

Comparação da vegetação arbustivo-arbórea de uma área de cerrado rupestre na Chapada dos Veadeiros, Goiás, e áreas de cerrado sentido restrito do Bioma Cerrado

EDDIE LENZA^{1,4}, JOSÉ ROBERTO RODRIGUES PINTO², ALEXANDRE DE SIQUEIRA PINTO³, LEANDRO MARACAHIPES¹ e ELISA PEREIRA BRUZIGUESSI³

(recebido: 31 de dezembro de 2010; aceito: 01 de abril de 2011)

ABSTRACT – (Comparisons between a savanna on rocky soil tree-shrub community at Chapada dos Veadeiros, Goiás, and *cerrado sensu stricto* areas of the *Cerrado* biome). The floristic composition and the structure of a savanna on rocky soil (*cerrado rupestre*) tree-shrub community, including monocots, in the municipality of Alto Paraíso de Goiás, state of Goiás, were determined. Our objectives were: 1. To compare floristic and structural aspects between the tree-shrub community studied and 14 other *cerrado sensu stricto* areas, with and without monocots. 2. To evaluate phytogeography patterns of the 15 compared areas. We sampled 71 species, including five monocots (Velloziaceae = 3; Arecaceae = 2). Including monocots, the studied community was the most dense (1,977 individuals ha⁻¹) and showed the second basal area (11.25 m² ha⁻¹) among the 15 compared areas. On the other hand, excluding monocots, density and basal area decreased to 892 individuals ha⁻¹ e 7.55 m² ha⁻¹, respectively. The diversity and equability indices were low ($H' = 2.81$; $J = 0.66$, respectively) when monocots were included; however, excluding species of this group, H' and J increased to 3.63 and 0.86, respectively. Increases in richness, density and basal area, with the inclusion of monocots, suggested high importance of Velloziaceae and Arecaceae families in the studied community. The flora was mostly represented by deep-soil *cerrado* species. Nevertheless, five of the ten highest IV species are considered *cerrado rupestre* habitat specialists (*Vellozia variabilis* Mart. ex Schult. f., *Wunderlichia cruelsiana* Taub., *Schwartzia adamantium* (Cambess.) Bedell ex Giraldo-Cañas, *Hyptis pachyphylla* Epling and *Vellozia tubiflora* (A. Rich.) Kunth). Moreover, the low floristic similarities between the studied community and the others suggest floristic particularity of the Alto Paraíso de Goiás rocky *cerrado*. The phytogeographical patterns revealed through cluster (UPGMA) and ordination (DCA) analyses indicated the influence of altitude, of geographical closeness between the areas and of their location in relation to the *Cerrado* neighboring biomes (Amazonian Forest, Atlantic Forest and *Caatinga*).

Key words - conservation, habitat specialist, phytogeography, rocky soils

RESUMO – (Comparação da vegetação arbustivo-arbórea de uma área de cerrado rupestre na Chapada dos Veadeiros, Goiás, e áreas de cerrado sentido restrito do Bioma Cerrado). Foram determinadas a composição florística e a estrutura da vegetação arbustivo-arbórea, incluindo monocotiledôneas, em uma comunidade de cerrado rupestre, no município Alto Paraíso de Goiás, Goiás. Os objetivos desse estudo foram: 1. Comparar os aspectos florísticos e estruturais da área estudada com aqueles de outros 14 estudos com comunidades arbustivo-arbóreas, com e sem a presença de monocotiledôneas, 2. Avaliar os padrões fitogeográficos das 15 áreas comparadas. Foram amostradas 71 espécies, sendo cinco espécies de monocotiledôneas (três Velloziaceae e duas Arecaceae). Considerando as monocotiledôneas, a comunidade inventariada foi a mais densa (1.977 indivíduos ha⁻¹) e apresentou a segunda maior área basal (11,25 m² ha⁻¹), entre as áreas comparadas. No entanto, sem as monocotiledôneas a densidade e área basal reduziram para 892 indivíduos ha⁻¹ e 7,55 m² ha⁻¹, respectivamente. Os índices de diversidade ($H' = 2,81$) e equabilidade ($J = 0,66$) foram baixos com a presença das monocotiledôneas, mas se elevaram, com a exclusão das espécies desse grupo ($H' = 3,63$, $J = 0,86$). Os aumentos nos valores de riqueza, densidade e área basal, com a inclusão das monocotiledôneas indicaram elevada importância das famílias Velloziaceae e Arecaceae na comunidade de cerrado rupestre estudada. A flora foi representada predominantemente por espécies de cerrado sentido restrito sobre solos profundos. No entanto, cinco das dez espécies com maiores VI são consideradas habitat especialistas de cerrado rupestre (*Vellozia variabilis* Mart. ex Schult. f., *Wunderlichia cruelsiana* Taub., *Schwartzia adamantium* (Cambess.) Bedell ex Giraldo-Cañas, *Hyptis pachyphylla* Epling e *Vellozia tubiflora* (A. Rich.) Kunth). Além do mais, foi observada baixa similaridade florística entre a área de estudo e as áreas comparadas, sugerindo particularidade florística do cerrado rupestre de Alto Paraíso de Goiás. Os padrões fitogeográficos, revelados por análises de agrupamento (UPGMA) e ordenação (DCA), indicaram influência da altitude, da proximidade geográfica entre áreas e de suas localizações em relação aos biomas adjacentes ao Cerrado (Floresta Amazônica, Mata Atlântica e *Caatinga*).

Palavras-chave - afloramentos rochosos, conservação, especialistas de habitat, fitogeografia

1. Universidade do Estado de Mato Grosso, Departamento de Biologia, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, BR 158, km 148, Caixa Postal 08, 78690-000 Nova Xavantina, MT, Brasil.
2. Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais, Caixa Postal 04357, 70919-970 Brasília, DF, Brasil.

3. Universidade de Brasília, Departamento de Ecologia, Laboratório de Ecologia de Ecossistemas, 70919-900 Brasília, DF, Brasil.
4. Autor para correspondência: eddielenza@yahoo.com.br

Introdução

O Cerrado é a savana com maior biodiversidade do mundo (Mittermeier *et al.* 2005), além de apresentar elevado grau de endemismo da flora e fauna (Mittermeier *et al.* 2005, Mendonça *et al.* 2008). Porém, devido principalmente aos desmatamentos para implantação de pastagens e culturas agrícolas, este bioma apresenta apenas 39,5% de sua área natural preservada (Sano *et al.* 2010). Segundo Machado *et al.* (2004), caso não se mude o ritmo de exploração das áreas nativas, até meados deste século a vegetação do Cerrado se restringirá às áreas de Unidades de Conservação, terras indígenas e regiões impróprias à agropecuária.

Entre as diferentes paisagens do Bioma Cerrado, ocorrem os ambientes rupestres que são genericamente chamados de campos rupestres (Eiten 1978), “inselbergs” (Porembski 2007) ou complexos rochosos de altas altitudes (Benites *et al.* 2007). Dentro deste complexo vegetacional ocorrem fisionomias campestres (campo rupestre), savânicas (cerrado rupestre) e, em menor proporção, formações florestais (Eiten 1978, Oliveira Filho & Fluminhan Filho 1999, Pinto *et al.* 2009). O cerrado rupestre ocorre sobre solos rasos, com afloramentos rochosos e geralmente predominam em elevadas altitudes (Eiten 1978, Ribeiro & Walter 2008), principalmente na Cadeia do Espinhaço (Benites *et al.* 2007) e na porção norte do Estado de Goiás (Lima 2008).

Apesar da complexidade da paisagem dos ambientes rupestres (Oliveira Filho & Fluminhan Filho 1999, Lima 2008), do elevado grau de endemismo da flora (Simon & Proença 2000, Porembski 2007) e da importância estratégica que as áreas de cerrado rupestre representam para a manutenção da biodiversidade do Cerrado (Porembski 2007, Pinto *et al.* 2009), pouco ainda se sabe sobre a estrutura da vegetação arbustivo-arbórea dos cerrados rupestres do Brasil Central (Oliveira Filho & Fluminhan Filho 1999, Pinto *et al.* 2009, Lima *et al.* 2010). A maioria dos estudos florísticos e fitossociológicos da flora lenhosa do Cerrado foi realizada em áreas com solos profundos e relevo plano a levemente ondulado (Ratter *et al.* 2003, Fonseca & Silva Júnior 2004, Felfili *et al.* 2007a, Mendonça *et al.* 2008). Assim, pouca ênfase tem sido dada às áreas de campo rupestre e cerrado rupestre, embora representem juntos cerca de 7% do bioma (Reatto *et al.* 2008), aproximadamente 6,6% do Estado de Goiás mais o Distrito Federal e 14% da área contínua formada pela Área de Proteção do Pouso Alto, incluindo o Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros (Lima 2008).

