

## Relação solo-vegetação em duas áreas de cerrado sentido restrito na Serra Dourada, Goiás

O estudo foi conduzido em duas áreas de cerrado sentido restrito sobre dois tipos de substratos, Neossolos Litólicos e Cambissolos, na Serra Dourada em Mossâmedes-Goiás. Este trabalho teve por objetivos comparar a composição florística e a estrutura das comunidades vegetais estudadas, bem como, relacionar as características 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 Db30cm = 5 cm, inclusive mortos em pé. Os dois cerrados estudados apresentaram, em conjunto, elevada riqueza florística (101 espécies). As espécies *Andira vermifuga*, *Byrsonima coccolobifolia* e *Heteropterys byrsonimifolia* foram comuns às duas áreas e se destacaram em densidade. As áreas diferiram em relação à densidade e área basal de indivíduos vivos, o cerrado rupestre apresentou-se mais denso, enquanto o cerrado típico maior área basal. A classificação pelo método TWINSpan separou as 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 cinco parcelas (1, 2, 4, 5 e 7) foram influenciadas por cálcio, magnésio, fósforo e sódio, enquanto as demais (3, 6, 8, 9 e 10) foram influenciadas por alumínio, H+Al, potássio, matéria orgânica, zinco, manganês e pH.

**Palavras-chave:** Cambissolos; Neossolos Litólicos; Vegetação; Classificação; Ordenação.

## Soil-vegetation relationship in two areas of cerrado sensu stricto in Serra Dourada, Goiás

This study was conducted in two areas of cerrado sensu stricto on two types of substrates, Litholic Neosoils (ruprestrian cerrado) and Cambissoils (typical cerrado), in Serra Dourada, Mossâmedes-Goiás State. This work aimed to compare the floristic composition and the structure of the studied plant communities, as well as to relate the soil characteristics with the sampled plots. Twenty permanent plots of 20 m x 50 m each were rented, 10 in each area. In both cerrados, all woody individuals were sampled with Db30cm = 5 cm, including standing dead tree. The two cerrados studied presented, together, high floristic richness (101 species). The species *Andira vermifuga*, *Byrsonima coccolobifolia* and *Heteropterys byrsonimifolia* were common to both areas and stood out in density. The areas differed in relation to density and basal area of living individuals, the rupestrian cerrado was more dense, while the typical cerrado was the largest basal area. The classification by the TWINSpan method separated the two areas, a result corroborated by the DCA method. The areas presented sandy, dystrophic, alkaline soils and with low cation exchange capacity. The ordering of the soil chemical variables by PCA showed that the plots of typical cerrado over Cambissoils were strongly influenced by the levels of copper, iron and saturation by aluminum, and in the rupestrian cerrado five plots (1, 2, 4, 5 and 7) were influenced by calcium, magnesium, phosphorus and sodium, while the others (3, 6, 8, 9 and 10) were influenced by aluminum, H+Al, potassium, organic matter, zinc, manganese and pH.

**Keywords:** Cambissoils; Litholic Neosoils; Vegetation; Classification; Ordination.

Topic: Ciências Florestais

Received: 08/05/2020

Approved: 04/06/2020

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Sabrina do Couto de Miranda 

Universidade Estadual de Goiás, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/3653673838173344>  
<http://orcid.org/0000-0002-3861-6674>  
[sabrinac.miranda@gmail.com](mailto:sabrinac.miranda@gmail.com)

Manoel Cláudio da Silva Júnior 

Universidade de Brasília, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/2351742502156032>  
<http://orcid.org/0000-0002-5696-8577>  
[manocjr@yahoo.com.br](mailto:manocjr@yahoo.com.br)

Weuler Alves Vasconcelos 

Universidade Federal do Tocantins, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/5100754757442272>  
<http://orcid.org/0000-0002-1602-1194>  
[weulervasconcelos@gmail.com](mailto:weulervasconcelos@gmail.com)

Plauto Simão de Carvalho 

Universidade Estadual de Goiás, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/4108262957994798>  
<http://orcid.org/0000-0002-5467-5754>  
[plauto.carvalho@ueg.br](mailto:plauto.carvalho@ueg.br)



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2020.004.0002

### Referencing this:

MIRANDA, S. C.; SILVA JÚNIOR, M. C.; VASCONCELOS, W. A.; CARVALHO, P. S.. Relação solo-vegetação em duas áreas de cerrado sentido restrito na Serra Dourada, Goiás. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v.11, n.4, p.21-35, 2020. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.004.0002>

## INTRODUÇÃO

As savanas cobrem aproximadamente 20% da superfície terrestre e na América do Sul este tipo de ecossistema ocupa cerca de 45% da superfície (SCHOLES et al., 1996). São ambientes naturalmente heterogêneos tanto em termos de clima, solos e biodiversidade, quanto em termos de ameaças antrópicas (SOLBRIG, 1996; ALENCAR et al., 2020).

Dentre as savanas tropicais, o bioma Cerrado ocorre principalmente na região central do Brasil, em altitudes que variam desde o nível do mar até 1.800 m (FURLEY, 1999; ALENCAR et al., 2020). É a savana mais biodiversa do mundo e devido à perda de área com vegetação nativa e biodiversidade, também é considerada um *hotspot* mundial para a conservação (STRASSBURG et al., 2017).

