e V por serem linearmente dependentes dos níveis de cátions (Silva Júnior 1998).

Foi utilizada uma matriz com 20 parcelas por 14 variáveis do solo, estas variáveis foram padronizadas, uma vez que apresentavam unidades diferentes, resultando em pesos iguais para todas (Felfili *et al.* 2007). Os resultados foram apresentados na forma de matriz de correlação e gráficos *biplot* entre as variáveis químicas do solo e dados das parcelas e espécies.

### **3.0 Resultados e discussão**

#### **3.1 Composição florística, Diversidade e Estrutura**

Nas duas áreas foram amostradas 101 espécies (Tabela 1), o cerrado típico sobre Cambissolo (CC) apresentou-se mais rico que o cerrado rupestre (CR), 85 e 54 espécies, respectivamente. Os valores de riqueza encontrados ficaram dentro da faixa de variação, 51 a

88 espécies, da maioria dos estudos realizados em cerrado sentido restrito no Brasil Central (Andrade *et al.* 2002; Amaral *et al.* 2006; Assunção & Felfili 2004; Balduino *et al.* 2005; Felfili *et al.* 1993, 2001, 2002, 2007; Fonseca & Silva Júnior 2004; Moura 2006; Moura *et al.* 2007; Nogueira *et al.* 2001).

Do total de espécies amostradas nas áreas estudadas, 33 (32,7%) são amplamente distribuídas no Cerrado (Ratter *et al.* 2003; Ribeiro *et al.* 2005) e 38 (37,6%) foram comuns às duas áreas (Tabela 1). Das espécies comuns às duas áreas apenas *Andira vermifuga*, *Byrsonima coccolobifolia* e *Heteropterys byrsonimifolia* ocorreram com densidades elevadas ( $DA \geq 26 \text{ ind. ha}^{-1}$ ) em ambas (Tabela 1).

No CR 16 espécies foram exclusivas (Tabela 1), *Ficus guianensis* e *Wunderlichia cruelsiana*, endêmica em áreas rupestres de altitude (Munhoz & Proença 1998), foram consideradas raras no Cerrado (Ratter *et al.* 2003). *Apidosperma discolor* e *Tibouchina papyrus*, esta última com distribuição restrita a algumas serras do estado de Goiás (Santos 2003), não foram listadas em Ratter *et al.* (2003).

No CC foram 47 as espécies exclusivas (Tabela 1), *Cardiopetalum calophyllum*, *Davilla grandiflora*, ***Gomidesia lindeniana***, *Miconia rubiginosa*, ***Myrcia rostrata***, *M. tomentosa*, *Stryphnodendron rotundifolium*, *Vismia guianensis* e ***Vochysia haenkeana*** foram consideradas de distribuição mais restrita no Cerrado, pois ocorreram em apenas 10% dos sítios amostrados por Ratter *et al.* (2003). As espécies grafadas em negrito foram amostradas apenas na parcela 1, mais próxima à mata de galeria do córrego Quinta.

A mata de galeria do córrego Quinta, que margeia a Serra Dourada, influenciou a composição florística dos cerrados estudados. Dentre as espécies exclusivas, no CC foram 11 (23,4%) e no CR foram 2 (12,5%) as espécies também listadas como típicas das matas de galeria no Distrito Federal e Brasil Central (Silva Júnior *et al.* 1998, 2001).

No CR os índices de diversidade ( $H' = 3,13 \text{ nats. ind}^{-1}$ ) e equabilidade ( $J' = 0,79$ ) foram menores que no CC ( $H' = 3,65 \text{ nats. ind}^{-1}$  e  $J' = 0,82$ , respectivamente), fato devido à maior riqueza encontrada no CC. Estes valores refletem alta diversidade florística e distribuição equitativa dos indivíduos nas duas áreas. Os valores de diversidade encontrados ficaram na faixa de variação obtida em outros estudos realizados em cerrado sentido restrito sobre diferentes tipos de solos,  $H'$  entre 3,09 e 3,78  $\text{nats. ind}^{-1}$  (Andrade *et al.* 2002; Amaral *et al.* 2006; Assunção & Felfili 2004; Balduino *et al.* 2005; Felfili *et al.* 1993, 2001, 2002, 2007; Fonseca & Silva Júnior 2004; Moura 2006; Moura *et al.* 2007; Nogueira *et al.* 2001).

Tabela 1: Frequência das espécies amostradas em duas áreas de cerrado sentido restrito sobre dois substratos na Estância Quinta da Serra, Serra Dourada, Mossâmedes, Goiás. Onde: DA=densidade absoluta; CC=cerrado típico sobre Cambissolo e CR=cerrado rupestre.

Espécies	DA (ind.ha <sup>-1</sup> )	DA (ind.ha <sup>-1</sup> )
	CC	CR
<i>Acosmium dasycarpum</i> (Vogel) Yakovlev *	6	18
<i>Acosmium</i> sp.	13	0
<i>Aegiphila lhotskiana</i> Cham.	1	0
<i>Anacardium occidentale</i> L.	9	71
<i>Andira vermifuga</i> Mart. ex Benth.	67	181
<i>Annona coriacea</i> Mart. *	20	10
<i>Annona crassiflora</i> Mart.	1	0
<i>Aspidosperma discolor</i> A. DC.	0	1
<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart.	2	7
<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart. *	4	9
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott ex Spreng. *	1	0
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth *	13	3
<i>Brosimum gaudichaudii</i> Trécul *	3	0
<i>Byrsonima basiloba</i> A. Juss.	1	0
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth *	44	26
<i>Byrsonima fagifolia</i> Nied.	2	0
<i>Byrsonima pachyphylla</i> A. Juss. *	29	19
<i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) DC. *	5	0
<i>Cardiopetalum calophyllum</i> Schltld.	1	0
<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess. *	3	12
<i>Cecropia</i> sp.	2	0
<i>Connarus suberosus</i> Planch. *	11	2
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	0	1
<i>Curatella americana</i> L. *	1	0
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	1	0
<i>Davilla elliptica</i> A. St.-Hil. *	15	29
<i>Davilla grandiflora</i> A. St.-Hil. & Tul.	2	0
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth. *	3	10
<i>Diospyros burchellii</i> Hiern	8	0
<i>Diospyros hispida</i> A. DC. *	1	0
<i>Emmotum nitens</i> (Benth.) Miers	1	0
<i>Eriotheca pubescens</i> (Mart. & Zucc.) Schott & Endl.	1	0
<i>Erythroxylum deciduum</i> A. St.-Hil.	45	8
<i>Erythroxylum suberosum</i> A. St.-Hil. *	8	0
<i>Eugenia aurata</i> O. Berg	7	73
<i>Eugenia dysenterica</i> DC.	3	0
<i>Eugenia</i> aff. <i>pyriformis</i> Cambess.	2	0
<i>Ficus guianensis</i> Desv. ex Ham.	0	2

continua

Tabela 1 (continuação)

Espécies	DA (ind.ha <sup>-1</sup> )	
	CC	CR
<i>Gomidesia lindeniana</i> O. Berg	2	0
<i>Guapira graciliflora</i> Lundell	1	1
<i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell	4	1
<i>Hancornia speciosa</i> B.A. Gomes *	1	8
<i>Heteropterys byrsonimifolia</i> A. Juss.	36	72
<i>Hirtella glandulosa</i> Spreng.	1	2
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne *	20	8
<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc. *	6	53
<i>Kielmeyera rubriflora</i> Cambess.	0	18
<i>Kielmeyera speciosa</i> A. St.-Hil.	0	21
<i>Kielmeyera</i> sp.	4	0
<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil. *	11	0
<i>Machaerium opacum</i> Vogel	4	0
<i>Macairea radula</i> (Bonpl.) DC.	0	1
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	5	0
<i>Mezilaurus crassiramea</i> (Meisn.) Taub. ex Mez	0	9
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana	23	1
<i>Miconia ferruginata</i> DC.	0	1
<i>Miconia rubiginosa</i> (Bonpl.) DC.	1	0
Mortas	157	25
<i>Myrcia rostrata</i> DC.	1	0
<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.	5	0
<i>Myrcia variabilis</i> DC.	3	15
<i>Neea theifera</i> Oerst.	1	0
<i>Norantea guianensis</i> Aubl.	3	22
<i>Ouratea castaneifolia</i> (DC.) Engl.	2	1
<i>Ouratea hexasperma</i> (A. St.-Hil.) Baill. *	8	26
<i>Palicourea rigida</i> Kunth	0	2
<i>Physocalymma scaberrimum</i> Pohl	1	0
<i>Piptocarpha rotundifolia</i> (Less.) Baker	44	0
<i>Plathymenia reticulata</i> Benth. *	0	3
<i>Plenckia populnea</i> Reissek	1	8
<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk. *	2	0
<i>Pseudobombax longiflorum</i> (Mart. & Zucc.) A. Robyns	3	1
<i>Psidium myrsinites</i> Mart. ex DC.	31	6
<i>Psidium pohlianum</i> O. Berg	1	1
<i>Pterodon pubescens</i> (Benth.) Benth.	0	3
<i>Qualea grandiflora</i> Mart. *	98	2
<i>Qualea multiflora</i> Mart. *	17	25
<i>Qualea parviflora</i> Mart. *	13	144
<i>Roupala montana</i> Aubl. *	22	1

continua

Tabela 1 (continuação)

Espécies	DA (ind.ha <sup>-1</sup> )	
	CC	CR
<i>Rourea induta</i> Planch.	0	6
<i>Salacia crassifolia</i> (Mart. ex Schult.) G. Don	0	8
<i>Schefflera macrocarpa</i> (Cham. & Schltdl.) Frodin	1	0
<i>Sclerolobium aureum</i> (Tul.) Baill. *	18	0
<i>Simarouba versicolor</i> A. St.-Hil.	18	8
<i>Solanum lycocarpum</i> A. St.-Hil.	20	0
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	2	0
<i>Strychnos pseudoquina</i> A. St.-Hil.	1	0
<i>Stryphnodendron rotundifolium</i> Mart.	12	0
<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	1	0
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore *	1	0
<i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Standl. *	5	0
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	1	0
<i>Terminalia argentea</i> Mart.	1	0
<i>Tibouchina papyrus</i> (Pohl) Toledo	0	10
<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltdl.) K. Schum. *	1	0
<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke *	13	20
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Pers.	4	0
<i>Vochysia elliptica</i> Mart.	0	32
<i>Vochysia haenkeana</i> Mart.	3	0
<i>Vochysia rufa</i> Mart.	12	0
<i>Wunderlichia cruelsiana</i> Taub.	0	84
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart. *	54	6
<b>Total</b>	<b>1.036</b>	<b>1.137</b>

\* Espécies citadas por Ratter *et al.* (2003) e Ribeiro *et al.* (2005) como amplamente distribuídas no Cerrado.