Nesse contexto, foi determinada a composição florística e a estrutura da vegetação arbustivo-arbórea

de uma área de cerrado rupestre localizada na região da Chapada dos Veadeiros, Município de Alto Paraíso de Goiás, GO. A partir dessas informações, foram realizadas comparações com estudos já realizados em áreas de cerrado rupestre e de cerrado sentido restrito. Objetivou-se averiguar se áreas de cerrado rupestre apresentam, predominantemente, espécies com ampla distribuição em fisionomias savânicas do bioma Cerrado, bem como menor número de espécies de hábitat restrito (Pinto *et al.* 2009, Lima *et al.* 2010), ou hábitat especialistas (*sensu* Rabinowitz 1981), mas que possuem elevada importância na composição estrutural da comunidade. Foi ainda avaliada a distribuição fitogeográfica da vegetação arbustivo-arbórea em áreas de cerrado rupestre e de cerrado sentido restrito sobre solos profundos, comparando com os padrões descritos na literatura para a vegetação lenhosa das formações savânicas do Bioma Cerrado (Ratter *et al.* 1996, 2003, Castro & Martins 1999, Bridgewater *et al.* 2004) com o intuito de averiguar se esses padrões são mantidos com a inclusão de áreas de cerrado rupestre.

Material e métodos

Este estudo foi realizado na região da Chapada dos Veadeiros, Município de Alto Paraíso de Goiás, situada na mesorregião norte do Estado de Goiás. O clima da região é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, com precipitação média anual entre 1.200 e 1.400 mm e temperatura média anual de 20 °C (Felfili 2007a, Silva *et al.* 2008).

Localizada no Domínio de Planaltos em estruturas dobradas, a região da Chapada dos Veadeiros insere-se no Complexo Montanhoso Veadeiros-Araí (Felfili 2007a), onde são encontrados os locais mais altos do Centro-Oeste brasileiro, podendo chegar a mais de 1.600 m (Ribeiro & Walter 2008). O relevo varia de plano a fortemente ondulado, onde ocorrem afloramentos rochosos montanhosos e escarpados (Felfili *et al.* 2007b, c, Lima 2008). Em geral, os solos são rasos, quase sempre pedregosos, representados por Neossolos Litólicos, Cambissolos e Areias Quartzosas associadas aos afloramentos de quartzitos, mas também são encontrados, em pequenas manchas, Latossolos Vermelho-Escuros nos topos aplanados (Felfili 2007a, Haridasan 2007). A vegetação é caracterizada pela ocorrência das diferentes fitofisionomias do bioma Cerrado (*sensu* Ribeiro & Walter 2008), sendo o cerrado rupestre e o campo limpo as fitofisionomias mais representativas na região (Munhoz & Proença 1998, Felfili 2007a).

A comunidade estudada ocorre sobre afloramento rochoso com área aproximada de 20 ha, localizada em propriedade particular, situada adjacente ao Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, posicionada nas coordenadas geográficas 14°09'25,7" S e 47°36'25,6" W e distante cerca

de 10 km da cidade de Alto Paraíso de Goiás, pela rodovia GO 327. Foram demarcadas e georeferenciadas 10 parcelas de 20 × 50 m, totalizando 1,0 ha de área amostral, conforme recomendado por Felfili *et al.* (2005). As parcelas foram estabelecidas aleatoriamente nas áreas de afloramentos rochosos, com altitudes que variaram entre 1.180 a 1.210 m acima do nível do mar e dispostas perpendicularmente a encosta, como sugerido por Oliveira Filho (1994). Foi respeitada a distância mínima de 100 m entre parcelas para garantir independência das unidades amostrais e melhor representar a possível heterogeneidade e variação florística da comunidade.

O levantamento da vegetação foi realizado no interior das parcelas identificando as espécies e tomando as medidas de altura total e diâmetro do tronco de todos os indivíduos arbustivo-arbóreos vivos (incluindo monocotiledôneas das famílias Velloziaceae e Arecaceae) que apresentaram diâmetro da base igual ou superior a 5 cm, medido a 30 cm do solo ($Db_{30\text{ cm}} \geq 5\text{ cm}$). Para os indivíduos que apresentaram ramificações abaixo de 30 cm de altura, em relação ao nível do solo, foi calculada a raiz quadrada da soma dos diâmetros das ramificações ao quadrado, ou diâmetro quadrático, conforme adotado por Pinto *et al.* (2009), pois esse procedimento evita superestimar e subestimar o cômputo dos valores de densidade e área basal da comunidade.

As espécies foram identificadas no campo e nos casos em que isso não foi possível coletou-se material botânico, o qual foi herborizado e identificado através de consultas à literatura específica, a especialistas e ao acervo do Herbário da UnB (UB). O material botânico coletado fértil foi depositado no UB como coleção testemunho. A classificação botânica foi realizada com base no APG (APG III 2009) e os nomes das espécies foram conferidos com a base de dados disponíveis na página eletrônica do *Missouri Botany Garden* (<http://www.mobot.org>).

A suficiência amostral, em termos florísticos, foi avaliada por meio da construção de curva de rarefação (Gotelli & Colwell 2001), com 1.000 aleatorizações, e da comparação entre a riqueza observada e a calculada para a área pelo estimador Jackknife 1 (Magurran 1988), no Programa EstimateS 8.2 (Colwell 2008). A estrutura da vegetação foi descrita com base nos parâmetros fitossociológicos de densidade, frequência, dominância e índice de valor de importância (Müeller-Dombois & Ellenberg 1974). A diversidade e a equabilidade de espécies foram calculadas através dos índices de diversidade de Shannon-Wiener (H') e de equabilidade de Pielou (J'), respectivamente (Brower & Zar 1984). Os parâmetros fitossociológicos e os índices de diversidade e de equabilidade foram calculados no Programa Mata Nativa 2 (Cientec 2006).

As comparações das características florísticas (riqueza, diversidade, equabilidade e similaridade) e estruturais (densidade e área basal) da comunidade estudada e aquelas registradas em áreas de cerrado rupestre e cerrado sentido restrito sobre solos profundos, amostradas no Planalto Central brasileiro, foram realizadas apenas com estudos que adotaram

os mesmos métodos, critérios e intensidade de amostragem. Para as comunidades de cerrado sentido restrito sobre solos profundos, sempre que possível, foram selecionados estudos conduzidos em áreas localizadas nas diferentes províncias florísticas do bioma Cerrado (Ratter *et al.* 1996, 2003, Castro & Martins 1999, Bridgewater *et al.* 2004). Para comparar o índice de diversidade registrado na área do presente estudo com o das demais, aplicou-se o teste *t* de Hutchenson (Zar 1999).

A avaliação fitogeográfica, com base na similaridade florística, entre as áreas de cerrado sentido restrito sobre solos profundos e de cerrado rupestre foi realizada por meio da análise de agrupamento hierárquico, com base na média de grupo (UPGMA) (Sneath & Sokal 1973), utilizando o programa NTSYS v. 2.1 (Rohlf 2000). O processo de fusão dos grupos se baseou na distância média mínima entre indivíduos e grupos (Kent & Coker 1992). Esse mesmo conjunto de dados também foi ordenado pelo método de DCA (Análise de correspondência distendida) (Kent & Coker 1992), através de uma matriz de dados de presença e ausência das espécies em cada uma das 15 áreas, usando o programa Pcord 5 (McCune & Mefford 2006).

Alguns dos estudos aqui comparados incluíram e outros excluíram da amostragem espécies não lenhosas, como indivíduos das famílias Velloziaceae e Arecaceae. Para permitir comparações padronizadas dos parâmetros comunitários entre as áreas (riqueza, densidade, área basal, H' , J' , UPGMA e DCA), as análises foram realizadas excluindo as espécies dessas duas famílias. No entanto, para aqueles estudos que incluíram espécies não lenhosas, são apresentados os resultados com e sem a presença desse grupo, permitindo assim avaliar os efeitos da exclusão das monocotiledôneas arbustivo-arbóreas sobre os parâmetros florísticos e estruturais das comunidades de cerrado sentido restrito e cerrado rupestre.

Resultados

Foram amostrados 1.977 indivíduos ha^{-1} , pertencentes a 71 espécies, 49 gêneros e 29 famílias, perfazendo 11,25 $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$ de área basal total (tabela 1). O índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') foi de 2,81 e o índice de equabilidade de Pielou (J') de 0,66 (tabela 2). Excluindo-se as espécies das famílias Velloziaceae e Arecaceae, os valores de densidade, riqueza e área basal reduzem para 892 indivíduos ha^{-1} , 66 espécies e 7,55 $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$, respectivamente, enquanto que H' e J' aumentaram para 3,63 e 0,86 respectivamente (tabelas 1 e 2).

Com base no estimador de riqueza Jackknife 1, o número total esperado para a área foi de 81 espécies. A riqueza registrada contemplou aproximadamente 89% do número potencial estimado de espécies. Adicionalmente, a curva de acumulação de espécies estabilizou a partir

Tabela 1. Famílias e espécies arbustivo-arbóreas ($Db_{30\text{ cm}} \geq 5\text{ cm}$) registradas no levantamento fitossociológico realizado em um hectare de cerrado rupestre (10 parcelas de $20 \times 50\text{ m}$) no Município de Alto Paraíso de Goiás, GO. (DA = Densidade absoluta; DR = densidade relativa; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; DoA = dominância absoluta; DoR = dominância relativa). Espécies registradas em menos de 1% (#) e em mais de 50% das áreas (†), compiladas de Ratter *et al.* (2003); * = espécies de habitat especialista.

