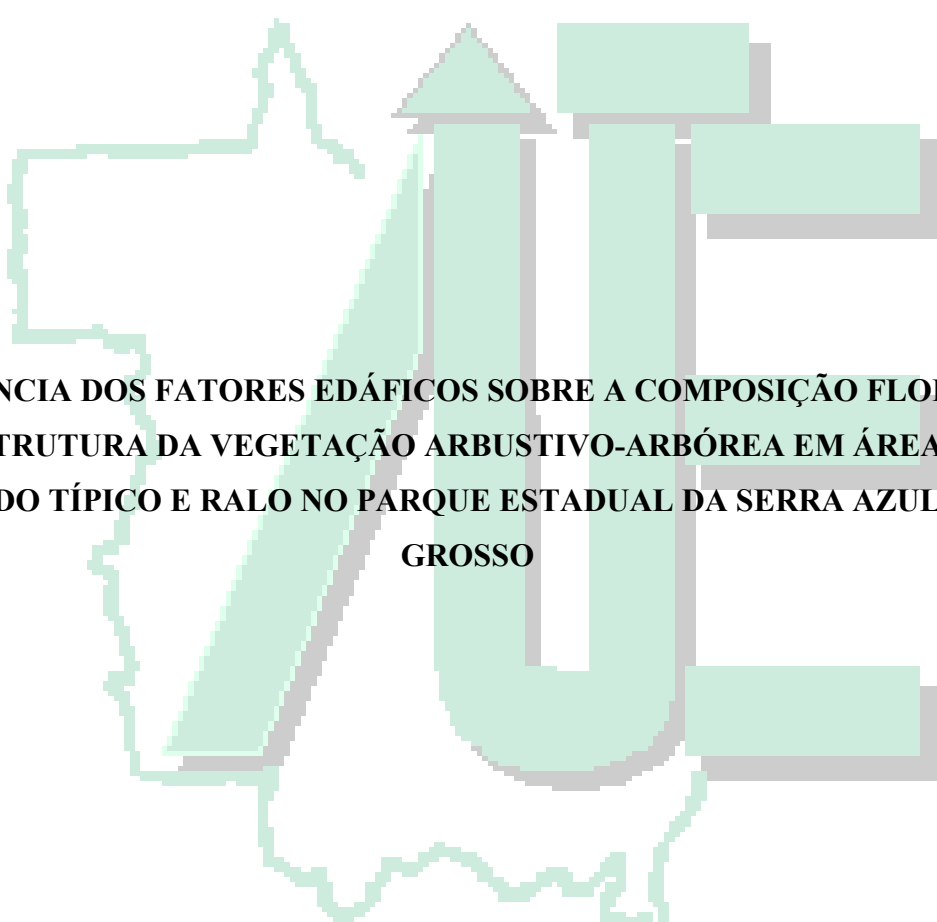


**JOSIAS OLIVEIRA DOS SANTOS**



**INFLUÊNCIA DOS FATORES EDÁFICOS SOBRE A COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA  
E ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO ARBUSTIVO-ARBÓREA EM ÁREAS DE  
CERRADO TÍPICO E RALO NO PARQUE ESTADUAL DA SERRA AZUL, MATO  
GROSSO**

**NOVA XAVANTINA – MT**

**FEVEREIRO DE 2014**

**JOSIAS OLIVEIRA DOS SANTOS**

**INFLUÊNCIA DOS FATORES EDÁFICOS SOBRE A COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA  
E ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO ARBUSTIVO-ARBÓREA EM ÁREAS DE  
CERRADO TÍPICO E RALO NO PARQUE ESTADUAL DA SERRA AZUL, MATO  
GROSSO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação da Universidade do Estado de Mato Grosso como requisito parcial para a obtenção do título de “Mestre em Ecologia e Conservação”.

Orientador: Dr. Eddie Lenza de Oliveira

Coorientador: Dr. Pedro V. Eisenlohr

**NOVA XAVANTINA – MT  
FEVEREIRO DE 2014**

S237i Santos, Josias Oliveira dos (1988 - ).

Influência dos fatores edáficos sobre a composição florística e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea em áreas de Cerrado Típico e Ralo no Parque Estadual da Serra Azul, Mato Grosso. /Josias Oliveira dos Santos. Nova Xavantina: O Autor, 2014.

58 f.: il.

Orientador: Eddie Lenza de Oliveira

Coorientador: Pedro Vasconcelos Eisenlohr

Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade do Estado de Mato Grosso, 2014.