No CR a densidade total foi 1.137 ind.ha<sup>-1</sup> e a área basal total 7,085 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> (Tabela 3, Capítulo 1). No CC estas estimativas foram de 1.036 ind.ha<sup>-1</sup> e 9,690 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> (Tabela 3, Capítulo 2). Em relação aos indivíduos “mortos em pé”, no CR a densidade e área basal foram 25 ind.ha<sup>-1</sup> e 0,165 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>, respectivamente e no CC estes valores foram, respectivamente, 157 ind.ha<sup>-1</sup> e 1,154 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>. De modo geral, as áreas apresentaram pequenas diferenças quanto à densidade total, porém, quando se desconsiderou os indivíduos “mortos em pé” estas diferenças foram acentuadas. No CR a densidade de indivíduos vivos foi 1.112 ind.ha<sup>-1</sup> e no CC 879 ind.ha<sup>-1</sup>, assim o CR, apresentou-se mais denso. Apesar das adversidades ambientais o CR não restringe a colonização e estabelecimento dos indivíduos arbóreos.

O CC apresentou alta representatividade dos indivíduos “mortos em pé”, estes ocuparam a primeira colocação em importância na área de estudo (Tabela 3, Capítulo 2).

Percentuais elevados de indivíduos mortos indicam a ocorrência de distúrbios recentes na área, como por exemplo o fogo (Felfili & Silva Júnior 1992). Apesar do fogo ter atingido as duas áreas, provavelmente a presença de grandes afloramentos rochosos no CR impede que o fogo se alastre, agindo de modo pontual. Já no CC, a camada rasteira contínua fornece grande material combustível que favorece a propagação do fogo.

A área basal dos indivíduos vivos no CR foi  $6,92 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$  e no CC  $8,537 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ , apesar da densidade ser menor no CC este é composto por árvores de maior porte (veja Caps. 1 e 2). Provavelmente, indivíduos de espécies comuns a ambas as áreas apresentam desenvolvimento restrito em diâmetro nos ambientes rupestres devido aos rigores ambientais.

### 3.2 Similaridade entre áreas

Índices de Sørensen acima de 0,5 foram encontrados na maioria das comparações, principalmente entre parcelas na mesma comunidade, o que indica alta similaridade florística dentro das áreas amostradas (Tabela 2). De modo geral, houve maior similaridade no CC.

Nas comparações entre as duas áreas (Tabela 2) a maioria dos valores de Sørensen ficaram abaixo de 0,5, assim apesar das áreas compartilharem espécies (37,6%) suas particularidades ambientais foram importantes na seleção de espécies exclusivas. A maioria das parcelas no CR possuem grande quantidade de afloramentos rochosos, o que torna o estabelecimento nesta comunidade um processo fortemente seletivo e estocástico, e menos dependente das habilidades biológicas das espécies. Assim, o efeito aleatório pode reduzir a similaridade florística entre áreas.

Os valores de Czekanowski variaram de 7,07% a 66,67% o que indica diferenciação estrutural entre as áreas (Tabela 2). As parcelas no CR mostraram-se mais distintas estruturalmente entre si, pois em 45 comparações apenas 2 (4,4%) apresentaram similaridade superior a 50%. Estes resultados reforçam a sugestão do forte efeito estocástico no estabelecimento dos indivíduos lenhosos que se desenvolvem apenas nas frestas das rochas e representam porção limitada do terreno (Romero 2002; Miranda *et al.* 2004).

Nas comparações entre as duas comunidades todos os valores ficaram abaixo de 50% (Tabela 2). Portanto, a diversidade beta foi elevada quando se levou em consideração a densidade de espécies, indicando que a maior diferenciação na vegetação entre comunidades está no tamanho das populações (Felfili & Silva Júnior 2005).

Tabela 2: Índices de similaridade de Sørensen (acima da diagonal) e Czekanowski (abaixo da diagonal) entre as 20 parcelas amostradas em duas áreas de cerrado sentido restrito sobre dois substratos na Estância Quinta da Serra, Serra Dourada, Goiás. Onde: C=parcelas do cerrado típico sobre Cambissolo; R=parcelas do cerrado rupestre.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10
C1		0,42	0,50	0,36	0,48	0,33	0,52	0,39	0,41	0,32	0,34	0,33	0,24	0,39	0,29	0,21	0,27	0,38	0,37	0,37
C2	34,56		0,61	0,60	0,45	0,50	0,43	0,38	0,40	0,33	0,56	0,45	0,33	0,56	0,44	0,29	0,28	0,49	0,39	0,4
C3	34,26	39,45		0,52	0,51	0,37	0,45	0,44	0,34	0,35	0,41	0,36	0,39	0,48	0,42	0,30	0,30	0,39	0,49	0,51
C4	23,85	39,09	43,90		0,45	0,51	0,34	0,49	0,44	0,36	0,46	0,53	0,30	0,63	0,43	0,30	0,24	0,50	0,43	0,39
C5	26,67	29,25	35,90	40,51		0,54	0,62	0,44	0,52	0,40	0,39	0,37	0,27	0,49	0,33	0,31	0,30	0,31	0,46	0,39
C6	19,05	20,94	22,22	35,04	40,31		0,44	0,42	0,50	0,41	0,51	0,42	0,36	0,43	0,44	0,46	0,45	0,41	0,35	0,35
C7	34,23	37,50	36,91	29,41	41,98	28,37		0,46	0,55	0,50	0,36	0,27	0,28	0,35	0,35	0,23	0,23	0,28	0,36	0,41
C8	21,28	23,63	25,41	37,16	46,86	20,78	48,13		0,52	0,48	0,32	0,30	0,18	0,42	0,24	0,18	0,17	0,22	0,31	0,39
C9	25,87	29,56	19,05	25,50	43,97	28,33	53,60	39,76		0,43	0,37	0,30	0,22	0,27	0,29	0,22	0,21	0,38	0,27	0,32
C10	15,31	22,22	15,49	15,28	26,47	17,39	52,70	45,96	37,80		0,38	0,28	0,24	0,37	0,26	0,29	0,24	0,34	0,29	0,29
R1	10,53	25,85	10,41	24,35	19,77	21,49	23,27	18,06	24,41	21,69		0,67	0,46	0,64	0,49	0,50	0,53	0,50	0,55	0,45
R2	13,64	26,32	15,24	25,47	16,67	20,77	25,93	13,97	25,64	18,95	63,72		0,49	0,76	0,52	0,53	0,52	0,58	0,54	0,48
R3	14,40	28,57	14,29	7,07	13,68	13,02	17,82	8,37	17,68	17,05	29,70	42,62		0,46	0,73	0,72	0,65	0,61	0,61	0,65
R4	14,23	19,92	22,70	38,50	25,70	21,52	14,66	17,65	17,65	15,76	41,10	53,22	15,53		0,54	0,46	0,49	0,59	0,55	0,49
R5	17,67	33,18	21,12	18,41	24,52	22,39	31,14	11,11	30,14	24,11	35,82	46,89	57,44	30,44		0,67	0,71	0,73	0,60	0,65
R6	13,91	25,00	14,77	12,36	22,35	26,85	25,28	9,23	27,33	24,36	46,64	57,14	44,76	32,16	58,29		0,76	0,67	0,51	0,6
R7	14,42	24,76	12,99	10,26	18,92	20,47	21,25	8,09	21,58	22,39	35,25	42,57	52,13	20,34	57,52	66,67		0,65	0,55	0,47
R8	14,29	28,35	12,12	15,00	14,58	12,87	21,57	7,37	24,04	19,10	36,07	50,41	54,31	21,72	56,85	55,66	51,58		0,47	0,47
R9	15,91	28,57	20,00	17,93	24,51	16,39	26,85	15,72	26,67	18,95	53,63	56,59	37,71	36,91	43,06	55,36	47,53	45,53		0,77
R10	19,36	33,79	23,31	19,39	22,93	19,12	37,87	15,39	31,08	22,38	39,26	52,13	47,72	29,03	69,14	64,41	51,61	58,29	61,61	

Valores mínimos e máximos dos índices de Sørensen e Czekanowski estão sombreados na tabela.