Table 1. Families and tree-shrub species ($Db_{30\text{ cm}} \geq 5\text{ cm}$) sampled in the phytosociological survey in one hectare of *cerrado rupestre* (10 plots of $20 \times 50\text{ m}$) located in Alto Paraíso de Goiás, state of Goiás. (DA = absolute density; DR = relative density; FA = absolute frequency; FR = relative frequency; DoA = absolute dominance; DoR = relative dominance). Species registered in less than 1% (#) and in more than 50% of the areas (†), compiled by Ratter *et al.* 2003; * = habitat specialist species.

ESPÉCIE	FAMÍLIA	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VI
<i>Vellozia variabilis</i> Mart. ex Schult. f. *	Velloziaceae	794	40,16	100	3,36	2,72	24,20	67,72
<i>Wunderlichia cruelsiana</i> Taub. # *	Asteraceae	62	3,14	60	2,01	1,20	10,70	15,85
<i>Schwartzia adamantium</i> (Cambess.) Bedell ex Gir.-Cañas # *	Marcgraviaceae	35	1,77	100	3,36	0,80	7,09	12,22
<i>Vellozia squamata</i> Jackson	Velloziaceae	113	5,72	100	3,36	0,35	3,10	12,17
<i>Syagrus flexuosa</i> (Mart.) Becc.	Arecaceae	101	5,11	70	2,35	0,40	3,58	11,04
<i>Chamaecrista pachyclada</i> (Harms) H. S. Irwin & Barneby	Fabaceae	78	3,95	60	2,01	0,39	3,49	9,45
<i>Hyptis pachyphylla</i> Epling*	Lamiaceae	72	3,64	90	3,02	0,29	2,57	9,23
<i>Vellozia tubiflora</i> (A. Rich.) Kunth*	Velloziaceae	63	3,19	100	3,36	0,17	1,46	8,01
<i>Bauhinia pulchella</i> Benth.	Fabaceae	60	3,03	60	2,01	0,28	2,53	7,58
<i>Ocotea pomaderroides</i> (Meisn.) Mez #	Lauraceae	19	0,96	80	2,68	0,33	2,96	6,61
<i>Callisthene mollissima</i> Warm.	Vochysiaceae	29	1,47	20	0,67	0,48	4,29	6,43
<i>Schefflera macrocarpa</i> (Cham. & Schltdl.) Frodin	Araliaceae	42	2,12	70	2,35	0,21	1,83	6,31
<i>Macairea radula</i> (Bonpl.) DC.	Melastomataceae	33	1,67	80	2,68	0,15	1,35	5,70
<i>Vochysia thyrsoidea</i> Pohl	Vochysiaceae	29	1,47	60	2,01	0,24	2,16	5,64
<i>Myrcia</i> sp.	Myrtaceae	30	1,52	80	2,68	0,12	1,09	5,29
<i>Mimosa manidea</i> Barneby #	Fabaceae	26	1,32	90	3,02	0,08	0,74	5,07
<i>Copaifera oblongifolia</i> Mart. #	Fabaceae	10	0,51	50	1,68	0,30	2,64	4,82
<i>Erythroxylum suberosum</i> A. St.-Hil. †	Erythroxylaceae	22	1,11	80	2,68	0,07	0,61	4,41
<i>Byrsonima pachyphylla</i> A. Juss. †	Malpighiaceae	26	1,32	70	2,35	0,07	0,62	4,29
<i>Palicourea rigida</i> Kunth	Rubiaceae	26	1,32	60	2,01	0,08	0,69	4,02
<i>Aspidosperma multiflorum</i> A. DC.	Apocynaceae	17	0,86	30	1,01	0,23	2,06	3,93
<i>Tachigali vulgaris</i> L. G. Silva & H. C. Lima	Fabaceae	12	0,61	50	1,68	0,15	1,32	3,60
<i>Vochysia elliptica</i> Mart.	Vochysiaceae	14	0,71	70	2,35	0,05	0,44	3,50
<i>Qualea parviflora</i> Mart. †	Vochysiaceae	7	0,35	50	1,68	0,16	1,40	3,43
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth †	Malpighiaceae	15	0,76	50	1,68	0,09	0,76	3,20
<i>Eremanthus glomerulatus</i> Less.	Asteraceae	12	0,61	60	2,01	0,03	0,29	2,91
<i>Myrcia sellowiana</i> O. Berg	Myrtaceae	8	0,40	40	1,34	0,11	1,01	2,75
<i>Byrsonima intermedia</i> A. Juss.	Malpighiaceae	13	0,66	40	1,34	0,08	0,74	2,74
<i>Ilex congesta</i> H. W. Li	Aquifoliaceae	7	0,35	40	1,34	0,11	0,93	2,63
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	Myrsinaceae	8	0,40	40	1,34	0,08	0,70	2,45
<i>Wunderlichia mirabilis</i> Riedel ex Baker # *	Asteraceae	10	0,51	40	1,34	0,07	0,62	2,47
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes †	Apocynaceae	7	0,35	50	1,68	0,04	0,37	2,40
<i>Chamaecrista orbiculata</i> (Benth.) H. S. Irwin & Barneby	Fabaceae	21	1,06	20	0,67	0,07	0,62	2,36
<i>Kielmeyera lathrophyton</i> Saggi	Clusiaceae	6	0,30	50	1,68	0,05	0,40	2,38
<i>Simarouba versicolor</i> A. St.-Hil.	Simaroubaceae	6	0,30	40	1,34	0,08	0,71	2,35
<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	Styracaceae	7	0,35	50	1,68	0,04	0,31	2,34
<i>Agarista chapadensis</i> (Kin.-Gouv.) Judd	Ericaceae	5	0,25	30	1,01	0,11	1,02	2,28
<i>Syagrus comosa</i> (Mart.) Mart.	Arecaceae	14	0,71	30	1,01	0,06	0,57	2,29

continua

continuação

ESPÉCIE	FAMÍLIA	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VI
<i>Ouratea glaucescens</i> Engl.	Ochnaceae	5	0,25	50	1,68	0,03	0,28	2,21
<i>Humiria balsamifera</i> Aubl.	Humiriacae	2	0,10	20	0,67	0,16	1,40	2,17
<i>Mimosa clausenii</i> Benth.	Fabaceae	9	0,46	40	1,34	0,02	0,20	2,00
<i>Neea theifera</i> Oerst.	Nyctaginaceae	6	0,30	40	1,34	0,04	0,34	1,98
<i>Vochysia gardneri</i> Warm.	Vochysiaceae	6	0,30	40	1,34	0,03	0,28	1,93
<i>Emmotum nitens</i> (Benth.) Miers	Icacinaceae	3	0,15	20	0,67	0,12	1,02	1,85
<i>Couepia grandiflora</i> (Mart. & Zucc.) Benth. ex Hook. f.	Chrysobalanaceae	5	0,25	40	1,34	0,02	0,21	1,80
<i>Myrcia canescens</i> O. Berg	Myrtaceae	9	0,46	30	1,01	0,04	0,31	1,77
<i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC.	Myrtaceae	7	0,35	30	1,01	0,03	0,24	1,60
<i>Connarus suberosus</i> Planch.	Connaraceae	7	0,35	30	1,01	0,02	0,17	1,53
<i>Erythroxylum</i> sp.	Erythroxylaceae	3	0,15	20	0,67	0,08	0,67	1,49
<i>Erythroxylum tortuosum</i> Mart.	Erythroxylaceae	5	0,25	30	1,01	0,02	0,18	1,44
<i>Miconia ferruginata</i> DC.	Melastomataceae	5	0,25	30	1,01	0,02	0,16	1,42
<i>Heteropterys byrsonimifolia</i> A. Juss.	Malpighiaceae	4	0,20	30	1,01	0,02	0,17	1,38
<i>Plenckia populnea</i> Reissek	Celastraceae	5	0,25	20	0,67	0,04	0,37	1,29
<i>Eremanthus goyazensis</i> (Gardner) Sch. Bip.	Asteraceae	4	0,20	20	0,67	0,02	0,17	1,04
<i>Ferdinandusa elliptica</i> (Pohl) Pohl	Rubiaceae	6	0,30	10	0,34	0,05	0,42	1,06
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Steud.	Melastomataceae	3	0,15	20	0,67	0,01	0,07	0,89
<i>Myrcia rostrata</i> DC.	Myrtaceae	2	0,10	20	0,67	0,01	0,12	0,89
<i>Ouratea hexasperma</i> (A. St.-Hil.) Baill. †	Ochnaceae	2	0,10	20	0,67	0,01	0,12	0,89
<i>Miconia irwinii</i> Wurdack #	Melastomataceae	2	0,10	20	0,66	0,01	0,10	0,86
<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc. †	Clusiaceae	2	0,10	20	0,67	0,01	0,08	0,85
<i>Mimosa ulei</i> Taub.	Fabaceae	2	0,10	20	0,67	0,01	0,05	0,83
<i>Miconia burchellii</i> Triana	Melastomataceae	3	0,15	10	0,34	0,02	0,19	0,67
<i>Ternstroemia carnosa</i> Cambess.	Pentaphyllaceae	2	0,10	10	0,34	0,02	0,17	0,61
<i>Tetrapteryx microphylla</i> Nied.	Malpighiaceae	1	0,05	10	0,34	0,02	0,18	0,57
<i>Andira vermifuga</i> Mart. ex Benth.	Fabaceae	2	0,10	10	0,34	0,01	0,06	0,49
<i>Psidium myrsinoides</i> O. Berg	Myrtaceae	1	0,05	10	0,34	0,01	0,10	0,48
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O. Berg	Myrtaceae	1	0,05	10	0,34	0,01	0,06	0,45
<i>Cybianthus gardneri</i> (A. DC.) G. Agostini	Myrsinaceae	1	0,05	10	0,34	0,01	0,06	0,44
<i>Aniba heringeri</i> Vattimo	Lauraceae	1	0,05	10	0,34	0,01	0,05	0,44
<i>Banisteriopsis latifolia</i> (A. Juss.) B. Gates	Malpighiaceae	1	0,05	10	0,34	0,01	0,03	0,41
<i>Miconia rubiginosa</i> (Bonpl.) DC.	Melastomataceae	1	0,05	10	0,34	0,01	0,03	0,41
Total		1.977	100	2.980	100	11,25	100	300

da sexta parcela (figura 1), na qual já haviam sido registradas 65 espécies (90,2% do total amostrado). Assim, podemos assumir que a suficiência amostral, em termos florísticos, avaliada pela curva de rarefação e pela estimativa da riqueza potencial da área, sugere que a amostragem adotada foi representativa da área de cerrado rupestre estudada.