Dos 2 milhões de km<sup>2</sup> originalmente ocupados pela vegetação nativa do Cerrado no Brasil, estudo recente estimou que restam apenas 55% de vegetação nativa em áreas remanescentes (ALENCAR et al., 2020). Entre 1985 e 2017, 24,7 milhões de hectares de vegetação nativa de Cerrado foram convertidos para outros usos, principalmente em pastagens e cultivos agrícolas. Ribeiro et al. (2008) categorizam as 11 fitofisionomias do Cerrado em formações campestres, savânicas e florestais. Dos três tipos, a savânica é mais abundante o que justifica a inclusão do Cerrado em savanas.

As formações savânicas reúnem quatro tipos fitofisionômicos principais: cerrado sentido restrito, parque de cerrado, palmeiral e vereda (RIBEIRO et al., 2008). Dentre estas, o cerrado sentido restrito caracteriza-se por árvores e arbustos de pequeno porte, tortuosos, irregularmente ramificados e com adaptações para sobrevivência à seca e ao fogo (FURLEY, 1999; RIBEIRO et al., 2008).

O cerrado sentido restrito é subdividido em denso, típico, ralo e rupestre de acordo com a cobertura arbórea e com o substrato onde ocorre (RIBEIRO et al., 2008). O cerrado rupestre se desenvolve em ambientes rochosos (RIBEIRO et al., 2008), já os demais tipos podem ocorrer associados aos Latossolos, Cambissolos e Neossolos Quartzarênicos (REATTO et al., 2008).

A maioria dos estudos florísticos e fitossociológicos realizados no Cerrado foi conduzido em áreas de cerrado sentido restrito sobre Latossolos (FELFILI et al., 1993; 2001; 2002; NOGUEIRA et al., 2001; ANDRADE et al., 2002; ASSUNÇÃO et al., 2004; FONSECA et al., 2004; BAUDUINO et al., 2005; MIRANDA et al., 2010; MIRANDA, 2012). Há assim necessidade de estudos que busquem entender sobre a associação entre vegetação nativa de cerrado sentido restrito e outros tipos de solos, como Neossolos Litólicos e Cambissolos. Além disso, faz-se importante estudos em Goiás, pois entre 1985 e 2017 este foi um dos estados que apresentou importantes perdas líquidas de vegetação nativa (17%) (ALENCAR et al., 2020). Neste contexto, este trabalho tem por objetivos relacionar os atributos da vegetação lenhosa com características físicas e químicas do solo em duas áreas de cerrado sentido restrito, sobre dois tipos de substratos, na Serra Dourada-Goiás.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado em duas áreas de cerrado sentido restrito na Serra Dourada na Estância Quinta

da Serra, município de Mossâmedes/GO (16°02'01" S e 50°03'41" W). Trata-se de um cerrado rupestre (CR) em área mais íngreme associada a lajões rochosos e de um cerrado típico sobre Cambissolos (CC) em área plana distantes entre si de 50 m a 200 m. O clima da região é do tipo Aw (tropical úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno) segundo a classificação de Köppen-Geiger, com precipitação média anual igual a 1.786 mm e a temperatura média de 23,6 °C, com evidências e relatos da passagem de fogo na vegetação da região.

Foram amostradas 20 parcelas permanentes, dez em cada área, de 20 x 50 m (1.000 m<sup>2</sup>), distribuídas de modo a abranger a maior variação florístico-estrutural possível nas áreas, com cerca de 100 m de distância entre si. Nas parcelas foram amostrados todos os indivíduos lenhosos com Db<sub>30cm</sub> ≥ 5 cm, exceto lianas, palmeiras e velosiáceas. 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 IV* (APG IV, 2016). Os nomes dos autores de todas as espécies foram conferidos por meio de consultas ao 'W3 Trópicos'<sup>1</sup>. A identificação foi feita *in loco* e, quando isto não foi possível, foram coletadas, herborizadas e o material depositado no herbário da Universidade de Brasília (UB), com duplicatas enviadas para o herbário da Universidade Federal de Goiás (UFG).

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. Foram realizadas as análises de pH em CaCl<sub>2</sub>, teor percentual de matéria orgânica (MO), acidez potencial (H+Al), saturação por alumínio (m) e de bases (V), capacidade de troca catiônica (CTC) e concentrações disponíveis dos elementos: Al<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 (EMBRAPA, 1997). 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.

Para avaliar a similaridade florística entre as parcelas foram calculados os índices de similaridade de Sørensen, baseado na presença de espécies (MAGURRAN, 2004), e Czekanowski (KENT et al., 1992) baseado na densidade, ambos calculados pelo programa MVSP (KOVACH, 1993).

Para caracterizar a diversidade florística foram analisadas a riqueza (S), a diversidade alfa através do Índice de Shannon (H') e a Uniformidade de Pielou (J') (MAGURRAN et al., 2011), sendo calculados com o auxílio do programa MVSP (KOVACH, 1993). Padrões florísticos na distribuição das espécies nas comunidades foram investigados através da aplicação do método TWINSpan (*Two-Way Indicator Species Analysis*) e uso do Programa PC-ORD (MCCUNE et al., 2006). Os níveis de corte adotados foram 0, 2, 5, 10 e 20. A matriz elaborada contou com 101 espécies por 20 parcelas, utilizando-se a densidade como variável. Também se efetuou a ordenação da vegetação pelo método DCA (*Detrended Correspondence Analysis*) com o uso do

<sup>1</sup> <http://www.mobot.org>

programa PC-ORD (MCCUNE et al., 1997).