### 3.3 Solos

O CR apresentou solos com textura areia e o CC areia-franca a franco-arenosa (IBGE 2007). O percentual de argila encontrado no solo do CC foi quatro vezes e meia maior que o percentual no CR (Tabela 3). Pelo fato do CR estar em relevo mais inclinado há maior carreamento das partículas do solo, principalmente argila devido ao seu pequeno tamanho. Segundo Brady & Weil (2002), a maior quantidade de argila proporciona maior retenção de água e nutrientes, outros fatores, entretanto, podem afetar tal relação, como foi verificado neste estudo onde nos solos CC, apesar da maior disponibilidade de argila foram encontrados menor teores de macro e micronutrientes, exceto cobre, manganês e ferro, em relação ao CR.

As duas áreas possuem solos distróficos, saturação por bases < 50%; álicos, saturação por alumínio > 50%; baixa capacidade de troca catiônica, CTC < 27 cmolc/Kg<sup>-1</sup>, de acordo com o sistema brasileiro de classificação de solos (Embrapa 1999; IBGE 2007), sendo solos de baixa fertilidade e alto teor de alumínio (Reatto *et al.* 1998).

Apenas os valores médios de Al, P, Zn, Mn e saturação por alumínio (m) foram estatisticamente distintos entre as duas áreas estudadas (Tabela 3), mas serão discutidas as variações encontradas nos valores para todos os elementos amostrados com intuito de diferenciar as áreas estudadas.

Os valores de pH variaram de 3,1 a 3,7 no CR e entre 3,6 e 4,1 no CC, ambos com baixos coeficientes de variação (Tabela 3). Os solos no cerrado, em geral, apresentaram valores de pH entre 4,3 e 6,2 (Furley & Ratter 1988). Assim, verifica-se elevada acidez nos solos das duas áreas, característica comum para os solos do Cerrado.

No CR os valores de Ca variaram de 0,20 a 1,70 cmolc/dm<sup>3</sup>, com elevadas variações entre as parcelas (CV=101,02%), e no CC de 0,20 a 0,30 cmolc/dm<sup>3</sup> (Tabela 3). Estes valores estão dentro dos limites propostos para solos distróficos, que possuem concentração de Ca menor que 2,0 cmolc.kg<sup>-1</sup> (Haridasan 1992). A maior retenção de Ca no CR deve-se, principalmente, à matéria orgânica (MO) superficial (Lathwell & Grove 1986). No CR os valores MO variaram de 0,7 a 6,30% e no CC de 1,80 a 2,90% (Tabela 3). Estes valores encontram-se dentro dos limites observados para o cerrado, 0,7 a 6,0% (Furley & Ratter 1988).

Tabela 3: Variáveis químicas e físicas de 20 amostras de solo superficial (0-15 cm) coletadas em duas áreas de cerrado sentido restrito sobre dois substratos na Estância Quinta da Serra, Serra Dourada, Goiás. R=parcelas no cerrado rupestre; C=parcelas no cerrado típico sobre Cambissolo; DP=desvio-padrão; CV=coeficiente de variação; MO=matéria orgânica; CTC=capacidade de troca catiônica; V=saturação de bases; m=saturação por alumínio.

Variáveis/Parcelas	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	Média (DP)	CV(%)
Ca <sup>2+</sup> cmolc/dm <sup>3</sup>	0,40	0,30	0,30	1,20	1,70	0,20	0,40	0,20	0,20	0,20	0,51(0,52)	101,02
Mg <sup>2+</sup> cmolc/dm <sup>3</sup>	0,20	0,20	0,20	0,50	0,60	0,10	0,20	0,10	0,10	0,10	0,23(0,18)	76,83
Al <sup>3+</sup> cmolc/dm <sup>3</sup> *	0,90	1,70	0,80	1,70	0,60	1,00	1,10	0,50	0,50	0,80	0,96(0,44)	45,59
H+Al cmolc/dm <sup>3</sup>	5,20	11,50	5,30	12,90	6,20	4,40	6,70	2,20	2,40	4,20	6,10(3,54)	57,99
K <sup>+</sup> cmolc/dm <sup>3</sup>	0,08	0,08	0,05	0,10	0,05	0,06	0,06	0,05	0,04	0,05	0,06(0,02)	30,22
P <sup>+</sup> mg/dm <sup>3</sup> *	7,40	4,70	3,00	9,60	5,60	4,00	5,60	3,00	3,40	5,30	5,16(2,08)	40,41
MO (%)	1,90	4,00	2,50	6,30	3,90	2,50	4,00	0,80	0,70	2,20	2,88(1,70)	59,06
Na <sup>+</sup> mg/dm <sup>3</sup>	2,00	1,60	2,00	1,80	2,00	1,60	2,00	1,60	2,00	1,80	1,84(0,18)	9,99
Zn <sup>2+</sup> mg/dm <sup>3</sup> *	0,30	0,40	0,30	0,70	1,10	0,30	0,70	0,20	0,20	0,30	0,45(0,29)	64,79
Cu <sup>2+</sup> mg/dm <sup>3</sup>	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,10	0,10	0,18(0,04)	23,42
Fe <sup>2+</sup> mg/dm <sup>3</sup>	22,60	36,60	22,80	76,50	31,00	24,00	35,60	28,50	35,50	46,20	35,93(16,07)	44,72
Mn <sup>2+</sup> mg/dm <sup>3</sup> *	2,60	2,30	1,70	8,80	7,10	1,30	3,40	1,30	0,40	1,10	3,00(2,77)	92,36
CTC	5,89	12,09	5,86	14,71	8,56	4,77	7,37	2,56	2,75	4,56	6,91(3,93)	56,87
V (%)	11,69	4,85	9,53	12,29	27,55	7,69	9,07	13,94	12,68	7,85	11,71(6,21)	53,01
m (%)*	56,96	74,56	59,26	48,57	20,34	73,53	62,50	58,82	59,52	69,57	58,36(15,57)	26,67
pH (CaCl <sub>2</sub> )	3,40	3,20	3,10	3,60	3,70	3,30	3,20	3,40	3,40	3,50	3,38(0,19)	5,54
Argila (%)	-	-	-	-	5,00	-	-	-	-	-	-	-
Limo (%)	-	-	-	-	4,00	-	-	-	-	-	-	-
Areia (%)	-	-	-	-	91,00	-	-	-	-	-	-	-

*continua*

Tabela 3 (continuação)

Variáveis/Parcelas	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	Média (DP)	CV (%)
Ca <sup>2+</sup> cmolc/dm <sup>3</sup>	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,30	0,20	0,30	0,30	0,23(0,05)	21,00
Mg <sup>2+</sup> cmolc/dm <sup>3</sup>	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,20	0,10	0,20	0,20	0,13(0,05)	37,16
Al <sup>3+</sup> cmolc/dm <sup>3</sup> *	1,20	1,40	1,40	1,30	1,70	1,50	1,10	1,20	0,90	0,50	1,22(0,34)	27,54
H+Al cmolc/dm <sup>3</sup>	5,60	7,40	6,70	6,80	5,60	7,00	5,40	5,40	4,30	4,20	5,84(1,11)	18,93
K <sup>+</sup> cmolc/dm <sup>3</sup>	0,09	0,12	0,12	0,12	0,13	0,14	0,12	0,11	0,16	0,14	0,13(0,02)	15,20
P <sup>+</sup> mg/dm <sup>3</sup> *	1,80	1,50	3,40	2,40	0,80	3,00	2,70	0,80	1,80	1,80	2,00(0,87)	43,65
MO (%)	2,40	2,70	2,50	2,60	2,20	2,50	2,50	2,90	2,50	1,80	2,46(0,30)	12,00
Na <sup>+</sup> mg/dm <sup>3</sup>	2,00	1,50	2,00	1,60	1,40	1,50	1,30	1,50	2,00	1,60	1,64(0,26)	16,06
Zn <sup>2+</sup> mg/dm <sup>3</sup> *	0,30	0,60	0,40	0,40	0,30	0,90	0,80	0,40	0,30	0,50	0,49(0,21)	43,51
Cu <sup>2+</sup> mg/dm <sup>3</sup>	1,10	1,20	0,40	0,80	1,00	1,30	1,60	1,80	1,70	1,70	1,26(0,45)	35,92
Fe <sup>2+</sup> mg/dm <sup>3</sup>	97,30	127,80	84,70	118,70	135,80	241,80	122,90	121,40	108,60	72,10	123,11(46,24)	37,56
Mn <sup>2+</sup> mg/dm <sup>3</sup> *	3,10	3,60	3,20	2,70	1,80	4,80	8,70	4,20	8,40	30,10	7,06(8,42)	119,24
CTC	6,00	7,83	7,13	7,23	6,04	7,45	6,03	5,82	4,97	4,85	6,34(1,03)	16,25
V (%)	6,64	5,45	6,01	5,90	7,22	5,99	10,38	7,16	13,45	13,34	8,15(3,09)	37,85
m (%)*	75,47	76,92	76,92	75,58	79,81	77,32	63,95	74,53	57,69	43,86	70,21(11,54)	16,44
pH (CaCl <sub>2</sub> )	3,70	3,70	3,60	3,80	3,60	3,80	3,80	3,80	3,80	4,10	3,77(0,14)	3,76
Argila (%)	-	-	-	-	23,00	-	-	-	-	-	-	-
Limo (%)	-	-	-	-	4,00	-	-	-	-	-	-	-
Areia (%)	-	-	-	-	73,00	-	-	-	-	-	-	-

\*Variáveis com valores médios estatisticamente distintos segundo o teste *t* ao nível de 1% de probabilidade.