As dez espécies mais abundantes foram *Vellozia variabilis*, *Vellozia squamata*, *Syagrus flexuosa*, *Chamaecrista pachyclada*, *Hyptis pachyphylla*, *Vellozia tubiflora*, *Wunderlichia cruelsiana*, *Bauhinia pulchella*, *Schefflera macrocarpa* e *Schwartzia adamantium* (tabela 1). Estas espécies (13,9% do total) representam 71,8% dos indivíduos amostrados, com destaque para elevadas

abundâncias de *Vellozia variabilis* (794 indivíduos ha⁻¹), *Vellozia squamata* (113) e *Syagrus flexuosa* (101). Por outro lado, foram amostradas seis espécies consideradas localmente raras, ou seja, que apresentaram um indivíduo por hectare, sendo elas *Tetrapteryx microphylla*, *Psidium myrsinoides*, *Cybianthus gardneri*, *Miconia rubiginosa*, *Banisteriopsis latifolia* e *Aniba heringeri*, que juntas correspondem a 8,3% da riqueza e 0,3% da densidade registrada na área (tabela 1).

Em termos estruturais, novamente merece destaque *Vellozia variabilis*, cujo valor de importância (VI) representou 22,6% do VI total da comunidade, devido principalmente a sua elevada densidade (40,14% da densidade total) (tabela 1). As espécies com segundo e

Tabela 2. Parâmetros florísticos e estruturais de estudos fitossociológicos, utilizando método de parcelas (1 hectare), com espécies arbustivo-arbóreas ($Db_{30\text{ cm}} \geq 5\text{ cm}$) em áreas de cerrado rupestre e de cerrado sentido restrito sobre solos profundos, em ordem decrescente de altitude. († = Bridgewater *et al.* 2004 – Províncias: NE = Nordeste, CO = Centro Oeste, CSE = Central e Sudeste; * = apenas indivíduos vivos; S = número de espécies; AB = área basal; H' = índice de diversidade de Shannon-Wiener e J' = índice equabilidade de Pielou. IS = índice de similaridade de Sørensen com a área do presente estudo; t = teste t de Hutcheson para comparação dos IS e --- = Sem informação).

Table 2. Floristic and structure parameters of phytosociological studies, using plots establishment method (1 hectare), with tree-shrub species ($Db_{30\text{ cm}} \geq \text{cm}$) in *cerrado rupestre* and deep-soil *cerrado sensu stricto* areas, in altitude descending order. († = Bridgewater *et al.* 2004 – Provinces: NE = Northeast, CO = Midwest, CSE = Central e Southeast; * = only a live individuals; S = number of species; AB = basal area; H' = Shannon-Wiener diversity index e J' = Pielou equability index. IS = Sørensen similarity index with the present area; t = Hutcheson's t-test for the IS comparison and --- = No information).

Localização	Altitude (m)	Província florística†	S	Densidade Ind. ha ⁻¹ *	AB (m ² ha ⁻¹)*	H'	J'	IS	T
Cerrado rupestre									
Pirenópolis-GO (Três Picos) ^{IX}	1.341	CSE	56	461	3,48	3,33	0,82	0,31	$t_{(2)} = 5,12; P < 0,05$
Pirenópolis-GO (Portal) ^X	1.310	CSE	65	972	10,02	3,65	0,87	0,35	$t_{(2)} = 0,46; P > 0,05$
Cocalzinho-GO ^I	1.200	CSE	64 (65)	673 (674)	5,65 (5,70)	3,45 (3,45)	0,83 (0,83)	0,38	$t_{(2)} = 3,41; P < 0,05$ ---
Alto Paraíso-GO ^{XIV}	1.186	CO	66 (71)	892 (1.977)	7,55 (11,25)	3,63 (2,81)	0,86 (0,66)	---	---
Brasília-DF ^{II}	1.050	CSE	51	607	3,59	3,09	---	0,37	$t_{(2)} = 9,35; P < 0,05$
Mossâmedes-GO ^{VII}	783	CO	54	1.137	6,92	3,13	0,79	0,27	$t_{(2)} = 10,63; P < 0,05$
Caldas Novas-GO ^{VIII}	686	CSE	65 (66)	1.355 (1.357)	12,37 (12,39)	3,33 (3,33)	0,80 (0,79)	0,30	$t_{(2)} = 7,04; P < 0,05$ ---
Cerrado sentido restrito sobre solos profundos									
Brasília-DF ^{VI}	1.100	CSE	54 (58)	1.042 (1.132)	---	---	---	---	---
Brasília-DF (interflúvio) ^{IV}	1.056	CSE	53	1.174	8,18	3,16	---	0,34	$t_{(2)} = 9,85; P < 0,05$
Brasília-DF (vale) ^V	1.056	CSE	50	935	6,53	3,40	---	0,34	$t_{(2)} = 5,36; P < 0,05$
Brasília-DF ^{III}	1.000 a 1.050	CSE	54	818	8,97	3,41	---	0,29	$t_{(2)} = 4,73; P < 0,05$
Paraopeba-MG ^{XIII}	734 a 750	CSE	72 (73)	1.810 (1.813)	16,38 (16,42)	3,59 (3,57)	0,84 (0,83)	0,30	$t_{(2)} = 1,00; P > 0,05$ ---
Água Boa-MT ^{XII}	450 a 500	CO	73	925	7,10	3,69	0,84	0,17	$t_{(2)} = 1,23; P > 0,05$
Canarana-MT ^{XI}	375 a 400	CO	88	1.250	9,36	3,78	0,84	0,24	$t_{(2)} = 3,24; P < 0,05$
Carolina-MA ^{XV}	150	NE	53	533	6,73	3,04	0,77	0,18	$t_{(2)} = 9,33; P < 0,05$

I = Pinto *et al.* (2009), II = Amaral *et al.* (2006), III = Assunção & Felfili (2004), IV = Fonseca & Silva Júnior (2004) (interflúvio), V = Fonseca & Silva Júnior (2004) (vale), VI = Walter & Guarino (2006), VII = Miranda *et al.* (2007), VIII = Lima *et al.* (2010), IX = Moura *et al.* (2007) (três picos), X = Moura (2006) (portal), XI = Nogueira *et al.* (2001), XII = Felfili *et al.* (2002), XIII = Balduino *et al.* (2005), XIV = Presente estudo e XV = Medeiros *et al.* (2008). Os estudos I, VI, VIII, XIII e XIV, amostraram espécies das famílias Velloziaceae e Arecaceae, mas para permitir comparações entre esses estudos e os demais, são apresentados os resultados com (entre parênteses) e sem as espécies dessas duas famílias

I = Pinto *et al.* (2009), II = Amaral *et al.* (2006), III = Assunção & Felfili (2004), IV = Fonseca & Silva Júnior (2004) (interfluve), V = Fonseca & Silva Júnior (2004) (valley), VI = Walter & Guarino (2006), VII = Miranda *et al.* (2007), VIII = Lima *et al.* (2010), IX = Moura *et al.* (2007) (três picos), X = Moura (2006) (portal), XI = Nogueira *et al.* (2001), XII = Felfili *et al.* (2002), XIII = Balduino *et al.* (2005), XIV = Present study and XV = Medeiros *et al.* (2008). Studies I, VI, VIII, XIII e XIV sampled Velloziaceae and Arecaceae species, but in order to performed comparisons between these studies and another ones, we present results with (parenthesis) and without species these two families.

terceiro maiores VI foram, respectivamente, *Wunderlichia cruelsiana* (5,27% do VI total) e *Schwartzia adamantium* (4,06%), ocuparam posição de destaque na estrutura da comunidade em função dos elevados valores de área basal individual (1,2 m² ha⁻¹ e 0,8 m² ha⁻¹, respectivamente). As outras sete espécies mais importantes em ordem

decrecente de VI foram *Vellozia squamata*, *Syagrus flexuosa*, *Chamaecrista pachyclada*, *Hyptis pachyphylla*, *Vellozia tubiflora*, *Bauhinia pulchella* e *Callisthene mollissima*. Juntas essas dez espécies contribuíram com 53,2% e 61,7% dos valores totais de VI e área basal, respectivamente (tabela 1).