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 et al., 2006). 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. A matriz utilizada contou com 20 parcelas e 14 variáveis do solo, estas variáveis foram padronizadas, uma vez que apresentavam unidades diferentes (FELFILI et al., 2007a). 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.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas duas áreas foram amostradas 101 espécies (Tabela 1), o cerrado típico sobre Cambissolos (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 em cerrado sentido restrito no Brasil Central (ANDRADE et al., 2002; AMARAL et al., 2006; ASSUNÇÃO et al., 2004; BALDUINO et al., 2005; FELFILI et al., 1993; 2001; 2002; 2007b; FONSECA et al., 2004; MOURA, 2006; MOURA et al., 2007; NOGUEIRA et al., 2001; MIRANDA et al., 2017).

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), destas *Ficus guianensis* e *Wunderlichia cruelsiana*, endêmica em áreas rupestres de altitude (MUNHOZ et al., 1998), foram consideradas raras no Cerrado (RATTER et al., 2003). *Apidosperma discolor* e *Tibouchina papyrus*, esta última área de ocorrência restrita às regiões da Serra dos Pirineus em Pirenópolis e Serra Dourada em Goiás, GO e em Natividade/TO (ALMEIDA et al., 1998, MONTORO et al., 2007), 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).

**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.

Família/Espécies	DA (ind.ha <sup>-1</sup> ) CC	DA (ind.ha <sup>-1</sup> ) CR
Anacardiaceae		
<i>Anacardium occidentale</i> L.	9	71
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott ex Spreng. *	1	0
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	1	0
Annonaceae		
<i>Annona coriacea</i> Mart. *	20	10
<i>Annona crassiflora</i> Mart.	1	0
<i>Cardiopetalum calophyllum</i> Schltld.	1	0
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart. *	54	6
Apocynaceae		
<i>Aspidosperma discolor</i> A. DC.	0	1
<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart.	2	7
<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart. *	4	9
<i>Hancornia speciosa</i> B.A. Gomes *	1	8
Araliaceae		
<i>Schefflera macrocarpa</i> (Cham. & Schltld.) Frodin	1	0
Asteraceae		
<i>Piptocarpha rotundifolia</i> (Less.) Baker	44	0
<i>Wunderlichia cruelsiana</i> Taub.	0	84
Bignoniaceae		
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore *	1	0
<i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Standl. *	5	0
Calophyllaceae		
<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc. *	6	53
<i>Kielmeyera rubriflora</i> Cambess.	0	18
<i>Kielmeyera</i> sp.	4	0
<i>Kielmeyera speciosa</i> A. St.-Hil.	0	21
Caryocaraceae		
<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess. *	3	12
Celastraceae		
<i>Plenckia populnea</i> Reissek	1	8
<i>Salacia crassifolia</i> (Mart. ex Schult.) G. Don	0	8
Chrysobalanaceae		
<i>Hirtella glandulosa</i> Spreng.	1	2
Combretaceae		
<i>Terminalia argentea</i> Mart.	1	0
Connaraceae		
<i>Connarus suberosus</i> Planch. *	11	2
<i>Rourea induta</i> Planch.	0	6
Dilleniaceae		
<i>Curatella americana</i> L. *	1	0
<i>Davilla elliptica</i> A. St.-Hil. *	15	29
<i>Davilla grandiflora</i> A. St.-Hil. & Tul.	2	0
Ebenaceae		
<i>Diospyros burchellii</i> Hiern	8	0
<i>Diospyros hispida</i> A. DC. *	1	0
Erythroxylaceae		
<i>Erythroxylum deciduum</i> A. St.-Hil.	45	8
<i>Erythroxylum suberosum</i> A. St.-Hil. *	8	0
Fabaceae		
<i>Acosmium dasycarpum</i> (Vogel) Yakovlev *	6	18
<i>Acosmium</i> sp.	13	0
<i>Andira vermifuga</i> Mart. ex Benth.	67	181
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth *	13	3
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	0	1
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	1	0
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth. *	3	10
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne *	20	8
<i>Machaerium opacum</i> Vogel	4	0
<i>Plathymenia reticulata</i> Benth. *	0	3
<i>Pterodon pubescens</i> (Benth.) Benth.	0	3
<i>Sclerolobium aureum</i> (Tul.) Baill. *	18	0
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	2	0

<i>Stryphnodendron rotundifolium</i> Mart.	12	0
<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke *	13	20
Hypericaceae		
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Pers.	4	0
Lamiaceae		
<i>Aegiphila lhotskiana</i> Cham.	1	0
Lauraceae		
<i>Mezilaurus crassiramea</i> (Meisn.) Taub. ex Mez	0	9
Loganiaceae		
<i>Strychnos pseudoquina</i> A. St.-Hil.	1	0
Lythraceae		
<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil. *	11	0
<i>Physocalymma scaberrimum</i> Pohl	1	0
Malpighiaceae		
<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>Heteropterys byrsonimifolia</i> A. Juss.	36	72
Malvaceae		
<i>Eriotheca pubescens</i> (Mart. & Zucc.) Schott & Endl.	1	0
<i>Pseudobombax longiflorum</i> (Mart. & Zucc.) A. Robyns	3	1
Marcgraviaceae		
<i>Norantea guianensis</i> Aubl.	3	22
Melastomataceae		
<i>Macaírea radula</i> (Bonpl.) DC.	0	1
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana	23	1
<i>Miconia ferruginata</i> DC.	0	1
<i>Miconia rubiginosa</i> (Bonpl.) DC.	1	0
<i>Tibouchina papyrus</i> (Pohl) Toledo	0	10
Metteniusaceae		
<i>Emmotum nitens</i> (Benth.) Miers	1	0
Moraceae		
<i>Brosimum gaudichaudii</i> Trécul *	3	0
<i>Ficus guianensis</i> Desv. ex Ham.	0	2
Myrtaceae		
<i>Eugenia</i> aff. <i>pyriformis</i> Cambess.	2	0
<i>Eugenia aurata</i> O. Berg	7	73
<i>Eugenia dysenterica</i> DC.	3	0
<i>Gomidesia lindeniana</i> O. Berg	2	0
<i>Myrcia rostrata</i> DC.	1	0
<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.	5	0
<i>Myrcia variabilis</i> DC.	3	15
<i>Psidium myrsinites</i> Mart. ex DC.	31	6
<i>Psidium pohlianum</i> O. Berg	1	1
Nyctaginaceae		
<i>Guapira graciliflora</i> Lundell	1	1
<i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell	4	1
<i>Neea theifera</i> Oerst.	1	0
Ochnaceae		
<i>Ouratea castaneifolia</i> (DC.) Engl.	2	1
<i>Ouratea hexasperma</i> (A. St.-Hil.) Baill. *	8	26
Proteaceae		
<i>Roupala montana</i> Aubl. *	22	1
Rubiaceae		
<i>Palicourea rigida</i> Kunth	0	2
<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltld.) K. Schum. *	1	0
Sapindaceae		
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	5	0
Sapotaceae		
<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk. *	2	0
Simaroubaceae		
<i>Simarouba versicolor</i> A. St.-Hil.	18	8
Solanaceae		
<i>Solanum lycocarpum</i> A. St.-Hil.	20	0
Styracaceae		