1. Fatores edáficos. 2. Florística. 3. Diversidade. 4. Cerrado Mato-Grossense. I. Título.

CDU –574.2(817.2)

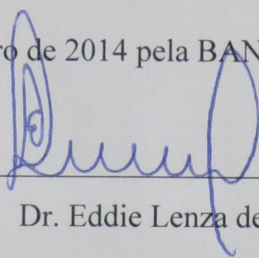
Permitida a reprodução total ou parcial desde que citada a fonte.

**INFLUÊNCIA DOS FATORES EDÁFICOS SOBRE A COMPOSIÇÃO  
FLORÍSTICA E ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO ARBUSTIVO-ARBÓREA EM  
ÁREAS DE CERRADO TÍPICO E RALO NO PARQUE ESTADUAL DA  
SERRA AZUL, MATO GROSSO**

**JOSIAS OLIVEIRA DOS SANTOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação da Universidade do Estado de Mato Grosso como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação.

Aprovado em 25 de Fevereiro de 2014 pela BANCA EXAMINADORA:

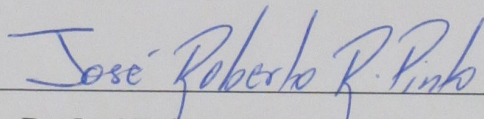


Dr. Eddie Lenza de Oliveira

Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

Departamento de Ciências Biológicas

Orientador

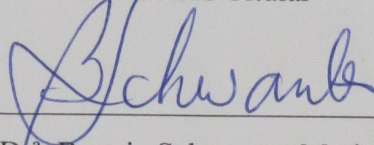


Dr. José Roberto Rodrigues Pinto

Universidade de Brasília - UnB

Departamento de Engenharia Florestal

Membro Titular



Dr.ª Beatriz Schwantes Marimon

Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

Departamento de Ciências Biológicas

Membro Titular

---

Dr. Fernando Pedroni

Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT

Departamento de Ciências Biológicas

*Aos meus pais, Ermezino O.  
Hora e Ana S. Santos, e à  
minha namorada, Artemiza  
B. Souza, dedico.*

## **Agradecimentos**

À Deus, pela força e ânimo nos momentos difíceis dessa etapa da minha vida.

Aos meus pais, Ermezino O. da Hora e Ana S. dos Santos, e aos meus irmãos, Rosana, Lindomar, Lucivania, Adevanio, Roseni, José Antonio, Ivaneila e Claudinei, que sempre me apoiaram e acreditaram em mim, compartilhando de momentos bons ou ruins, mas sempre unidos no amor fraternal.

À minha namorada, Artemiza Souza, pelo companheirismo sempre presente. Você sempre me fez acreditar que eu podia ir mais além. Serei eternamente grato a você meu amor.

Ao meu orientador pelo apoio em cada etapa deste trabalho, pela confiança, paciência e amizade. Você fez esta jornada parecer bem mais fácil do que eu esperava, acreditou que eu conseguiria e juntos conseguimos mais essa conquista. Sei que aprendi muito contigo e isso é algo que vou levar por toda a minha vida. Aqui expresso toda minha gratidão.

Aos professores Pedro V. Eisenlohr, meu coorientador, Beatriz S. Marimon, Ben Hur Marimon-Junior, Fernando Pedroni, José Roberto R. Pinto e Ricardo K. Umetsu pelas contribuições para melhoria deste trabalho.

Aos meus amigos Leonardo, Mônica e Regiane pelo auxílio durante toda a etapa de coletas. Vocês fizeram muito por mim, até mesmo quando não pude ir ao campo vocês foram, junto com o meu orientador, e concluíram as coletas de dados, espero um dia poder retribuir esse grande favor.

À todos do Laboratório de Ecologia Vegetal e da turma de mestrado 2012/1 pelos momentos de alegria, trabalho e amizade que passamos juntos. Vocês contribuíram muito para o meu crescimento pessoal e profissional.

À Universidade do Estado de Mato Grosso, que por meio do Programa de Ecologia e Conservação, proporcionou o desenvolvimento deste trabalho e à CAPES, pelo apoio financeiro, através da concessão de bolsa de estudo.