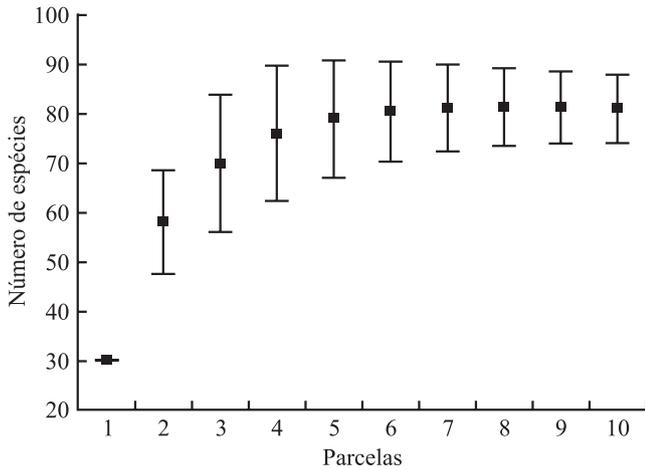


Figura 1. Curva de rarefação (Jackknife 1) para as espécies arbustivo-arbóreas ($Db_{30\text{ cm}} \geq 5\text{ cm}$), registradas em 10 parcelas de $20 \times 50\text{ m}$, amostradas em uma área de cerrado rupestre no Município de Alto Paraíso de Goiás, GO.

Figure 1. Rarefaction curve (Jackknife 1) of the tree-shrub species ($Db_{30\text{ cm}} \geq 5\text{ cm}$) registered within 10 plots of $20 \times 50\text{ m}$ sampled in a *cerrado rupestre* area located in Alto Paraíso de Goiás, GO.

A mediana do diâmetro da comunidade foi de 6,37 cm e os maiores valores foram registrados para *Humiria balsamifera* (44,0 cm) e *Callisthene molissima* (39,0 cm). A comunidade estudada apresentou ainda pequeno porte, em termos de altura, com baixos valores médios ($1,84\text{ m} \pm 1,24\text{ m DP}$) e medianos (1,60 m). As maiores alturas foram para *Vochysia elliptica* (7,7 m) e *Sclerobium paniculatum* (7,3 m), que compõem, assim, o extrato superior da vegetação.

A partir da análise de agrupamento por UPGMA, tomando como nível de corte a similaridade $\geq 0,30$, conforme sugerido Gauch (1982), foi possível identificar três grupos formados por duas ou mais áreas e a separação de três outras áreas isoladas. O primeiro grupo foi composto por oito sítios de cerrado rupestre e de cerrado sentido restrito sobre solos profundos do Planalto Central em altitudes entre 700 m a 1.200 m. O segundo foi formado por dois sítios de cerrado rupestre em elevadas altitudes acima de 1.300 m. O terceiro grupo composto por dois sítios de cerrado sentido restrito sobre solo profundo em baixas altitudes no estado de Mato Grosso (entre 400 e 500 m). As demais áreas foram representadas por sítios isolados de cerrado sentido restrito sobre solos profundos, localizados em áreas periféricas do bioma Cerrado (Paraopeba-MG e Carolina-MA), além da área de cerrado rupestre do presente estudo (figura 2).

Esses padrões foram parcialmente confirmados na análise de ordenação – DCA (figura 3), na qual o

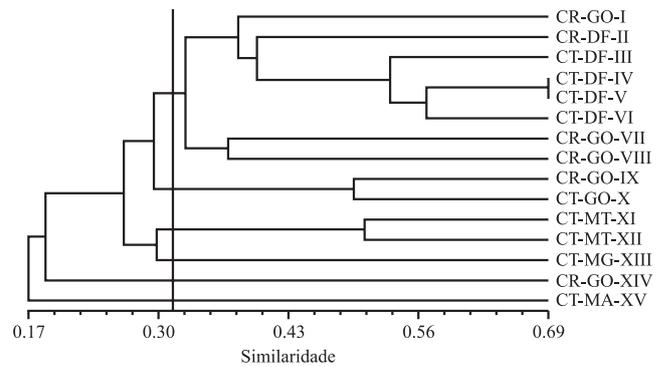


Figura 2. Dendrograma de similaridade florística para as espécies arbustivo-arbóreas ($Db_{30\text{ cm}} \geq 5\text{ cm}$), obtido pelo método de ligação UPGMA entre áreas de cerrado rupestre e cerrado sentido restrito sobre solos profundos. (CT = cerrado típico, CR = cerrado rupestre, GO = Goiás, DF = Distrito Federal, MT = Mato Grosso, MA = Maranhão e MG = Minas Gerais). Ver referência das áreas na tabela 2.

Figure 2. Dendrogram of floristic similarity for the tree-shrub species ($Db_{30\text{ cm}} \geq 5\text{ cm}$), obtained by the UPGMA linkage method between *cerrado rupestre* and deep-soil cerrado *sensu stricto* areas. (CT = typical cerrado (*cerrado sensu stricto*), CR = *cerrado rupestre*, GO = state of Goiás, DF = Federal District, MT = state of Mato Grosso, MA = state of Maranhão e MG = state of Minas Gerais). Check Table 2 for the areas' references.

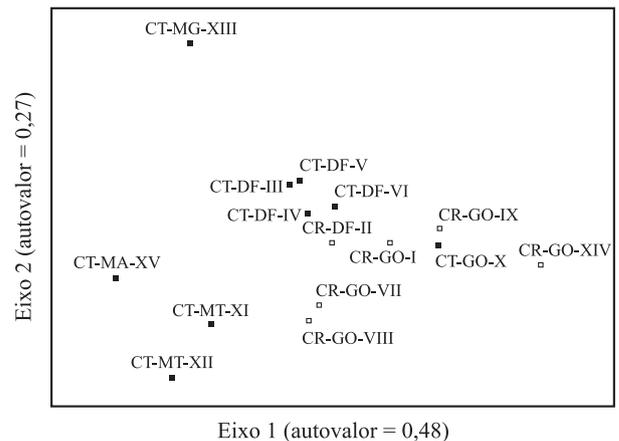


Figura 3. Ordenação pelo método DCA, com base na vegetação arbustivo-arbóreas ($Db_{30\text{ cm}} \geq 5\text{ cm}$) amostradas em áreas de cerrado rupestre e cerrado sentido restrito sobre solos profundos. (CT = cerrado típico (■), CR = cerrado rupestre (□), GO = Goiás, DF = Distrito Federal, MT = Mato Grosso, MA = Maranhão e MG = Minas Gerais). Ver referência das áreas na tabela 2.

Figure 3. Ordination by DCA method, based on the tree-shrub community ($Db_{30\text{ cm}} \geq 5\text{ cm}$) sampled in *cerrado rupestre* and deep-soil cerrado *sensu stricto* areas. (CT = typical cerrado (■) (*cerrado sensu stricto*), CR = *cerrado rupestre* (□), GO = state of Goiás, DF = Federal District, MT = state of Mato Grosso, MA = state of Maranhão e MG = state of Minas Gerais). Check Table 2 for the areas' references.

primeiro eixo separou: 1. Áreas de cerrado rupestre e cerrado sentido restrito sobre solos profundos do Planalto Central, sítios I a VIII (Goiás e Distrito Federal), posicionadas na parte central do diagrama; 2. Áreas de cerrado rupestre em Goiás acima de 1.300 m de altitude, sítios IX e X; 3. Áreas de cerrado sentido restrito sobre solos profundos localizadas no Estado de Mato Grosso (sítios XI e XII), posicionadas no quadrante inferior esquerdo do diagrama; e duas áreas isoladas, o sítio XV, cerrado sentido restrito em solo profundo no Maranhão, e o sítio XIV, cerrado rupestre do presente estudo. O segundo eixo separou o sítio XIII, amostrado em Paraopeba, MG, em área de cerrado sentido restrito sobre solo profundo, posicionando-o no quadrante superior esquerdo do diagrama, como uma das áreas de menor similaridade florística com as demais, semelhante ao observado na análise de classificação.

A divergência florística, revelada pela UPGMA e DCA entre o cerrado rupestre de Alto Paraíso de Goiás e as demais áreas comparadas, foi também evidenciada pela baixa similaridade florística, cujos índices de Sørensen foram sempre inferiores a 0,4, independente do tipo de substrato (tabela 2).

Discussão

A riqueza da flora arbustivo-arbórea registrada no presente estudo (71 espécies com monocotiledôneas e 66 espécies sem monocotiledôneas) foi a maior entre as áreas de cerrado rupestre comparadas e semelhante àquela registrada em áreas de cerrado sentido restrito sobre solos profundos com elevada riqueza florística, amostradas no Brasil Central (tabela 2). Compilações de dados em áreas de cerrado sentido restrito, feitas por Fonseca & Silva Júnior (2004) e por Felfili *et al.* (2004, 2007a) para o Planalto Central brasileiro, também evidenciaram tendência da vegetação savânica da região da Chapada dos Veadeiros apresentar elevada riqueza arbustivo-arbórea. Estudo desenvolvido por Prevedello & Carvalho (2006) com modelagem computacional com dados de campo e conhecida como “*Método Pan Geográfico*” também apontam a Chapada dos Veadeiros como uma das 11 regiões mais importantes para a conservação da riqueza e biodiversidade da flora do bioma Cerrado.