<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	1	0
Urticaceae		
<i>Cecropia</i> sp.	2	0
Vochysiaceae		
<i>Qualea grandiflora</i> Mart. *	98	2
<i>Qualea multiflora</i> Mart. *	17	25
<i>Qualea parviflora</i> Mart. *	13	144
<i>Vochysia elliptica</i> Mart.	0	32
<i>Vochysia haenkeana</i> Mart.	3	0
<i>Vochysia rufa</i> Mart.	12	0
<b>Indivíduos mortos em pé (ind.ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>157</b>	<b>25</b>
<b>Área Basal (m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>9,69</b>	<b>7,085</b>
<b>Densidade 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 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 et al., 2004; BALDUINO et al., 2005; FELFILI et al., 1993; 2001; 2002; 2007b; FONSECA et al., 2004; MOURA, 2006; MOURA et al., 2007; NOGUEIRA et al., 2001; MIRANDA, 2012).

De modo geral, as áreas apresentaram pequenas diferenças quanto à densidade total (Tabela 1), porém, quando se desconsiderou os indivíduos “mortos em pé” estas diferenças foram acentuadas. No CR a densidade de indivíduos vivos foi 1.112  $\text{ind.ha}^{-1}$  e no CC 879  $\text{ind.ha}^{-1}$ , assim o CR, apresentou-se mais denso. Apesar das adversidades ambientais o CR não restringe a colonização e estabelecimento dos indivíduos arbóreos (MIRANDA et al., 2007).

No cerrado típico sobre Cambissolo os indivíduos mortos em pé alcançaram a primeira colocação em IVI (MIRANDA et al., 2010), o que indica a ocorrência de distúrbios recentes na área, fato corroborado pelo relato de ocorrência de fogo que atingiu a área oito meses antes da realização do estudo.

Os valores de similaridade florística obtidos foram considerados elevados, acima de 0,5 para Sørensen (NUNES et al., 2002), entre parcelas na mesma comunidade (Tabela 2), com 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.

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 sugerem 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., 2010).

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 et al., 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	34,6		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	34,3	39,4		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	23,8	39,1	43,9		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	26,7	29,2	35,9	40,5		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	19,0	20,9	22,2	35,0	40,3		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	34,2	37,5	36,9	29,4	42,0	28,4		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	21,3	23,6	25,4	37,2	46,9	20,8	48,1		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	25,9	29,6	19,0	25,5	44,0	28,3	53,6	39,8		0,43	0,37	0,30	0,22	0,27	0,29	0,22	0,21	0,38	0,27	0,32
C10	15,3	22,2	15,5	15,3	26,5	17,4	52,7	46,0	37,8		0,38	0,28	0,24	0,37	0,26	0,29	0,24	0,34	0,29	0,29
R1	10,5	25,8	10,4	24,3	19,8	21,5	23,3	18,1	24,4	21,7		0,67	0,46	0,64	0,49	0,50	0,53	0,50	0,55	0,45
R2	13,6	26,3	15,2	25,5	16,7	20,8	25,9	14,0	25,6	18,9	63,7		0,49	0,76	0,52	0,53	0,52	0,58	0,54	0,48
R3	14,4	28,6	14,3	7,1	13,7	13,0	17,8	8,4	17,7	17,0	29,7	42,6		0,46	0,73	0,72	0,65	0,61	0,61	0,65
R4	14,2	19,9	22,7	38,5	25,7	21,5	14,7	17,6	17,6	15,8	41,1	53,2	15,5		0,54	0,46	0,49	0,59	0,55	0,49
R5	17,7	33,2	21,1	18,4	24,5	22,4	31,1	11,1	30,1	24,1	35,8	46,9	57,4	30,4		0,67	0,71	0,73	0,60	0,65
R6	13,9	25,0	14,8	12,4	22,3	26,9	25,3	9,2	27,3	24,4	46,6	57,1	44,8	32,2	58,3		0,76	0,67	0,51	0,6
R7	14,4	24,8	13,0	10,3	18,9	20,5	21,2	8,1	21,6	22,4	35,2	42,6	52,1	20,3	57,5	66,7		0,65	0,55	0,47
R8	14,3	28,3	12,1	15,0	14,6	12,9	21,6	7,4	24,0	19,1	36,1	50,4	54,3	21,7	56,8	55,7	51,6		0,47	0,47
R9	15,9	28,6	20,0	17,9	24,5	16,4	26,9	15,7	26,7	18,9	53,6	56,6	37,7	36,9	43,1	55,4	47,5	45,5		0,77
R10	19,4	33,8	23,3	19,4	22,9	19,1	37,9	15,4	31,1	22,4	39,3	52,1	47,7	29,0	69,1	64,4	51,6	58,3	61,6	