O Mg variou de 0,10 a 0,60 no CR e de 0,10 a 0,20 cmolc/dm<sup>3</sup> no CC (Tabela 3). A maioria das parcelas no CR e todas as parcelas no CC apresentaram valores de Mg  $\leq$  0,5 cmolc.kg<sup>-1</sup>, abaixo do nível crítico para crescimento de plantas cultivadas, característica comum nos solos do cerrado que apresentam deficiência deste nutriente (Lopes 1983). Este macronutriente é componente da molécula de clorofila e desempenha papel na síntese de óleos e proteínas e na ativação de enzimas nas plantas, daí sua importância para os vegetais (Brady & Weil 2002).

O K variou de 0,04 a 0,10 cmolc/dm<sup>3</sup> no CR e no CC sua variação foi de 0,09 a 0,16 cmolc/dm<sup>3</sup>, com baixo coeficiente de variação entre as parcelas (Tabela 3). Estes dados corroboram o que é conhecido para o cerrado, 0,02 a 0,61 cmolc.kg<sup>-1</sup> (Furley & Ratter 1988). O K é necessário para a ativação de diversas enzimas e também age na absorção de água pelas raízes.

A média encontrada para o teor de P no CR foi 5,16 mg/dm<sup>3</sup>, variando entre 3,00 e 9,60 mg/dm<sup>3</sup>, no CC o valor médio foi 2,00 mg/dm<sup>3</sup>, variando entre 0,80 e 3,40 mg/dm<sup>3</sup>, ambas as áreas com coeficientes de variação acima de 40% (Tabela 3). Estes valores são superiores aos verificados na maioria dos solos do cerrado, que possuem cerca de 0,4 mg.L<sup>-1</sup> de disponibilidade de P (Furley & Ratter 1988). O P é um micronutriente com grande mobilidade nas plantas e retorna ao solo com a decomposição dos tecidos e, assim, é disponibilizado para a utilização de outras plantas (Brady & Weil 2002). Provavelmente a maior quantidade de P no CR deve-se à alta densidade *Wunderlichia cruelsiana* que ocorreu em 100% das parcelas. Esta espécie possui folhas grandes e pilosas, e caráter semi-decíduo, contribuindo, assim, para o enriquecimento do solo com MO e P.

O Na variou de 1,60 a 2,00 mg/dm<sup>3</sup> no CR e de 1,30 a 2,00 mg/dm<sup>3</sup> no CC, ambas áreas com baixos coeficientes de variação (Tabela 3). Na maioria dos estudos ecológicos realizados com solos do cerrado este elemento não tem sido analisado, pois solos salino-sódicos geralmente ocorrem nas regiões semi-áridas ou áridas, associadas a solos alcalinos, onde a água do solo é rapidamente evaporada e leva o sal às camadas superficiais (Goedert 1987). Porém, merece maior atenção, pois níveis elevados deste elemento no solo poderá resultar em salinização caso a vegetação seja retirada. Situação esta que atinge várias regiões do mundo (Ghadiri *et al.* 2007).

O teor de Zn variou de 0,20 a 1,10 mg/dm<sup>3</sup> no CR e de 0,30 a 0,90 mg/dm<sup>3</sup> no CC, os coeficientes de variação ficaram acima de 43% nas duas áreas (Tabela 3). A maioria das parcelas

apresentaram teor de Zn abaixo do nível crítico para as plantas,  $0,8 \text{ mg.L}^{-1}$ , característica comum nos solos do cerrado (Furley & Ratter 1988). O Zn atua na síntese de proteínas e de alguns hormônios de crescimento, além de agir no processo de produção e maturação de sementes em algumas plantas (Brady & Weil 2002).

O Fe encontrado nas áreas estudadas variou de  $22,60$  a  $76,50 \text{ mg/dm}^3$  no CR e de  $72,10$  a  $241,80 \text{ mg/dm}^3$  no CC, com variação entre as parcelas acima de 37% nas duas áreas (Tabela 3). Em geral, os solos do cerrado não apresentam deficiência deste micronutriente (Lopes 1983; Furley & Ratter 1988). Teores tóxicos de Fe são observados em áreas esparsas e associadas a locais com má drenagem do solo (Lopes 1983), além disso trata-se de micronutriente bastante solúvel e disponível em maiores concentrações para as plantas em condições ácidas (Brady & Weil 2002). Provavelmente, os altos teores de Fe no CC deve-se à sua localização em relevo plano, na base da vertente do CR e nas bordas com a mata de galeria relevo abaixo, o que dificultaria a drenagem, e também devido aos baixos valores de pH.

O Mn no solo sob CR variou de  $0,40$  a  $8,80 \text{ mg/dm}^3$  e no CC de  $1,80$  a  $30,10 \text{ mg/dm}^3$ , ambas áreas com altos coeficientes de variação (Tabela 3). No geral, estes valores ficaram dentro da faixa de variação do cerrado ( $0,6$ - $92,2 \text{ mg.L}^{-1}$ ) (Lopes 1983; Furley & Ratter 1988). Este micronutriente ativa diversas enzimas nas plantas e é necessário para a fotossíntese, assimilação e metabolismo do nitrogênio (Brady & Weil 2002).

Os teores de Al variaram de  $0,50$  a  $1,70 \text{ cmolc/dm}^3$  nas duas áreas, porém o coeficiente de variação foi maior no CR (45,59%) (Tabela 3). Estes valores podem ser classificados como médios a altos, pois estão acima de  $0,25 \text{ cmolc.kg}^{-1}$  (Lopes 1983). *Qualea grandiflora* e *Q. parviflora* ocuparam, respectivamente, a 1ª e 2ª posições em IVI no CC e CR, são espécies acumuladoras de alumínio (Haridasan 1982) característica que provavelmente contribuiu para o sucesso das mesmas nas duas áreas estudadas.

As espécies mais densas no CR foram *Andira vermifuga* e *Qualea parviflora* e no CC *Q. grandiflora* e *A. vermifuga* (Tabela 1). Segundo Haridasan (2005), espécies com altas densidades em áreas de cerrado sentido restrito geralmente apresentam menores concentrações de nutrientes nas folhas, e são consideradas menos exigentes e capazes de se desenvolver bem em solos distróficos. Assim, o desempenho nas áreas estudadas corrobora as baixas exigências nutricionais e habilidades destas espécies para se desenvolverem bem em solos distróficos e com altos níveis de Al.

### 3.4 Classificação e Ordenação da Vegetação

A classificação pelo TWINSpan separou com autovalor 0,46, a comunidade CR da CC (Figura 1). A espécie indicadora do CR foi *Wunderlichia cruelsiana*, considerada endêmica em áreas rupestres de altitude (Munhoz & Proença 1998). Dentre as espécies preferenciais ao CR destacaram-se: *Kielmeyera rubriflora*, *K. speciosa* e *Vochysia elliptica* com densidades acima de 18 indivíduos.ha<sup>-1</sup>, e *Ficus guianensis*, *Mezilaurus crassiramea* e *Tibouchina papyrus* com densidades abaixo de 10 indivíduos.ha<sup>-1</sup>.

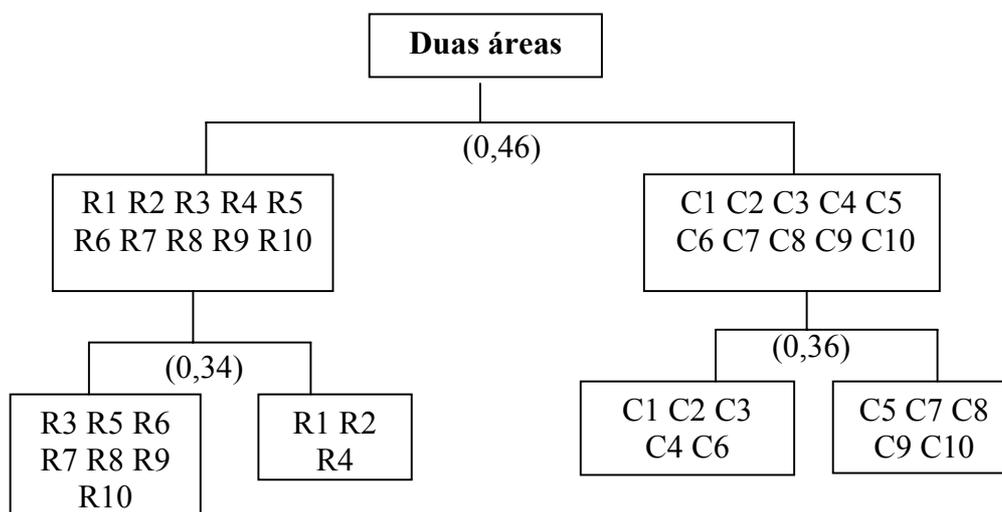


Figura 1: Classificação pelo método TWINSpan das 20 parcelas amostradas em duas áreas de cerrado sentido restrito sobre dois substratos na Estância Quinta da Serra, Serra Dourada, Goiás. (R=parcelas do cerrado rupestre; C=parcelas do cerrado típico sobre Cambissolo). Os valores entre parênteses referem-se aos autovalores.

No CC, dentre as espécies preferenciais, que ocorreram apenas nesta comunidade, destacam-se: *Lafoensia pacari*, *Piptocarpha rotundifolia*, *Solanum lycocarpum*, *Sclerolobium aureum* e *Stryphnodendron rotundifolium* com mais de 10 indivíduos.ha<sup>-1</sup>, e *Brosimum gaudichaudii*, *Byrsonima fagifolia*, *B. verbascifolia*, *Davilla grandiflora*, *Diospyros burchellii*, *Erythroxylum suberosum*, *Eugenia dysenterica*, *Machaerium opacum*, *Myrcia tomentosa*, *Pouteria ramiflora*, *S. adstringens*, *Tabebuia ochracea* e *Vismia guianensis* com densidade abaixo de 8 indivíduos.ha<sup>-1</sup>.