A Chapada dos Veadeiros é ainda considerada um dos centros de endemismos de espécies vegetais (Simon & Proença 2000). Essas informações são corroboradas pelas análises de classificação e ordenação aqui realizadas e pelo estudo de Felfili *et al.* (2004, 2007c) que indicaram elevada dissimilaridade florística entre os cerrados da

Chapada dos Veadeiros e outras áreas do Planalto Central brasileiro. A Chapada dos Veadeiros está entre as regiões com mais elevadas altitudes do bioma Cerrado (Felfili *et al.* 2007a, Ribeiro & Walter 2008), além de apresentar extensas áreas de formações savânicas sobre relevo acidentado e solos rochosos (Silva *et al.* 2006, Felfili *et al.* 2007c, Lima 2008). Segundo Simon & Proença (2000) essas características abióticas podem explicar a peculiaridade florística e o elevado endemismo em espécies do gênero *Mimosa* na região.

Apesar da elevada riqueza florística, os índices de diversidade de Shannon-Wiener ($H' = 2,81$) e de equabilidade de Pielou ($J = 0,66$), quando se considera as monocotiledôneas, são os mais baixos já encontrados em relação às áreas de cerrado rupestre comparadas (tabela 2). Esse fato se deve a elevada abundância de *Vellozia variabilis*, *Vellozia squamata*, *Syagrus flexuosa* e *Vellozia tubiflora*, uma vez que estes índices, de acordo com Magurran (1988), são baseados na abundância relativa das espécies e reduzem quando há domínio numérico de uma ou poucas espécies na comunidade. No entanto, quando as monocotiledôneas foram excluídas das análises, houve reduções de 7% na riqueza de espécies e os índices de H' e J assumiram valores elevados (3,63 e 0,86, respectivamente) e configuraram entre os mais altos entre todas as áreas comparadas (tabela 2).

Desse modo, as elevadas densidades e a importância estrutural de monocotiledôneas no cerrado rupestre de Alto Paraíso de Goiás, também registradas por Walter & Guarino (2006) em cerrado típico do Distrito Federal, chamam a atenção para a necessidade de estudos florísticos e fitossociológicos em fitofisionomias savânicas do bioma Cerrado, incluírem espécies das famílias Velloziaceae e Arecaceae. Muitas vezes essas famílias são ignoradas no processo de amostragem, uma vez que dos 15 estudos aqui comparados apenas cinco incluíram as monocotiledôneas nos levantamentos da vegetação.

Das 38 espécies lenhosas consideradas por Ratter *et al.* (2003) como de ampla distribuição no Cerrado, ou seja, aquelas registradas em mais de 50% das 376 áreas de cerrado sentido restrito compiladas pelos autores, apenas sete delas foram registradas no cerrado rupestre estudado (9,7% do total de espécies amostradas no presente estudo): *Byrsonima pachyphylla*, *Erythroxylum suberosum*, *Qualea parviflora*, *Byrsonima coccolobifolia*, *Hancornia speciosa*, *Ouratea hexasperma* e *Kielmeyera coriacea*. Por outro lado, também sete espécies – *Wunderlichia cruelsiana*, *Schwartzia adamantium*, *Ocotea pomaderroides*, *Mimosa manidea*, *Copaifera oblongifolia*, *Wunderlichia mirabilis* e *Miconia irwinii*

– inventariadas neste estudo, foram registradas em até três das 376 áreas avaliadas (< 1%) por Ratter *et al.* (2003), sendo aqui consideradas raras no bioma Cerrado e conferindo certa peculiaridade florística ao cerrado rupestre da Chapada dos Veadeiros.

Essa peculiaridade é confirmada pela baixa similaridade florística registrada entre a área do presente estudo e as demais áreas comparadas, mesmo com a exclusão das monocotiledôneas (índice de similaridade de Sørensen sempre inferior a 0,4). Apesar de geralmente baixos, os valores mais elevados de similaridade florística, foram sempre registrados com áreas de cerrado sentido restrito sobre solos profundos e cerrado rupestre em elevadas altitudes do Planalto Central brasileiro (acima de 1.000 m) e pertencentes à Província Florística Central e Sudeste (CSE – *sensu* Bridgetwater *et al.* 2004) (tabela 2), sugerindo maior semelhança florística entre as formações savânicas de elevadas altitudes do Brasil Central. Assim, os padrões fitogeográficos evidenciados por outros autores (Ratter *et al.* 1996, 2003, Castro & Martins 1999, Felfili *et al.* 2007b), para áreas de cerrados sobre solos profundos, foram mantidos mesmo após a inclusão de áreas de cerrado rupestre.

Algumas espécies aqui amostradas são citadas na literatura como habitat especialistas (*sensu* Rabinowitz 1981), ou seja, de distribuição restrita a ambientes rupestres como: *Wunderlichia cruelsiana*, *Schwartzia adamantium*, *Wunderlichia mirabilis* e *Hyptis pachyphylla* (Munhoz & Proença 1998, Ratter *et al.* 2000, Mendonça *et al.* 2008, Ribeiro & Walter 2008), *Vellozia variabilis* (Silva *et al.* 2001) e *Vellozia tubiflora* (Munhoz & Proença 1998). Wanderley (1989) afirmou ainda que *W. cruelsiana* é restrita apenas à região da Chapada dos Veadeiros. Todas estas espécies, com exceção de *W. mirabilis*, estão entre as dez de maior VI na comunidade e, portanto, configuram-se como importantes na determinação da estrutura da comunidade estudada (tabela 1). Destaca-se ainda que *Schwartzia adamantium* e *Wunderlichia mirabilis* apresentaram elevados valores de área basal e de altura, sendo assim determinantes também na estrutura horizontal e vertical da comunidade.

Considerando ainda que as dez espécies mais importantes na estrutura da comunidade estudada representam mais da metade do VI total (tabela 1), nota-se que o cerrado rupestre amostrado na Chapada dos Veadeiros difere marcadamente dos demais cerrados rupestres já estudados no Brasil Central. Apenas *Schwartzia adamantium* foi citada entre as dez com maior VI no estudo de Pinto *et al.* (2009) e somente *Wunderlichia cruelsiana* foi inventariada no estudo de

Amaral *et al.* (2006), com apenas dois indivíduos e baixo valor de VI. O cerrado rupestre inventariado em Caldas Novas-GO (Lima *et al.* 2010) foi aquele que apresentou maior semelhança em relação às espécies com maior importância estrutural, pois *Wunderlichia cruelsiana* e *Schwartzia adamantium* também destacaram em Valores de Importância (VI) naquele estudo, apesar da similaridade florística entre as duas áreas ter sido baixa (IS = 0,30).

A inclusão das espécies de monocotiledôneas nas análises também causou grandes mudanças na densidade e área basal registradas no cerrado rupestre de Alto Paraíso de Goiás. Dessa forma, considerando as monocotiledôneas, os valores de densidade (1.977 indivíduos ha⁻¹) e área basal (11,25 m² ha⁻¹) do presente estudo estão entre os maiores já registradas para fitofisionomias de cerrado rupestre e cerrado sentido restrito sobre solos profundos (tabela 2). Por outro lado, quando as espécies de monocotiledôneas são excluídas, a densidade (892 indivíduos ha⁻¹) e área basal (7,55 m² ha⁻¹) em Alto Paraíso de Goiás estão entre os menores valores registrados para áreas de cerrado típico e rupestre. Assim, a comunidade estudada apresentou estrutura horizontal pouco comum se comparada com outras áreas de cerrado rupestre e de cerrado sentido restrito, particularmente em função da elevada abundância das espécies de monocotiledôneas, como *Vellozia variabilis* (n = 794 indivíduos), *V. squamata* (n = 113), *V. tubiflora* (n = 63) e *Syagrus flexuosa* (n = 101). Essas características florísticas e estruturais garantem o desenvolvimento de uma vegetação muito peculiar e chamam novamente a atenção para a necessidade de se incluir espécies de monocotiledôneas em futuros estudos estruturais da vegetação arbustivo-arbórea.

Os baixos valores medianos de diâmetro (6,37 cm) bem como as alturas médias e mediana, inferiores a 2 metros, registradas no presente estudo indicam que a estrutura vertical do cerrado rupestre estudado é predominantemente subarbustiva e arbustiva, semelhante ao descrito por Ribeiro & Walter (2008) em que áreas de cerrado rupestre, em geral, possuem em média 2 a 4 m de altura. Segundo Pinto *et al.* (2009), a vegetação arbustivo-arbórea do cerrado rupestre apresenta estrutura da comunidade semelhante às áreas de cerrado ralo do bioma (*sensu* Ribeiro & Walter 2008). No entanto, estudos fitossociológicos conduzidos em cerrados rupestres do Brasil Central registraram alturas medianas mais elevadas ((3,18 m em Moura *et al.* (2010), 2,70 m em Pinto *et al.* 2009)), sugerindo ampla variação na estrutura vertical dos cerrados rupestres, que podem estar associadas a fatores locais, ainda não investigados.