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

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 de o CR estar em relevo mais inclinado há maior carreamento das partículas do solo, principalmente argila devido ao seu pequeno tamanho. Segundo Brady et al., (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 (Tabela 3).

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> (EMBRAPA, 1999; IBGE, 2007) (Tabela 3), sendo solos de baixa fertilidade e alto teor de alumínio (REATTO et al., 2008). Diferenças estatisticamente significativas entre as duas áreas estudadas foram encontradas apenas para os valores médios de Al, P, Zn, Mn e saturação por alumínio (m) (Tabela 3).

É importante mencionar que os teores de Al variaram de 0,50 a 1,70 cmolc/dm<sup>3</sup> 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 cmolc.kg<sup>-1</sup> (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, provavelmente estas espécies apresentam baixas exigências nutricionais e habilidades para se desenvolverem bem em solos distróficos e com altos níveis de Al.

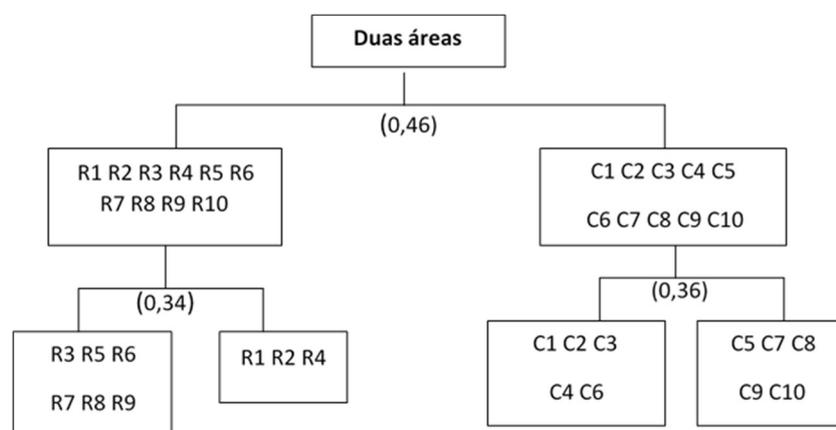
A classificação pelo TWINSpan separou com autovalor 0,46 (significativo), a comunidade CR da CC (Figura 1). A espécie indicadora do CR foi *Wunderlichia cruelsiana*, considerada endêmica em áreas rupestres de altitude (MUNHOZ et al., 1998). Dentre as espécies preferenciais ao CR destacaram-se: *Kielmeyera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

**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=materia 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)	101,0
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 (16,1)	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	-	-	-	-	-	-	-
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	127,8	84,70	118,7	135,8	241,8	122,9	121,4	108,6	72,10	123,1 (46,2)	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)	119,2 4
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 (11,5)	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.



**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 ind.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 ind.ha<sup>-1</sup>.

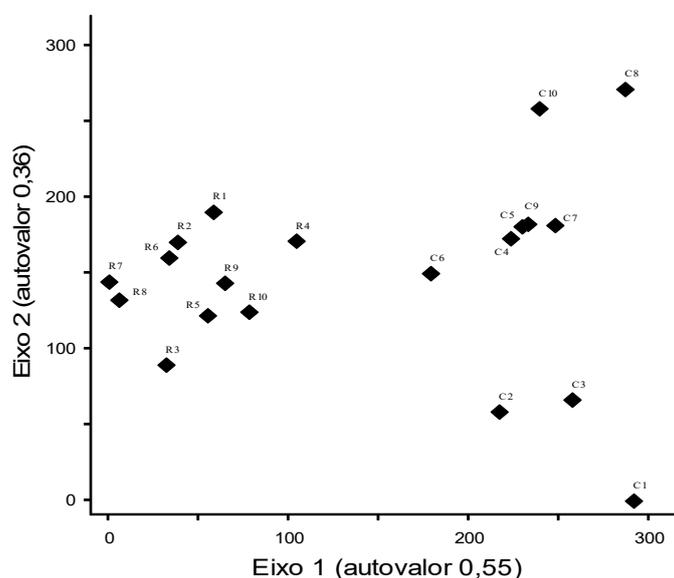
Do total de 101 espécies amostradas nas duas áreas, apenas 14 (13,9%) não foram preferenciais a

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  $\leq 10 \text{ ind. ha}^{-1}$ .

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; ROITMAN et al., 2018) 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).