Do total de 101 espécies amostradas nas duas áreas, apenas 14 (13,9%) não foram preferenciais a qualquer uma das comunidades, ou seja, são de ampla distribuição nas áreas estudadas, foram elas: *Acosmium dasycarpum*, *Andira vermifuga*, *Byrsonima coccolobifolia*, *B. pachyphylla*, *Davilla elliptica*, *Dimorphandra mollis*, *Heteropterys byrsonimifolia*, *Hymenaea stigonocarpa*, *Ouratea hexasperma*, *Psidium myrsinites*, *Qualea multiflora*, *Simarouba versicolor*, *Vatairea macrocarpa* e *Xylopia aromatica*. Assim, estas são típicas dos cerrados sentido restrito avaliados na Serra Dourada.

A classificação pelo TWINSPAN também separou na comunidade de CR as parcelas 1, 2 e 4 das demais (Figura 1), a espécie indicadora foi *Hancornia speciosa* que ocorreu somente nestas três parcelas com menos de 4 indivíduos em cada parcela. Este grupo apresentou 61,5% das espécies com frequência abaixo de 10%, ou seja, com populações consideradas localmente raras. Dentre as espécies preferenciais neste grupo *Annona coriacea*, *Erythroxylum deciduum*, *Plenckia populnea* e *Rourea induta* foram exclusivas a este grupo com populações ≤ 10 indivíduos.ha<sup>-1</sup>.

No CC as parcelas 1, 2, 3, 4 e 6 foram separadas das demais (Figura 1), a espécie indicadora para este grupo foi *Miconia albicans* que ocorreu somente nestas parcelas e apresentou menos de 9 indivíduos em cada parcela. Semelhante à comunidade de CR, estas cinco parcelas foram separadas por abrigarem 68,7% das espécies localmente raras, ou seja, com ocorrência em apenas uma parcela.

O resultado obtido pela ordenação DCA (Figura 2) corroborou a classificação por TWINSPAN. As duas áreas apresentaram diferenciação estrutural e florística. Este fato também confirma o que vem sendo proposto, que a distribuição espacial da vegetação do cerrado se dá em mosaicos (Felfili *et al.* 2004) e é influenciada por variações ambientais locais.

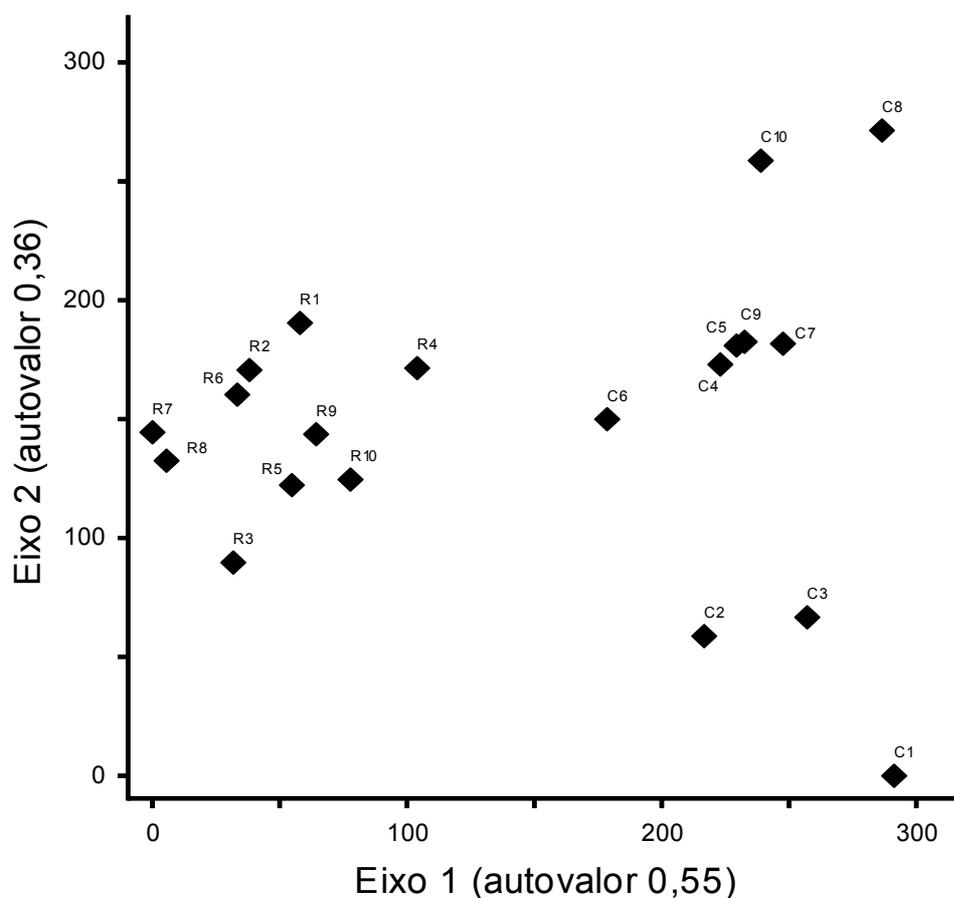


Figura 2: Posicionamento nos eixos de ordenação (DCA) para as 20 parcelas amostradas em duas áreas de cerrado sentido restrito sobre dois substratos na Estância Quinta da Serra, Serra Dourada, Goiás. (R=parcelas do cerrado rupestre e C=parcelas do cerrado típico sobre Cambissolo).

### 3.5 Ordenação das Variáveis Químicas dos Solos

A matriz de correlação da PCA apresenta as bases Ca e Mg correlacionadas positivamente com os compostos orgânicos, P e MO, e com o Zn, e negativamente correlacionados com m (Tabela 4). O K apresentou relação positiva com o Al, Cu, Fe, Mn e pH, e relação negativa com P e Na. O alumínio foi altamente correlacionado com a acidez potencial do solo (H+Al) e com m e este elemento apresentou correlação positiva com os níveis de K, MO e Fe.

Tabela 4: Matriz de correlação da PCA entre as variáveis químicas do solo de duas áreas de cerrado sentido restrito sobre dois substratos na Estância Quinta da Serra, Serra Dourada, Goiás. Onde: MO=matéria orgânica; m=saturação por alumínio.

	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>Al</b>	<b>H+Al</b>	<b>K</b>	<b>P</b>	<b>MO</b>	<b>Na</b>	<b>Zn</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>m</b>	<b>pH</b>
<b>Ca</b>	1													
<b>Mg</b>	0,975	1												
<b>Al</b>	-0,070	-0,061	1											
<b>H+Al</b>	0,395	0,449	0,774	1										
<b>K</b>	-0,221	-0,162	0,456	0,198	1									
<b>P</b>	0,600	0,622	0,043	0,474	-0,438	1								
<b>MO</b>	0,634	0,678	0,560	0,877	0,066	0,573	1							
<b>Na</b>	0,300	0,295	-0,361	-0,089	-0,411	0,409	0,069	1						
<b>Zn</b>	0,650	0,633	0,170	0,417	0,160	0,267	0,547	-0,144	1					
<b>Cu</b>	-0,286	-0,238	0,132	-0,122	0,818	-0,680	-0,140	-0,484	0,147	1				
<b>Fe</b>	-0,243	-0,269	0,525	0,161	0,776	-0,462	0,013	-0,525	0,333	0,710	1			
<b>Mn</b>	0,184	0,285	-0,240	0,008	0,464	-0,091	0,073	-0,147	0,290	0,508	0,109	1		
<b>m</b>	-0,801	-0,828	0,584	0,058	0,278	-0,441	-0,213	-0,397	-0,422	0,193	0,449	-0,468	1	
<b>pH</b>	0,061	0,045	0,018	-0,068	0,742	-0,400	-0,062	-0,353	0,324	0,794	0,638	0,642	-0,103	1

A ordenação das variáveis químicas dos solos pela PCA (Figura 3A) mostrou os eixos I e II com 64,07% da variância total. O eixo I incluiu 35,58% da variância total, negativamente correlacionado com Ca, Mg, P e Na e positivamente correlacionado com Cu, Fe e m. O eixo II incluiu 28,49% da variância total e correlacionou-se negativamente com os teores de Al, H+Al, K, MO, Zn, Mn e pH.

A ordenação das parcelas (Figura 3B) mostrou maior homogeneidade nas parcelas CC, positivamente correlacionadas com o eixo I, ou seja, fortemente influenciadas pelos teores de Cu, Fe e m.

No CR as parcelas 1, 2, 4, 5 e 7 foram forte e negativamente correlacionadas com o eixo I influenciado por Ca, Mg, P e Na. Já as parcelas 3, 6, 8, 9 e 10 correlacionaram-se positivamente com o eixo II influenciado pelo Al, H+Al, K, MO, Zn, Mn e pH.

As espécies com ocorrência exclusiva nas parcelas 1, 2, 4, 5 e 7, estão associadas à porção mais fértil e menos ácida no gradiente (Figura 3A), foram estas: *Annona coriacea*, *Erythroxylum deciduum*, *Hancornia speciosa* e *Rourea induta* que ocorreram com densidades abaixo de 10 indivíduos.ha<sup>-1</sup>. Além destas, *Ouratea hexasperma* com 26 indivíduos nestas parcelas é espécie de ampla distribuição no cerrado e foi indicada no Distrito Federal associada à áreas de interflúvio (Fonseca & Silva Júnior 2004) com incêndios mais freqüentes (Moreira 1992).