Os resultados encontrados no presente estudo são, em partes, corroborados pelos achados de Pinto *et al.* (2009) e Lima *et al.* (2010), de que a vegetação arbustivo-arbórea em áreas de cerrado rupestre do Planalto Central brasileiro é composta predominantemente por espécies típicas e de ampla distribuição nas formações savânicas sobre solos profundos e com poucas espécies de habitat especialistas, mas com elevada importância na estrutura da comunidade. Dessa forma, há, de fato, seleção de algumas espécies arbustivo-arbóreas mais adaptadas a ambientes rupestres, mas com flora típica de formações savânicas sobre solos mais profundos e cuja distribuição geográfica não é homogênea, provavelmente em função das diferentes altitudes e da influência florística de biomas adjacente, como discutido a seguir.

As análises fitogeográficas conjuntas das áreas de cerrado rupestre e cerrado sentido restrito sobre solos profundos indicaram, por um lado, que áreas em altitudes elevadas e médias do Brasil Central apresentaram maior semelhança florística, concordando com as afirmações de diferentes autores de que a altitude exerce forte influência sobre a flora do Cerrado (Castro & Martins 1999, Ratter *et al.* 1996, 2003, Bridgewater *et al.* 2004). Por outro lado, a proximidade geográfica do bioma Floresta Amazônica (áreas XI e XII, no Estado do Mato Grosso); Mata Atlântica (área XII, em Minas Gerais); e Caatinga (área XV, no Maranhão) coincidiu com a formação de três grupos, sugerindo a influência florística de biomas adjacentes sobre a flora lenhosa do cerrado sentido restrito, como sugerido por Méio *et al.* (2003) para áreas de transição com os biomas Mata Atlântica e Floresta Amazônica e por Castro & Martins (1999) em áreas de transição com a Caatinga.

No entanto, os resultados aqui encontrados não evidenciam, inequivocamente, o padrão latitudinal proposto por Castro & Martins (1999), provavelmente porque a influência latitudinal predita pelos autores é mascarada pela influência florística dos três biomas adjacentes ao Cerrado. Finalmente, não houve agrupamento claro entre áreas pertencentes às mesmas províncias florísticas propostas por Bridgewater *et al.* 2004. Em resumo, as análises fitogeográficas sugerem forte influência da altitude, da proximidade geográfica entre áreas, bem como da posição geográfica da área em relação aos biomas adjacentes ao Cerrado. Sugerimos a condução de novos estudos, com metodologia padronizada, em áreas de cerrado rupestre e suas inclusões em novas análises fitogeográficas para confirmar os resultados aqui encontrados.

Diferentes estudos têm citado a região da Chapada dos Veadeiros como área prioritária para a conservação

da flora e fauna do bioma Cerrado (Felfili *et al.* 2004, Prevedello & Carvalho 2006, Mendonça *et al.* 2007, Felfili *et al.* 2007b). A Chapada dos Veadeiros é a região com maior representatividade de cerrados rupestres do Estado de Goiás (Lima 2008), além de apresentar alta riqueza florística (presente estudo, Felfili *et al.* 2007a, Mendonça *et al.* 2007), particularidade florística (presente estudo, Ratter *et al.* 1996, Munhoz & Proença 1998) e elevada heterogeneidade geomorfológica e edáfica (Haridasan 2007, Lima 2008). Segundo Felfili (2007b), a única Unidade de Conservação na região é insuficiente para manutenção da elevada riqueza e heterogeneidade florística. Sugerimos, portanto, que novas Unidades de Conservação sejam criadas na mesorregião da Chapada dos Veadeiros, preservando assim o mosaico vegetacional dessa região com importante e peculiar patrimônio florístico e genético do Bioma Cerrado.

Agradecimentos – À Prof^a Carolyn Proença, Prof^a Lúcia Helena Soares Silva (UnB – Botânica), Prof. Manoel Cláudio da Silva Júnior (UnB – Engenharia Florestal) e ao Dr. Benedito Alísio da Silva Pereira (IBGE) pela ajuda na identificação botânica. Ao Igor A. A. Oliveira e Gabriel Damasco do Valle pela ajuda nos trabalhos de campo. Ao Sr. Narciso por disponibilizar sua propriedade para realização deste estudo. Ao CNPq/UnB pela concessão da bolsa de Iniciação Científica à Elisa Pereira Bruziguessi. À Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza pelo financiamento da pesquisa.

Referências bibliográficas

- AMARAL, A.G., PEREIRA, F.F.O. & MUNHOZ, C.B.R. 2006. Fitossociologia de uma área de cerrado rupestre da Fazenda Sucupira, Brasília, DF. *Cerne* 12:350-359.
- APG III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161:105-121.
- ASSUNÇÃO, S.L. & FELFILI, J.M. 2004. Fitossociologia de um fragmento de cerrado *sensu stricto* na APA do Paranoá, DF, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 18:903-909.
- BALDUINO, A.P.C., 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* 29:25-34.
- BENITES, V.M., SCHAEFER, C.E.G.R., SIMAS, F.N.B. & SANTOS, H.G. 2007. Soils associated with rock outcrops in the Brazilian mountain ranges Mantiqueira and Espinhaço. *Revista Brasileira de Botânica* 30: 569-577.

- BRIDGEWATER, S., RATTER, J.A. & RIBEIRO, J.F. 2004. Biogeographic patterns, β diversity and dominance in the cerrado biome of Brazil. *Biodiversity and Conservation* 13:2295-2318.
- BROWER, J.E. & ZAR, J.H. 1984. Field and laboratory methods for general ecology. W.M.C. Brown, Dubuque.
- CASTRO, A.A.J.F. & MARTINS, F.R. 1999. Cerrados do Brasil e do Nordeste: caracterização, área de ocupação e considerações sobre a sua fitodiversidade. *Pesquisa em Foco* 7:147-178.
- CIENTEC – Consultoria e Desenvolvimento de Sistemas. 2006. Mata Nativa 2. Manual do usuário. Viçosa.
- COLWELL, R.K. 2008. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.0. <http://www.purl.oclc.org/estimates> (acesso em 15/11/2008).
- EITEN, G. 1978. Delimitation of the cerrado concept. *Vegetatio* 36:169-178.
- FELFILI, J.M. 2007a. A Chapada dos Veadeiros. *In* Biogeografia do bioma Cerrado: vegetação e solos da Chapada dos Veadeiros (J.M. Felfili, A.V. Rezende, M.C. Silva Júnior, orgs.). Editora Universidade de Brasília/Finatec, Brasília, p.15-23.
- FELFILI, J.M. 2007b. Recomendações de manejo. *In* Biogeografia do bioma Cerrado: vegetação e solos da Chapada dos Veadeiros (J.M. Felfili, A.V. Rezende, M.C. Silva Júnior, orgs.). Editora Universidade de Brasília/Finatec, Brasília, p.239-242.
- FELFILI, J.M., NOGUEIRA, P.E., SILVA JÚNIOR, M.C., MARIMON, B.S. & DELITTI, W.B.C. 2002. Composição florística e fitossociológica do cerrado sentido restrito no município de Água Boa-MT. *Acta Botanica Brasílica* 16:103-112.
- 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., CARVALHO, F.A. & HAIDAR, R.F. 2005. Manual para o monitoramento de parcelas permanentes nos biomas Cerrado e Pantanal. Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, Brasília.
- FELFILI, J.M., REZENDE, A.V., SILVA JÚNIOR, M.C., NOGUEIRA, P.E., WALTER, B.M.T., ENCINAS, J.I. & SILVA, M.A. 2007a. Fitossociologia da vegetação arbórea. *In* Biogeografia do bioma Cerrado: vegetação e solos da Chapada dos Veadeiros (J.M. Felfili, A.V. Rezende, M.C. Silva Júnior, orgs.). Editora Universidade de Brasília/Finatec, Brasília, p.45-96.
- FELFILI, J.M., SILVA JÚNIOR, M.C., WALTER, B.M.T., REZENDE, A.V., NOGUEIRA, P.E. & FELFILI, M.C. 2007b. Comparação dentro e entre sistemas de terra na Chapada dos Veadeiros. *In* Biogeografia do bioma Cerrado: vegetação e solos da Chapada dos Veadeiros (J.M. Felfili, A.V. Rezende, M.C. Silva Júnior, orgs.). Editora Universidade de Brasília/Finatec, Brasília, p.97-110.
- FELFILI, J.M., SILVA JÚNIOR, M.C., REZENDE, A.V., NOGUEIRA, P.E. & FELFILI M.C. 2007c. Comparação entre unidades fisiográficas: Chapada Pratinha e Chapada dos Veadeiros. *In* Biogeografia do bioma Cerrado: vegetação e solos da Chapada dos Veadeiros (J.M. Felfili, A.V. Rezende, M.C. Silva Júnior, orgs.). Editora Universidade de Brasília/Finatec, Brasília, p.111-117.
- 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 Botanica Brasílica* 18:19-29.
- GAUCH, H.G. 1982. Multivariate analysis in community ecology. Cambridge University Press, Cambridge.
- GOTELLI, N.J. & COLWELL, R.K. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* 4:379-391.
- HARIDASAN, M. 2007. Solos. *In* Biogeografia do bioma Cerrado: vegetação e solos da Chapada dos Veadeiros (J.M. Felfili, A.V. Rezende, M.C. Silva Júnior, orgs.). Editora Universidade de Brasília/Finatec, Brasília, p.25-43.
- KENT, M. & COKER, P. 1992. Vegetation description and analysis; a practical approach. Belhaven Press, London.
- LIMA, C.P. 2008. O cerrado rupestre no estado de Goiás com base em imagens Landsat ETM+. Dissertação de mestrado, Universidade de Brasília, Brasília.
- LIMA, T.A., PINTO, J.R.R., LENZA, E. & PINTO, A.S. 2010. Florística e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea em uma área de cerrado rupestre no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, Goiás. *Biota Neotropica* 10:1-8.
- MACHADO, R.B., RAMOS NETO, M.B., PEREIRA, P.G.P., CALDAS, E., GONÇALVES, D.A., SANTOS, N.S., TABOR, K. & STEININGER, M. 2004. Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. Relatório técnico não publicado. Conservação Internacional, Brasília.
- MAGURRAN, A.E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Croom Helm., London.
- MCCUNE, B. & MEFFORD, M.J. 2006. PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data, version 5.15. MjM Software, Gleneden Beach.
- MEDEIROS, M.B., WALTER, B.M. & SILVA, G.P. 2008. Fitossociologia do cerrado *stricto sensu* no município de Carolina, MA, Brasil. *Cerne* 14: 285-294.
- MÉIO, B.B., FREITAS, C.V., JATOBÁ, L., SILVA, M.E.F., RIBEIRO, J.F. & HENRIQUES, R.P.B. 2003. Influência da flora das florestas Amazônica e Atlântica na vegetação do cerrado *sensu stricto*. *Revista Brasileira de Botânica* 26:437-444.