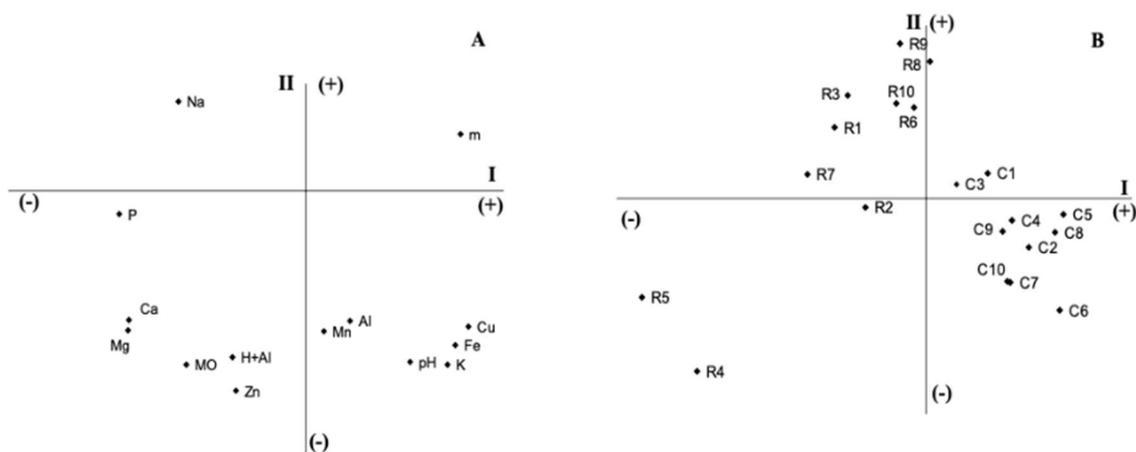
A análise de correlação da PCA mostrou as bases Ca e Mg correlacionadas positivamente com os compostos orgânicos, P e MO, e com o Zn, e negativamente correlacionados com m (Tabela 4). O K apresentou relação positiva com o Al, Cu, Fe, Mn e pH, e relação negativa com P e Na. O alumínio foi

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.

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.

**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.

	Ca	Mg	Al	H+Al	K	P	MO	Na	Zn	Cu	Fe	Mn	m	pH
Ca	1													
Mg	0,97	1												
Al	-0,07	-0,06	1											
H+Al	0,39	0,45	0,77	1										
K	-0,22	-0,16	0,46	0,20	1									
P	0,60	0,62	0,04	0,47	-0,44	1								
MO	0,63	0,68	0,560	0,88	0,07	0,57	1							
Na	0,30	0,29	-0,361	-0,09	-0,41	0,41	0,07	1						
Zn	0,65	0,63	0,170	0,42	0,16	0,27	0,55	-0,14	1					
Cu	-0,29	-0,24	0,132	-0,12	0,82	-0,68	-0,14	-0,48	0,15	1				
Fe	-0,24	-0,27	0,525	0,16	0,78	-0,46	0,01	-0,52	0,33	0,71	1			
Mn	0,18	0,28	-0,240	0,01	0,46	-0,09	0,07	-0,15	0,29	0,51	0,11	1		
m	-0,80	-0,83	0,584	0,06	0,28	-0,44	-0,21	-0,40	-0,42	0,19	0,45	-0,47	1	
pH	0,06	0,04	0,018	-0,07	0,74	-0,40	-0,06	-0,35	0,32	0,79	0,64	0,64	-0,10	1



**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).

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 ind.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 área de interflúvio (FONSECA et al., 2004) com incêndios mais frequentes (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 ind.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 em Goiás e Tocantins, 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 TWINSPLAN 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 TWINSPLAN (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.

## 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. Este tipo de estudo contribui com o conhecimento sobre a biodiversidade associada às áreas remanescentes de cerrado.

Apesar da proximidade, as duas áreas compartilharam apenas 37,6% de espécies, o que corrobora a alta heterogeneidade espacial associada à vegetação de cerrado. As diferenças florístico-estruturais entre áreas foram corroboradas pelo TWINSPLAN 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.

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, cinco parcelas (1, 2, 4, 5 e 7) correlacionaram-se com os teores de cálcio, magnésio, fósforo e sódio e as demais (3, 6, 8, 9 e 10) com alumínio, H+Al, potássio, matéria orgânica, zinco, manganês e pH.

## REFERÊNCIAS

ALENCAR, A.; SHIMBO, J. Z.; LENTI, F.; MARQUES, C. B.; ZIMBRES, B.; ROSA, M.; ARRUDA, V.; CASTRO, I.; RIBEIRO, J. P. F. M.; VARELA, V.. Mapping Three Decades of Changes in the Brazilian Savanna Native Vegetation Using Landsat Data Processed in the Google Earth Engine Platform. **Remote**