## SUMÁRIO

RESUMO GERAL.....	VI
GENERAL SUMMARY.....	VII
FORMATAÇÃO.....	VIII
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	3
CAPÍTULO 1 – COMPARAÇÕES FLORÍSTICAS E ESTRUTURAIS DA VEGETAÇÃO ENTRE TRÊS ESTRATOS E DUAS FITOFISIONOMIAS DO CERRADO SENTIDO RESTRITO NO PARQUE ESTADUAL DA SERRA AZUL, BARRA DO GARÇAS – MT.....	5
Resumo.....	6
Abstract.....	7
Introdução.....	8
Material e Métodos.....	9
Área de estudo.....	9
Coleta de dados.....	9
Análise dos dados.....	11
Resultados.....	12
Discussão.....	23
Conclusão.....	25
Referências Bibliográficas.....	26
CAPÍTULO 2 – RELAÇÃO ENTRE VEGETAÇÃO ARBUSTIVO-ARBÓREAS E PROPRIEDADES EDÁFICAS EM FITOFISIONOMIAS DE CERRADO SENTIDO RESTRITO NO PARQUE ESTADUAL DA SERRA AZUL, BARRA DO GARÇAS - MT.....	32
Resumo.....	33
Abstract.....	34
Introdução.....	35
Material e Métodos.....	36
Área de estudo.....	36
Coleta de dados.....	37
Análise dos dados.....	38
Resultados.....	39
Discussão.....	43
Referências Bibliográficas.....	45
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	49
APÊNDICE.....	50

## RESUMO GERAL

O nosso objetivo foi estudar a riqueza, diversidade e composição florística dos estratos superior ( $D_{30} \geq 10$  cm), médio ( $D_{30} \geq 5$  e  $< 10$  cm) e inferior ( $D_{30} \geq 2$  e  $< 5$  cm) de dois sítios de Cerrado Típico (CT1 e CT2) e dois de Cerrado Ralo (CR1 e CR2) no Parque Estadual da Serra Azul, Barra do Garças – MT (capítulo 1) e relacioná-los com as características edáficas (capítulo 2). Marcamos em cada sítio uma parcela de 40 m de largura por 250 m de comprimento, totalizando um hectare. A linha central da parcela seguiu a curva de nível para minimizar o efeito da altitude. Coletamos 12 amostras de solo compostas em cada parcela. Amostramos 3.658 indivíduos, distribuídos em 75 espécies e 29 famílias. A densidade, riqueza (observada e estimada) e diversidade foram maiores no Cerrado Típico, independentemente do estrato analisado. O CT1 foi mais denso e diverso que o CT2. Dentro do mesmo sítio, os estratos médio e inferior apresentaram maiores densidades que o estrato superior, embora a riqueza tenda a ser maior nos estratos médio e superior. A similaridade florística foi elevada entre CR e CT e as espécies dominantes foram as mesmas em todos os sítios, sem espécies indicadoras de cada fitofisionomia, indicando que o Cerrado Ralo apresenta um subconjunto de espécies encontradas no Cerrado Típico. Apesar da menor riqueza e diversidade, o CR compõe um hábitat diferenciado em relação ao CT, sendo importante a conservação de ambos para a manutenção de determinados táxons. Observamos maior semelhança nas propriedades físico-químicas dos solos dos CR do que entre os CT, o que justifica a riqueza e densidade serem semelhantes no CR e diferentes no CT. As características físicas textura dos solos e teor de MO foram as condições edáficas que mais influenciaram na diferenciação de CT e CR, sendo CT de textura argilosa e com maior teor de MO e CR de textura média e menor MO. Acreditamos que o maior teor de argila e MO nos CT retém maior quantidade de água, refletindo em maior diversidade. Observamos que diferenças físicas no substrato podem refletir na composição de espécies e abundância de indivíduos, sendo importante conservar áreas nativas de Cerrado sob diferentes substratos.

Palavras-chave: estratos da vegetação, textura do solo, matéria orgânica, preservação de habitats