- MENDONÇA, R.C., FILGUEIRAS, T.S. & FAGG, C.W. 2007. Análise florística da Chapada dos Veadeiros. *In* Biogeografia do bioma Cerrado: vegetação e solos da Chapada dos Veadeiros (J.M. Felfili, A.V. Rezende & M.C. Silva Júnior, eds.). Editora Universidade de Brasília/Finattec, Brasília, p.119-237.
- MENDONÇA, R.C., FELFILI, J.M., WALTER, B.M.T., SILVA JÚNIOR, M.C., REZENDE, A.V., FILGUEIRAS, T.S., NOGUEIRA, P.E. & FAGG, C.W. 2008. Flora vascular do cerrado: *Chechlist* com 12.356 espécies. *In* Cerrado: ecologia e flora (S.M. Sano, S.P. Almeida & J.F. Ribeiro, eds.). Embrapa-CPAC, Planaltina, p.417-1279.
- MIRANDA, S.C., SILVA JÚNIOR, M.C. & SALLES, L.A. 2007. A comunidade lenhosa de cerrado rupestre na Serra Dourada, Goiás. *Heringeriana* 1:43-53.
- MITTERMEIER, R.A., ROBLES, P., HOFFMANN, M., PILGRIM, J., BROOKS, T., MITTERMEIER, C.G., LAMOREUX, J. & FONSECA, G.B. 2005. Hotspots revisited: earth's biologically richest and most endangered ecoregions. Conservation International, Mexico City.
- MOBOT – Missouri Botanical Garden. W3 Tropicos 2010. Disponível em <http://www.mobot.org/> (acesso em 20/07/2010).
- MOURA, I.O. 2006. Fitossociologia de cerrado *sensu stricto* em afloramentos rochosos no Parque Estadual dos Pireneus, Pirenópolis, Goiás. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- MOURA, I.O., KLEIN, V.L.G., FELFILI, J.M. & FERREIRA, H.D. 2007. Fitossociologia da comunidade lenhosa de uma área de cerrado rupestre no Parque Estadual dos Pirineus, Pirenópolis, Goiás. *Revista de Biologia Neotropical* 4:83-100.
- MOURA, I.O., KLEIN, V.L.G., FELFILI, M.J. & FERREIRA, H.D. 2010. Diversidade e estrutura comunitária de cerrado *sensu stricto* em afloramentos rochosos no Parque Estadual dos Pireneus, Goiás. *Revista Brasileira de Botânica* 33:455-467.
- MÜELLER-DOMBOIS, D. & ELLENBERG, H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. Wiley and Sons, New York.
- 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* 3:102-105.
- NOGUEIRA, P.E., FELFILI, J.M. & SILVA JÚNIOR, M.C. 2001. Composição florística e fitossociologia do cerrado sentido restrito no município de Canarana-MT. *Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer* 8:28-43.
- OLIVEIRA FILHO, A.T. 1994. Estudos ecológicos da vegetação com subsídios para programas de revegetação com espécies nativas: uma proposta metodológica. *Cerne* 1:64-72.
- OLIVEIRA FILHO, A.T. & FLUMINHAN FILHO, M. 1999. Ecologia da vegetação do Parque Florestal Quedas do Rio Bonito. *Cerne* 5:51-64.
- PINTO, J.R.R., LENZA, E. & PINTO, A.S. 2009. Composição florística e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea em um Cerrado Rupestre, Cocalzinho de Goiás, Goiás. *Revista Brasileira de Botânica* 32:23-32.
- POREMBSKI, S. 2007. Tropical inselbergs: habitat types, adaptive strategies and diversity patterns. *Revista Brasileira de Botânica* 30:579-586.
- PREVEDELLO, J.A. & CARVALHO, C.J.B. 2006. Conservação do Cerrado brasileiro: o método pan-biogeográfico como ferramenta para a seleção de áreas prioritárias. *Natureza e Conservação* 4:39-57.
- RABINOWITZ, D. 1981. Seven forms of rarity. *In* The biological aspects of rare plant conservation (H. Synge, ed.). John Wiley, Chichester, p.205-217.
- RATTER, J.A., BRIDGEWATER, S., ATKINSON, R. & RIBEIRO, J.F. 1996. Analysis of the floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation II: comparison of the woody vegetation of 98 areas. *Edinburgh Journal of Botany* 53:153-180.
- RATTER, J.A., BRIDGEWATER, S., RIBEIRO, J.F., DIAS, T.A.B. & SILVA, M.R. 2000. Estudo preliminar da distribuição das espécies lenhosas da fitofisionomia cerrado sentido restrito nos estados compreendidos pelo bioma cerrado. *Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer* 5:5-43.
- 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* 60:57-109.
- REATTO, A., CORREIA, J.R., SPERA, S.T. & MARTINS, E.S. 2008. Solos do bioma Cerrado: aspectos pedológicos. *In* Cerrado: ecologia e flora (S.M. Sano, S.P. Almeida & J.F. Ribeiro, eds.). Embrapa-CPAC, Planaltina, p.107-150.
- RIBEIRO, J.F. & WALTER, B.M.T. 2008. Fitofisionomias do bioma Cerrado. *In* Cerrado: ecologia e flora (S.M. Sano, S.P. Almeida & J.F. Ribeiro, eds.). Embrapa-CPAC, Planaltina, p.151-212.
- ROHLF, F.J. 2000. NTSYS-pc: numerical taxonomy and multivariate analysis system, version 2.1. Exeter Software, New York.
- SANO, E.E., ROSA, R., BRITO, J.L.S. & FERREIRA, L.G. 2010. Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil. *Environmental Monitoring Assessment* 166:113-124.
- SILVA, S.R., SILVA, A.P., MUNHOZ, C.B., SILVA JUNIOR, M.C. & MEDEIROS, M.B. 2001. Guia de plantas do Cerrado utilizado na Chapada dos Veadeiros. WWF – Brasil, Brasília.
- SILVA, J.F., FARIÑAS, M.R., FELFILI, J.M. & KLINK, C.A. 2006. Spatial heterogeneity, land use and conservation in the cerrado region of Brazil. *Journal of Biogeography* 33:536-354.

- SILVA, F.A.M, ASSAD, E.D. & EVANGELISTA, B.A. 2008. Caracterização climática do bioma Cerrado. *In* Cerrado: ecologia e flora (S.M. Sano, S.P. Almeida & J.F. Ribeiro, eds.). Embrapa-CPAC, Planaltina, p.71-88.
- SIMON, M.F. & PROENÇA, C. 2000. Phytogeographic patterns of *Mimosa* (Mimosoidea, Leguminosae) in the Cerrado biome of Brazil: an indicator genus of high-altitude centers of endemism? *Biological Conservation* 96:279-296.
- SNEATH, P.H.A. & SOKAL, R.R. 1973. Numerical taxonomy. W.H. Freeman, San Francisco.
- WALTER, B.M.T. & GUARINO, E.S.G. 2006. Comparação do método de parcelas com o “levantamento rápido” para amostragem da vegetação arbórea do Cerrado sentido restrito. *Acta Botanica Brasilica* 20:285-297.
- WANDERLEY, M.G.L. 1989. Xyridaceae. *In* Flora do estado de Goiás (J.A. Rizzo, coord.). Coleção Rizzo v.11, p.9-81.
- ZAR, J.H. 1999. Biostatistical analysis. Prentice Hall, New Jersey.