Diante do exposto, as parcelas 3, 6, 8, 9 e 10 estão relacionadas à porção mais ácida no gradiente. *Tibouchina papyrus* foi exclusiva e amostrada com 10 indivíduos.ha<sup>-1</sup>. Hipotetiza-se aqui que esta espécie é indicadora das porções mais ácidas no CR. A autoecologia de *T. papyrus*, espécie de distribuição restrita à algumas serras do estado de Goiás (Santos 2003), deve ser avaliada em relação aos baixos níveis de Ca, Mg, P, Zn e Mn.

A PCA (Figura 3B) corroborou em parte a classificação pelo TWINSpan no CR (Figura 1). Na classificação as parcelas 5 e 7 foram separadas das parcelas 1, 2 e 4, como ordenado na PCA. Assim, as características químicas do solo foram importantes para a complementação do entendimento da distribuição de algumas espécies na área de estudo.

Em relação ao CC a classificação pelo TWINSpan (Figura 1) gerou dois grupos que não foram distinguidos na PCA (Figura 3B). Assim, outros fatores, não mensurados neste estudo, podem estar atuando em fina escala para diferenciação estrutural nesta área, sendo necessárias observações de longo prazo, nas parcelas marcadas de modo permanente, para sua elucidação.

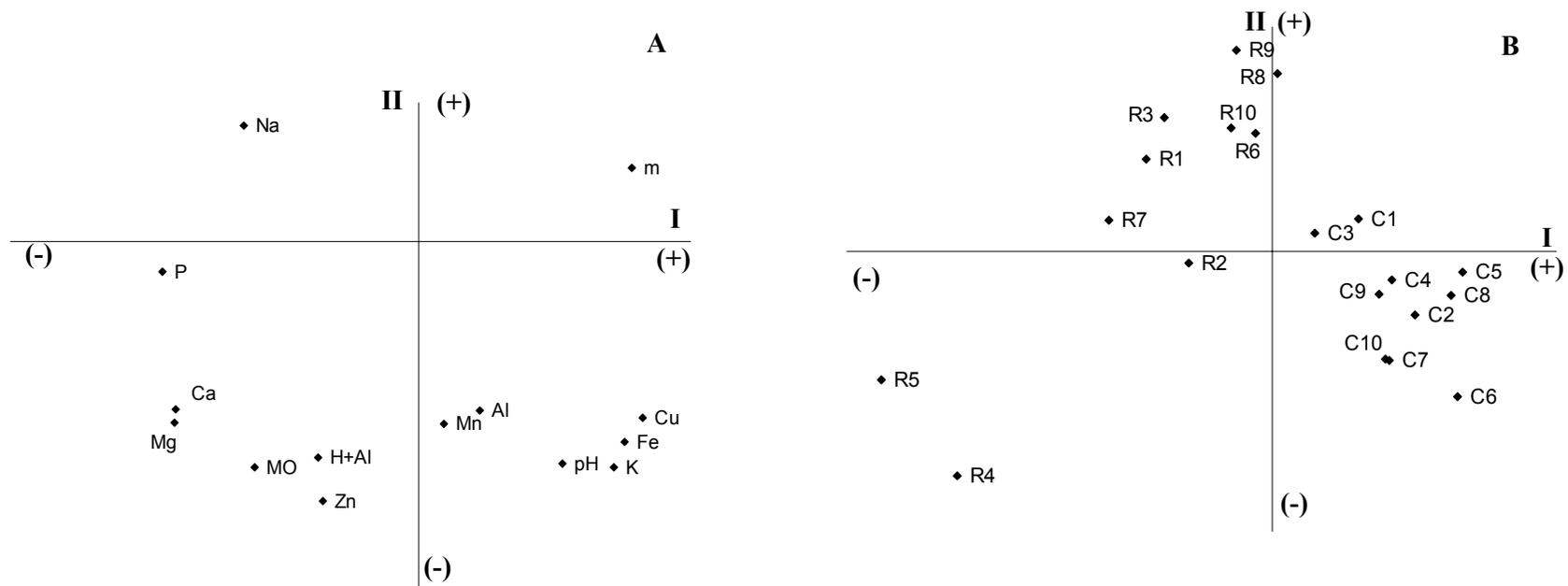


Figura 3: **A** - Componentes principais de 14 variáveis químicas obtidas a partir de 20 amostras compostas da camada superficial do solo (0-15 cm); **B** - Correlação entre os principais eixos de ordenação da PCA e as 20 amostras compostas de solo obtidas de parcelas amostradas em duas áreas de cerrado sentido restrito sobre dois substratos na Estância Quinta da Serra, Serra Dourada, Goiás. (R=parcelas do cerrado rupestre e C=parcelas do cerrado típico sobre Cambissolo).

### 3.6 Conclusões

As áreas de cerrado sentido restrito estudadas na Serra Dourada apresentaram espécies de ampla distribuição no Cerrado, bem como espécies de distribuição mais restrita, exclusivas a uma das áreas. Dentre as espécies exclusivas ao cerrado rupestre, *Tibouchina papyrus* apresenta distribuição restrita a algumas serras de Goiás e *Wunderlichia cruelsiana* é considerada endêmica de ambientes rupestres de altitude.

Apesar da proximidade as duas áreas compartilharam apenas 37,6% de espécies. O cerrado rupestre apresentou maior densidade de indivíduos vivos em relação ao cerrado típico sobre Cambissolo, que por sua vez, abrigou indivíduos com maior área basal. As diferenças florístico-estruturais entre áreas foram corroboradas pelo TWINSpan e DCA que separaram os dois cerrados com autovalores ecologicamente fortes. Além disso, os baixos valores dos índices de Sørensen e Czekanowski indicaram baixa similaridade entre áreas.

No cerrado rupestre o grupo das mortas teve baixa representatividade, o que corroborou o bom estado de conservação desta comunidade na Serra Dourada. Porém, no cerrado típico sobre Cambissolo os indivíduos mortos em pé alcançaram a primeira colocação em IVI, o que indica a ocorrência de distúrbios recentes na área, como o fogo que atingiu a área oito meses antes da realização do estudo.

Do total de espécies amostradas, *Acosmium dasycarpum*, *Andira vermifuga*, *Byrsonima coccolobifolia*, *B. pachyphylla*, *Davilla elliptica*, *Dimorphandra mollis*, *Heteropterys byrsonimifolia*, *Hymenaea stigonocarpa*, *Ouratea hexasperma*, *Psidium myrsinites*, *Qualea multiflora*, *Simarouba versicolor*, *Vatairea macrocarpa* e *Xylopia aromatica* não foram preferenciais a qualquer das comunidades estudadas. Assim, são típicas dos cerrados sentido restrito na Serra Dourada.

As duas áreas apresentaram solos arenosos, distróficos, álicos e com baixa capacidade de troca catiônica. A PCA mostrou que as parcelas do cerrado típico sobre Cambissolo são fortemente correlacionadas com os teores de cobre, ferro e saturação por alumínio. Já no cerrado rupestre, as parcelas 1, 2, 4, 5 e 7 correlacionaram-se com os teores de cálcio, magnésio, fósforo e sódio e as parcelas 3, 6, 8, 9 e 10 com alumínio, H+Al, potássio, matéria orgânica, zinco, manganês e pH.

## Referências Bibliográficas

- Almeida Júnior, J.M.G. 1993. Uma proposta de ecologia humana para o cerrado. Pp: 569-583. In: Pinto, M.M. (org.). **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. Editora da Universidade de Brasília – Edunb/Secretaria do Meio Ambiente, Ciência e Tecnologia – SEMATEC, Brasília.
- Amaral, A.G.; Pereira, F.F.O. & Munhoz, C.B.R. 2006. Fitossociologia de uma área de cerrado rupestre na Fazenda Sucupira, Brasília-DF. **Revista Cerne** 12(4):350-359.
- Andrade, L.A.Z.; Felfili, J.M. & Violatti, L. 2002. Fitossociologia de uma área de cerrado denso na RECOR-IBGE, Brasília-DF. **Acta botânica brasileira** 16(2): 225-240.
- Angiosperm Phylogeny Group II. 2003. An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society** 141(4):399-436.
- Assunção, S.L. & Felfili, J.M. 2004. Fitossociologia de um fragmento de cerrado *sensu stricto* na APA do Paranoá, DF, Brasil. **Acta botânica brasileira** 18(4):903-909.
- Balduino, A.C.P.; Souza, A.L.; Meira Neto, J.A.A.; Silva, A.F. & Silva Júnior, M.C. 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. 2002. **The nature and properties of soils**. Prentice Hall, New Jersey. 960p.
- Cassetti, V. 1983. Algumas considerações morfoestruturais na região do município de Goiás – GO. **Boletim Goiano de Geografia** 3(1-2):181-193.
- Cole, M.M. 1986. **The savannas: biogeography and geobotany**. Academic Press. Pp. 1-58.
- Conceição, A.A. & Pirani, J.R. 2005. Delimitação de habitats em campos rupestres na Chapada Diamantina, Bahia: substratos, composição florística e aspectos estruturais. **Boletim Botânico da Universidade de São Paulo** 23(1): 85-111.
- Conceição, A.A. & Pirani, J.R. 2007. Diversidade em quatro áreas de campos rupestres na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil: espécies distintas, mas riquezas similares. **Rodriguésia** 58(1): 193-206.
- Dias, B.F.S. 1992. Cerrado: uma caracterização. Pp. 11-25. In: Dias, B.F.S. (coord.). **Alternativas de desenvolvimento do Cerrado: manejo e conservação dos recursos naturais renováveis**. Brasília: Funatura – Ibama.
- Eiten, G. 1972. The Cerrado vegetation of Brazil. **Botanical Review** 38(2):201-341.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1997. **Manual de métodos de análise de solo**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2.ed. Rio de Janeiro. 212p.

- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1999. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos.
- Felfili, J.M. 2001a. Principais fisionomias do Espigão Mestre do São Francisco. Pp. 18-30. In: Felfili, J.M. & Silva Júnior, M.C. (orgs.) **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. 2001b. Distribuição de diâmetros de quatro áreas de cerrado *sensu stricto* na Chapada do Espigão Mestre do São Francisco. Pp. 57-60. In: Felfili, J.M. & Silva Júnior, M.C. (orgs.) **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.; 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. 55p.
- Felfili, J.M.; Carvalho, F.A.; Libano, A.M.; Venturoli, F. & Pereira, B.A.S. 2007. **Análise multivariada em estudos de vegetação**. Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal. 60p.
- Felfili, J.M. & Fagg, C.W. 2007. Floristic composition, diversity and structure of the “cerrado” *sensu stricto* on rocky soils in northern Goiás and southern Tocantins, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica** 30(3): 375-385.
- Felfili, J.M. & Imaña-Encinas, J. 2001. Suficiência da amostragem no cerrado *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. (orgs.). **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.; 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 botânica brasílica** 16(1): 103-112.
- Felfili, J.M. & Rezende, R.P. 2003. **Conceitos e métodos em fitossociologia**. Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal. 68p.
- Felfili, J.M.; Rezende, A.V.; Silva Júnior, M.C.; Silva, P.E.N.; Walter, B.M.T.; Imaña-Encinas, J. & Silva, M.A. 2007. Fitossociologia da vegetação arbórea. Pp. 47-96. In: Felfili, J.M.; Rezende, A.V. & Silva Júnior, M.C. (orgs.) **Biogeografia do bioma Cerrado: vegetação e solos da Chapada dos Veadeiros**. Editora da Universidade de

- Brasília: Finatec.
- Felfili, J.M. & Silva Júnior, M.C. 1988. Distribuição dos diâmetros numa faixa de cerrado na Fazenda Água Limpa (FAL) em Brasília-DF. **Acta botânica brasílica** 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 Água Limpa, Federal District, Brazil. Pp. 349-415. In: Furley, P.A.; Proctor, J.A. & Ratter, J.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. & Silva Júnior, M.C. 2001. **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. & Silva Júnior, M.C. 2005. Diversidade alfa e beta no cerrado *sensu stricto*, Distrito Federal, Goiás, Minas Gerais e Bahia. Pp.143-154. In: Scariot, A.; Sousa-Silva, J.C. & Felfili, J.M. **Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- Felfili, J.M., Silva Júnior, M.C., Rezende, A.B., Machado, J.W.B., Nogueira, P.E. & Walter, B.M.T. 1994. Projeto Biogeografia do Bioma Cerrado: Vegetação e solos. **Cadernos de Geociências** 12: 84-114.
- Felfili, J.M.; Silva Júnior, M.C.; Rezende, A.V.; Machado, J.W.B.; Walter, B.T.; Silva, P.E.N. & Hay, J.D. 1993. Análise comparativa da florística e fitossociologia da vegetação arbórea do cerrado *sensu stricto* na Chapada Pratinha, DF-Brasil. **Acta botânica brasílica** 6(2):27-46.
- Felfili, J.M.; Silva Júnior, M.C.; Rezende, A.V.; Nogueira, P.E.; Walter, B.M.T.; Felfili, M.C.; Silva, M.A. & Encinas, J.I. 1997. Comparação florística e fitossociológica do cerrado nas Chapadas Pratinha e dos Veadeiros. Pp. 6-11. In: Leite, L.L. & Saito, C.H. **Contribuição ao conhecimento ecológico do Cerrado**. Editora Universidade de Brasília.
- Felfili, J.M.; Silva Júnior, M.C.; Sevilha, A.C.; Rezende, A.V.; Nogueira, P.E.; Walter, B.M.T.; Chagas e Silva, F. & Salgado, M.A.S. 2001. Fitossociologia da vegetação arbórea. Pp. 35-56. In: Felfili, J.M. & Silva Júnior, M.C. (orgs.). **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.; Silva Júnior, M.C.; Sevilha, A.C.; Fagg, C.W.; Walter, B.M.T.; Nogueira, P.E. &

- Rezende, A.V. 2004. Diversity, floristic and structural patterns of cerrado vegetation in Central Brazil. **Plant Ecology** **175**: 37-46.
- Felfili, J.M.; Sousa-Silva, J.C. & Scariot, A. 2005. Biodiversidade, ecologia e conservação do Cerrado: avanços no conhecimento. Pp: 27-44. In: Scariot, A.; Sousa-Silva, J.C. & Felfili, J.M. (orgs.). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- Ferreira, J.P. 1957. **Enciclopédia dos municípios brasileiros**. Volume II. IBGE: Rio de Janeiro. Pp. 289-292.
- 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 brasílica** **18**(1): 19-29.
- Furley, P.A. 1999. The nature and diversity of neotropical savanna vegetation with particular reference to the brazilian cerrados. **Global Ecology and Biogeography** **8**: 233-241.
- Furley, P.A. & Ratter, J.A. 1988. Soil resources and plant communities of the central Brazilian cerrado and their development. **Journal of Biogeography** **15**(1): 97-108.
- Furley, P.A.; Proctor, J. & Ratter, J.A. 1992. **Nature and dynamics of forest-savanna boundaries**. Chapman & Hall, London.
- Furley, P.A. & Ratter, J.A. 1988. Soil resources and plant communities of the central Brazilian cerrado and their development. **Journal of Biogeography** **15**(1): 97-108.
- Gauch, H.G. 1982. **Multivariate analysis in community ecology**. Cambridge University Press. Cambridge. 298p.
- Ghadiri, H.; Hussein, J. & Rose, C.W. 2007. A study of the interactions between salinity, soil erosion, and pollutant on three Queensland soils. **Australian Journal of Soil Research** **45**: 404-413.
- Goedert, W.J. 1987. **Solos dos Cerrados: tecnologias e estratégias de manejo**. Nobel/EMBRAPA-CPAC, São Paulo/Brasília. 422p.
- Goldstein, G. & Sarmiento, G. 1987. Water: water relations of trees and grasses and their consequences for the structure of savanna vegetation. Pp: 13-38. In: Walker, B.H. **Determinants of tropical savannas**. IUBS Monograph Series.
- Haridasan, M. 1982. Aluminium accumulation by some cerrado native species of central Brazil. **Plant and Soil** **65**: 265-273.
- Haridasan, M. 1992. Observation on soils, foliar nutrients concentrations, and floristic composition of cerrado and cerradão communities in central Brazil. Pp: 174-184. In:

- Proctor, J.; Ratter, J.A. & Furley, P.A. (orgs.). **The nature and dynamics of forest-savanna boundaries**. Chapman & Hall, London.
- Haridasan, M. 2005. Competição por nutrientes em espécies arbóreas do cerrado. Pp. 169-178. In: Scariot, A.; Sousa-Silva, J.C. & Felfili, J.M. (orgs.). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- Haridasan, M. 2007. Solos. Pp. 27-43. In: Felfili, J.M.; Rezende, A.V. & Silva Júnior, M.C. (orgs.). **Biogeografia do bioma Cerrado: vegetação e solos da Chapada dos Veadeiros**. Editora da Universidade de Brasília: Finatec.
- Harper, J.L. 1977. **Population biology of plants**. London: Academic Press.
- Henriques, R.P.B. 2005. Influência da história, solo e fogo na distribuição e dinâmica das fitofisionomias no bioma do Cerrado. Pp: 75-92. In: Scariot, A.; Sousa-Silva, J.C. & Felfili, J.M. (orgs.). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- Hill, M.O. 1979. **TWINSPAN – a FORTAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes**. Ithaca, Cornell University. 90p.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2007. **Manual Técnico de Pedologia**. IBGE, Rio de Janeiro, 316p.
- Kellman, M. 1979. Enrichment by neotropical savanna trees. **The Journal of Ecology** 67(2): 565-577.
- Kent, M. & Coker, P. 1992. **Vegetation description and analysis: a practical approach**. Belhaven Press: London. 363p.
- Knoop, W.T. & Walker, B.H. 1985. Interactions of woody and herbaceous vegetation in a southern african savanna. **Journal of Ecology** 73: 235-253.
- Köppen, W. 1948. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. Fondo de Cultura Económica. México. 479p.
- Kovach, W.L. 1993. **MVSP – Multivariate Statistical Package, version 3.1**. Kovach Computing Services, Pentraeth.
- Lathwell, D.J. & Grove, T.L. 1986. Soil – plant relationships in the tropics. **Annual Review of Ecology and Systematics** 17: 1-16.
- Lewinsohn, T.M. & Prado, P.I. 2002. **Biodiversidade brasileira: síntese do estado atual do conhecimento**. São Paulo: Contexto, 176p.