**Sensing**, v.12, n.6, p.924-947, 2020. DOI:  
<http://dx.doi.org/10.3390/rs12060924>

- ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F.. **Cerrado**: espécies vegetais úteis. Planaltina: Embrapa, 1998.
- AMARAL, A. G.; PEREIRA, F. F. O.; MUNHOZ, C. B. R.. Fitossociologia de uma área de cerrado rupestre na Fazenda Sucupira, Brasília-DF. **Revista Cerne**, v.12, n.4, p.350-359, 2006.
- ANDRADE, L. A. Z.; FELFILI, J. M.; VIOLATTI, L.. Fitossociologia de uma área de cerrado denso na RECOR-IBGE, Brasília-DF. **Acta Botânica Brasílica**, v.16, n.2, p.225-240, 2002.
- APG IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.181, p.1-20, 2016.
- ASSUNÇÃO, S. L.; FELFILI, J. M.. Fitossociologia de um fragmento de cerrado sensu stricto na APA do Paranoá, DF, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v.18, n.4, p.903-909, 2004.
- BALDUINO, A. C. P.; SOUZA, A. L.; MEIRA NETO, J. A. A.; SILVA, A. F.; SILVA JÚNIOR, M. C.. Fitossociologia e análise comparativa da composição florística do cerrado da flora de Paraopeba-MG. **Revista Árvore**, v.29, n.1, p.25-34, 2005.
- BRADY, N. C.; WEIL, R. R.. The nature and properties of soils. New Jersey: **Prentice Hall**, 2002.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 1999.
- FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C.. Diversidade alfa e beta no cerrado sensu stricto, Distrito Federal, Goiás, Minas Gerais e Bahia. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M.. **Cerrado**: Ecologia, Biodiversidade e Conservação. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. p.143-154.
- FELFILI, J. M.; NOGUEIRA, P. E.; SILVA JÚNIOR, M. C.; MARIMON, B. S.; DELITTI, W. B. C.. Composição florística e fitossociologia do cerrado sentido restrito no município de Água Boa-MT. **Acta Botânica Brasílica**, v.16, n.1, p.103-112, 2002.
- FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C.; WALTER, B. M. T.; REZENDE, A. V.; NOGUEIRA, P. E.; FELFILI, M. C.. Comparação dentro e entre sistemas de terra na Chapada dos Veadeiros. In: FELFILI, J. M.; REZENDE, A. V.; SILVA JÚNIOR, M. C.. **Biogeografia do bioma Cerrado**: vegetação e solos da Chapada dos Veadeiros. Brasília: Universidade de Brasília, 2007a. p.97-110.
- FELFILI, J. M.; REZENDE, A. V.; SILVA JÚNIOR, M. C.; NOGUEIRA, P. E.; WALTER, B. M. T.; ENCINAS, J. I.; SILVA, M. A.. Fitossociologia da vegetação arbórea. In: FELFILI, J. M.; REZENDE, A. V.; SILVA JÚNIOR, M. C.. **Biogeografia do bioma Cerrado**: vegetação e solos da Chapada dos Veadeiros. Brasília: Universidade de Brasília, 2007b. p.45-96.
- FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C.; REZENDE, A. V.; MACHADO, J. W. B.; WALTER, B. T.; SILVA, P. E. N.; HAY, J. D.. Análise comparativa da florística e fitossociologia da vegetação arbórea do cerrado sensu stricto na Chapada Pratinha, DF-Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v.6, n.2, p.27-46, 1993.
- FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C.; SEVILHA, A. C.; FAGG, C. W.; WALTER, B. M. T.; NOGUEIRA, P. E.; REZENDE, A. V.. Diversity, floristic and structural patterns of cerrado vegetation in Central Brazil. **Plant Ecology**, v.175, p.37-46, 2004.
- FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C.; SEVILHA, A. C.; REZENDE, A. V.; NOGUEIRA, P. E.; WALTER, B. M. T.; CHAGAS SILVA, F.; SALGADO, M. A. S.. Fitossociologia da vegetação arbórea. In: FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C.. **Biogeografia do bioma Cerrado**: estudo fitofisionômico da Chapada do Espigão Mestre do São Francisco. Brasília: Universidade de Brasília, 2001. p.35-56.
- FONSECA, M. S.; SILVA JÚNIOR, M. C.. Fitossociologia e similaridade florística entre trechos de cerrado sentido restrito em interflúvio e em vale no Jardim Botânico de Brasília, DF. **Acta Botânica Brasílica**, v.18, n.1, p.19-29, 2004.
- FURLEY, P. A.. The nature and diversity of Neotropical savanna vegetation with particular reference to the Brazilian cerrados. **Global Ecology and Biogeography**, v.8, p.233-241, 1999.
- HARIDASAN, M.. Aluminium accumulation by some cerrado native species of central Brazil. **Plant and Soil**, v.65, p.265-273, 1982.
- HARIDASAN, M.. Competição por nutrientes em espécies arbóreas do cerrado. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M.. **Cerrado**: ecologia, biodiversidade e conservação. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. p.169-178.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Pedologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 2007.
- KENT, M.; COKER, P.. **Vegetation description and analysis**: an apractical approach. London: Belhaven Press, 1992.
- KOVACH, W. L.. **MVSP (Multivariate Statistical Package), version 3.1**. Pentraeth: Kovach Computing Services, 1993.
- LOPES, A. S.. **Solos sob 'cerrado'**: características, propriedades e manejo. Piracicaba: Instituto de Potassa & Fosfato, 1983.
- MAGURRAN, A. E.; MCGILL, B. J.. **Biological Diversity**: frontiers in measurement and assessment. Oxford University Press, 2011.
- MAGURRAN, A. E.. **Measuring biological diversity**. Blackwell publishing, 2004.
- MCCUNE, B.; MEFFORD, M. J.. **PC-ORD for Windows**: Multivariate Analysis of Ecological Data, version 3.17 MjM Software. Salem, 1997.
- MCCUNE, B.; MEFFORD, M. J.. **PC-ORD**: Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 5.12 MjM Software. Gleneden Beach, 2006.

MIRANDA, S. C.; CARVALHO, P. S.; SILVA JÚNIOR, M. C.. Atributos ecológicos de espécies amplamente distribuídas em cerrado sentido restrito: Capítulo I. In: RIBON, A. A.; CARVALHO, P. S.; MIRANDA, S. C.. **Tópicos em Conservação e Manejo do Cerrado**. Goiânia: Kelps, 2017. p.13-37.

MIRANDA, S. C.; SILVA JÚNIOR, M. C.; SALLES, L. A.. A comunidade lenhosa de cerrado rupestre na Serra Dourada, Goiás. **Heringeriana**, v.1, n.43-53, 2007.

MIRANDA, S. C.. **Variação espacial e temporal da biomassa vegetal em áreas de Cerrado**. Tese (Doutorado em Ecologia) — Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

MIRANDA, S. C.; SILVA JUNIOR, M. C.; CARVALHO, P. S.. A vegetação lenhosa de cerrado típico sobre Cambissolo na Serra Dourada, Goiás. **Heringeriana**, v.4, n.1, p.65-77, 2010.

MONTORO, G. R.; SANTOS, M. L.. Fenologia e biologia reprodutiva de *Tibouchina papyrus* (Pohl) Toledo no Parque Estadual da Serra dos Pirineus. Pirenópolis, Goiás. **Revista de Biologia Neotropical**, v.4, p.21-29, 2007.

MOURA, I. O.. **Fitossociologia de cerrado sensu stricto em afloramentos rochosos no Parque Estadual dos Pirineus, Pirenópolis, Goiás**. Dissertação (Mestrado em Biologia Geral) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2006.

MOURA, I. O.; GOMES-KLEIN, V. L.; FELFILI, J. M.; FERREIRA, H. D.. Fitossociologia de Cerrado Sensu Stricto em Afloramentos Rochosos no Parque Estadual dos Pirineus, Pirenópolis, Goiás. **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, n.2, p.399-401, 2007.

MUNHOZ, C. B. R.; PROENÇA, C. E. B.. Composição florística do município de Alto Paraíso de Goiás na Chapada dos Veadeiros. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, v.3, p.102-150, 1998.

NOGUEIRA, P. E.; FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C.. Composição florística e fitossociologia do cerrado sentido restrito no município de Canarana-MT. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, v.8, p.28-43, 2001.

NUNES, R. V.; SILVA JÚNIOR, M. C.; FELFILI, J. M.; WALTER, B. M. T.. Intervalos de classe para a abundância, dominância e frequência do componente lenhoso do cerrado sentido restrito no Distrito Federal. **Revista Árvore**, v.26, n.2, p.173-182, 2002.

RATTER, J. A.; BRIDGEWATER, S.; RIBEIRO, J. F.. Analysis of the floristic composition of the Brazilian Cerrado vegetation III: comparison of the woody vegetation of 376 areas. **Edinburgh Journal of Botany**, v.60, n.1, p.57-109, 2003.

REATTO, A.; CORREIA, J. R.; SPERA, S. T.; MARTINS, E. S.. Solos do bioma Cerrado: aspectos pedológicos. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F.. **Cerrado: ecologia e flora**. Planaltina: Embrapa, 2008. p.107-150.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T.. As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F.. **Cerrado: ecologia e flora**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. p.151-212.

RIBEIRO, J. F.; BRIDGEWATER, S.; RATTER, J. A.; SOUSA-SILVA, J. C.. Ocupação do bioma Cerrado e conservação da sua diversidade vegetal. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M.. **Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. p.385-399.

ROITMAN, I.; BUSTAMANTE, M.; HAIDAR, R. F.; SHIMBO, J. Z.; ABDALA, G. C.; EITEN, G.; FAGG, C. W.; FELFILI, M. C.; FELFILI, J. M.; JACOBSON, T. K. B.; LINDOSO, G. S.; KELLER, M.; LENZA, E.; MIRANDA, S.; PINTO, J. R. R.; RODRIGUES, A. A.; DELITTI, W. B. C.; ROITMAN, P.; SAMPAIO, J. M.. Optimizing biomass estimates of savanna woodland at different spatial scales in the Brazilian Cerrado: Re-evaluating allometric equations and environmental influences. **PLoS One**, v.13, n.8, p.e0196742-21, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196742>

ROMERO, R.. Diversidade da flora dos campos rupestres de Goiás, Sudoeste e Sul de Minas Gerais. In: ARAÚJO, E. L.; MOURA, A. N.; SAMPAIO, E. S. B.; GESTINARI, L. M. S.; CARNEIRO, J. M. T.. **Biodiversidade, Conservação e Uso Sustentável da flora do Brasil**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2002. p.81-86.

SCHOLES, R. J.; HALL, D. O.. The carbon budget of tropical savannas, woodlands and grasslands. **Sci. Comm. Probl. Environ. Int. Counc. Sci. Unions**, v.56, p.69-100, 1996.

SCOLFORO, T. R.. **Mensuração Florestal 5: crescimento florestal 1**. Lavras: FAEPE, 1994.

SILVA JÚNIOR, M. C.; FELFILI, J. M.; WALTER, B. M. T.; NOGUEIRA, P. E.; REZENDE, A. V.; MORAIS, R. O.; NÓBREGA, M. G. G.. Análise da flora arbórea de Matas de Galeria no Distrito Federal: 21 levantamentos. In: RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L.; SOUSA-SILVA, J. C.. **Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. p.159-173.

SILVA JÚNIOR, M. C.; NOGUEIRA, P. E.; FELFILI, J. M.. Flora lenhosa das matas de galeria no Brasil Central. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, v.2, p.57-76, 1998.

SOLBRIG, O. T.. The diversity of the savanna ecosystem. In: BIODIVERSITY AND SAVANNA ECOSYSTEM PROCESSES. **Anais**. Springer, 1996. p.1-27.

STRASSBURG, B. B. N.; BROOKS, T.; FELTRAN-BARBIERI, R.; IRIBARREM, A.; CROUZEILLES, R.; LOYOLA, R.; LATAWIEC, A. E.; OLIVEIRA FILHO, F. J. B.; SCARAMUZZA, C. A. M.; SCARANO, F. R.. Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nat. Ecol. Evol.**, v.99, n.1, 2017.

ZAR, J. K.. **Biostatistical analysis**. New Jersey: Prentice Hall, 1996.