- Lima, T.A. 2006. **Composição florística e estrutura da vegetação de um cerrado rupestre no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, GO**. Trabalho final de curso, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília (UnB). 35p.
- Lopes, A.S. 1983. **Solos sob “cerrado”: características, propriedades e manejo**. Instituto de Potassa & Fosfato, Piracicaba. 162p.
- Magurran, A.E. 2004. **Measuring biological diversity**. Blackwell publishing. Pp. 100-130.
- Manoel, L.C. 1999. **Composição florística, fitossociologia e estado nutricional de comunidades arbóreas de um cerrado rupestre e um cerrado ralo na Serra Dourada – Goiás**. Dissertação de Mestrado, Departamento de Biologia, Universidade Federal de Goiás (UFG). 61p.
- McCune, B. & Grace, J.B. 2002. **Analysis of ecological communities**. MjM Software Design, Oregon.
- McCune, B. & Mefford, M.J. 1997. **PC-ORD for Windows: Multivariate Analysis of Ecological Data**, version 3.17. MjM Software, Oregon.
- Medina, E. 1987. Nutrients: requirements, conservation and cycles of nutrients in the herbaceous layer. Pp: 39-66. In: Walker, B.H. **Determinants of tropical savannas**. IUBS Monograph Series.
- Mendonça, R.C.; Felfili, J.M.; Walter, B.M.T.; Silva Júnior, M.C.; Rezende, A.V.; Filgueiras, T.S. & Nogueira, P.E. 1998. Flora vascular do Cerrado. Pp. 289-556. In.: Sano, S.M.; Almeida, S.P. (eds.) **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA.
- Ministério do Meio Ambiente. 2002. **Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros**. Brasília, MMA/SBF. Pp. 176-183.
- Miranda, S.C.; Batista, M.A.; De-Carvalho, P.S. & Santos, M.L. 2004. Levantamento florístico em áreas de campo e cerrado rupestre no Parque Estadual da Serra dos Pireneus, Goiás. In: **Congresso Nacional de Botânica**, 55, 2004. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Sociedade Botânica do Brasil.
- Mistry, J. 2000. **World Savannas: ecology and human use**. London, Prentice Hall. 344p.
- Mittermeier, R.A.; Robles, P.; Hoffman, M.; Pilgrim, J.; Brooks, T.; Mittermeier, C.G.; Lamoreux, J. & Fonseca, G.B. 2005. **Hotspots revisited. Conservação Internacional/CI, Agrupación Sierra Madre**. Pp. 15-96.
- Moreira, A. G. 1992. **Fire protection and vegetation dynamics in the brazilian Cerrado**. PhD. Thesis Harvard University, Cambridge.

- Moura, I.O. 2006. **Fitossociologia de cerrado *sensu stricto* em afloramentos rochosos no Parque Estadual dos Pireneus, Pirenópolis, Goiás**. Dissertação de Mestrado, Departamento de Biologia Geral, Universidade Federal de Goiás (UFG). 113p.
- Moura, I.O.; Gomes-Klein, V.L.; Felfili, J.M. & Ferreira, H.D. 2007. Fitossociologia de Cerrado *Sensu Stricto* em Afloramentos Rochosos no Parque Estadual dos Pireneus, Pirenópolis, Goiás. **Revista Brasileira de Biociências** 5(2): 399-401.
- Müller-Dombois, D. & Ellenberg, H. 1974. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: J. Wiley & Sons. 574 p.
- Munhoz, C.B.R. & Proença, C.E.B. 1998. Composição florística do município de Alto Paraíso de Goiás na Chapada dos Veadeiros. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer** 3: 102-150.
- Nogueira, P.E.; Felfili, J.M.; Silva Júnior, M.C.; Delitti, W.; Sevilha, A. 2001. Composição florística e fitossociologia de um cerrado sentido restrito no município de Canarana-MT. **Boletim Herbário Ezechias Paulo Heringer** 8: 28-43.
- Nunes, R.V.; Silva Júnior, M.C.; Felfili, J.M.; Walter, B.M.T. 2002. Intervalos de classe para a abundância, dominância e frequência do componente lenhoso do cerrado sentido restrito no Distrito Federal. **Revista Árvore** 26(2): 173-182.
- Oliveira-Filho, A.T. 1994. Estudos ecológicos da vegetação como subsídios para programas de revegetação com espécies nativas: uma proposta metodológica. **Revista Cerne** 1(1): 64-72.
- Oliveira-Filho, A.T. & Fluminhan-Filho, M. 1999. Ecologia da vegetação do Parque Florestal Quedas do Rio Bonito. **Revista Cerne** 5(2): 51-64.
- Oliveira, R.B. & Godoy, S.A.P. 2007. Composição florística dos afloramentos rochosos do Morro do Forno, Altinópolis, São Paulo. **Biota Neotropica** 7(2): 37-47.
- Oliveira-Filho, A.T. & Ratter, J.A. 2002. Vegetation physiognomies and woody flora of the Cerrado biome. Pp: 91-120. In: Oliveira, O.S. & Marquis, R.J. (eds.). **The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna**. Columbia University Press, New York.
- Parca, M.L.S. 2007. **Fitossociologia e sobrevivência de árvores na mata de galeria do córrego Pitoco, Reserva Ecológica do IBGE, DF, em 2006, após dois incêndios, 1994 e 2005**. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília (UnB). 73p.

- Ratter, J.A.; Bridgewater, S. & Ribeiro, J.F. 2003. Analysis of the floristic composition of the Brazilian Cerrado vegetation III: comparison of the woody vegetation of 376 areas. **Edinburgh Journal of Botany** 60(1): 57-109.
- Ratter, J.A.; Bridgewater, S. & Ribeiro, J.F. 2006. Biodiversity patterns of the woody vegetation of the Brazilian Cerrados. Pp: 31-66. In: Pennington R.T.; Lewis, G.P. & Ratter, J.A. (eds.). **Neotropical savannas and dry forests: diversity, biogeography and conservation**. The systematics association special volume series 69.
- Ratter, J.A.; Ribeiro, J.F. & Bridgewater, S. 1997. The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. **Annals of Botany** 80: 223-230.
- Reatto, A.; Correia, J.R. & Spera, S.T. 1998. Solos do Bioma Cerrado: aspectos pedológicos. Pp.89-166. In: Sano, S.M. & Almeida, S.P. (eds.). **Cerrado: ambiente e flora**. Embrapa – CPAC. Planaltina, DF.
- Reatto, A. & Martins, E.S. 2005. Classes de solo em relação aos controles da paisagem do bioma Cerrado. Pp. 49-59. In: Scariot, A.; Sousa-Silva, J.C. & Felfili, J.M. (orgs.). **Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- Ribeiro, J.F.; Bridgewater, S.; Ratter, J.A. & Sousa-Silva, J.C. 2005. Ocupação do bioma Cerrado e conservação da sua diversidade vegetal. Pp. 385-399. In: Scariot, A.; Sousa-Silva, J.C. & Felfili, J.M. (orgs.). **Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- Ribeiro, J.F. & Walter, B.M.T. 1998. Fitofisionomia do bioma cerrado. Pp.89-166. In: Sano, S.M. & Almeida, S.P. (eds.). **Cerrado: ambiente e flora**. Embrapa – CPAC. Planaltina, DF.
- Rizzo, J.A. 1970. **Contribuição ao conhecimento da Flora de Goiás - Área na Serra Dourada**. Tese de livre-docência. Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia. 91p.
- Romero, R. 2002. Diversidade da flora dos campos rupestres de Goiás, Sudoeste e Sul de Minas Gerais. Pp. 81-86. In: Araújo, E.L.; Moura, A.N.; Sampaio, E.S.B.; Gustinari, L.M.S. & Carneiro, J.M.T. (eds.). **Biodiversidade, Conservação e Uso Sustentável da flora do Brasil**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, Sociedade Botânica do Brasil.
- Santos, M.L. 2003. **Florística e Biologia Reprodutiva de espécies de Melastomataceae no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas e Parque Estadual da Serra dos Pireneus, Goiás**. Tese de Doutorado, Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília (UnB). 159p.

- Scolforo, T.R. 1994. **Mensuração Florestal 5: crescimento florestal 1**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1ª edição.
- Silva Júnior, M.C. 1998. Comunidades de árvores e sua relação com os solos na mata de galeria do Pitoco, Reserva Ecológica do IBGE, Brasília-DF. **Revista Árvore** 22(1): 29-40.
- Silva Júnior, M.C.; Felfili, J.M.; Walter, B.M.T.; Nogueira, P.E.; Rezende, A.V.; Morais, R.O. & Nóbrega, M.G.G. 2001. Análise da flora arbórea de Matas de Galeria no Distrito Federal: 21 levantamentos. Pp. 159-173. In: Ribeiro, J.F.; Fonseca, C.E.L. & Sousa-Silva, J.C. (eds.). **Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria**. Planaltina: Embrapa Cerrados.
- Silva Júnior, M.C.; Nogueira, P.E. & Felfili, J.M. 1998. Flora lenhosa das matas de galeria no Brasil Central. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer** 2: 57-76.
- Silva Júnior, M.C. & Silva, A.F. 1988. Distribuição dos diâmetros dos troncos das espécies mais importantes do cerrado na Estação Florestal de Experimentação de Paraopeba (EFLEX)-MG. **Acta botânica brasílica** 2(1-2):107-126.
- Sylvestre, L.S. & Rosa, M.M.T. 2002. **Manual metodológico para estudos botânicos na Mata Atlântica**. Editora da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- Stannard, B.L. 1995. **Flora do Pico das Almas: Chapada Diamantina, Bahia, Brazil**. Richmond, Surrey: Royal Botanic Gardens Kew.
- Walker, B.H. 1987. A general model of savanna structure and function. Pp: 1-12. In: Walker, B.H. **Determinants of tropical savannas**. IUBS Monograph Series.
- Walter, B.M.T. 2006. **Fitofisionomias do Bioma Cerrado: síntese terminológica e relações florísticas**. Tese de doutorado, Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília (UnB). 373p.
- Zar, J.K. 1996. **Biostatistical analysis**. New Jersey: Prentice Hall. 662p.