## GENERAL SUMMARY

Our objective was to study the richness, diversity and floristic composition of the upper ( $D_{30} \geq 10$  cm), middle ( $D_{30} \geq 5$  and  $<10$  cm) and minor ( $D_{30} \geq 2$  and  $<5$  cm) strata in two Typical Cerrado sites (CT1 and CT2) and two Sparse Cerrado (CR1 and CR2) in the Serra Azul State Park, Barra do Garças– MT (chapter 1) and relate them to the soil characteristics (Chapter 2). We scored at each site a plot of 40 m wide by 250 m long, totaling one hectare. The center line of the plot followed the curve of level to minimize the effect of altitude. We collect 12 composite soil samples in each plot. We sampled 3,658 individuals belonging to 75 species and 29 families. The density, richness (observed and estimated) and diversity were higher in CT, regardless of stratum analyzed. The CT1 was more denser and diverse than the CT2. Within the same site, the middle and minor strata had higher densities than the upper stratum, although the wealth tends to be higher in the upper and middle strata. Floristic similarity was high between CR and CT and the dominant species were the same at all sites, no indicator species for each vegetation type, indicating that the CR presents a subset of species found in the CT. Despite the lower richness and diversity, the CR composes a different habitat in relation to CT, is important to the conservation of both to the maintenance of certain taxa. We observed a higher similarity in the physicochemical properties between the soils of CR than between CT, which justifies the similar richness and density observed between CR, and different between CT. Soil texture and MO contents were the edaphic properties that influenced the distinction between CT and CR the most, with CT presenting a claylike texture and higher MO content, and CR presenting an intermediate texture and lower MO content. We believe that the higher clay and MO contents in the CT retain larger quantities of water, which results in higher diversity. We observed that physical differences in the substrate can affect the species composition and abundance, and conclude that it is important to preserve native Cerrado areas on different types of substrate.

Keywords: strata of vegetation, soil texture, organic matter, preservation of habitats

## **FORMATAÇÃO**

A presente dissertação está dividida em dois capítulos estruturados na forma de artigo científico. O objetivo do primeiro capítulo foi caracterizar e comparar a riqueza, a diversidade e a composição florística dos estratos superior, médio e inferior da vegetação arbustivo-arbórea de Cerrado sentido restrito, amostradas no Parque Estadual da Serra Azul, Barra do Garças, Mato Grosso, Brasil. O segundo capítulo teve como objetivo analisar as propriedades químicas e físicas dos solos em subtipos vegetacionais do Cerrado sentido restrito e verificar sua influência sobre as variações na ocorrência de espécies arbustivo-arbóreas no Parque Estadual da Serra Azul, Barra do Garças, Mato Grosso, Brasil.

## INTRODUÇÃO GERAL

Devido às características típicas de ambientes tropicais e grande extensão territorial, o Brasil apresenta elevada diversidade de espécies e alto grau de endemismo, com relevante importância na conservação da biodiversidade no cenário mundial (Assunção & Felfili 2004). O país abriga uma das maiores diversidade biológica, com ocorrência de 10 a 20% de todas as espécies descritas no planeta (Lewinsohn & Prado 2005; Mittermeier *et al.* 2005). Essa alta biodiversidade está distribuída em seis biomas, dos quais se destacam a Floresta Amazônica e o Cerrado, tanto por sua extensão como pela alta biodiversidade (Ribeiro & Walter 2008).

O Bioma Cerrado ocorre principalmente na região central do Brasil, em locais que variam de 300 m a 1.600 m de altitude (Furley 1999), onde ocorrem diversos tipos fitofisionômicos, formando um mosaico estrutural composto por áreas totalmente abertas ou campestres até fitofisionomias fechadas ou florestais (Valente 2006; Ribeiro & Walter 2008). Devido à heterogeneidade ambiental, o Cerrado é considerado uma das savanas mais ricas e diversas do mundo (Lewinsohn & Prado 2002; Walter 2006), apresentando elevada riqueza de espécies vegetais, sendo registrado por Mendonça *et al.* (2008) 11.627 espécies pertencentes a flora vascular nativa do Cerrado.

As formações savânicas conhecidas como Cerrado sentido restrito são dominantes no Bioma Cerrado, ocupando aproximadamente 70% de toda sua extensão (Eiten 1994). São caracterizadas pela presença de árvores baixas, tortuosas, com ramificações irregulares, retorcidas e dossel descontínuo (Ribeiro & Walter 2008), com adaptações morfo-fisiológicas para sobrevivência à seca (Hoffmann & Franco 2003) e ao fogo (Hoffmann & Franco 2003; Hoffmann *et al.* 2012). O Cerrado sentido restrito é subdividido em quatro fitofisionomias baseado no grau de cobertura vegetal e propriedades edáficas, como disponibilidade hídrica, fertilidade e profundidade (Ribeiro & Walter 2008). São elas, Cerrado Denso, Cerrado Típico, Cerrado Ralo e Cerrado Rupestre (Ribeiro & Walter 2008).

O Cerrado Típico, fitofisionomia mais abundante no Cerrado sentido restrito (Felfili & Silva-Júnior 1993; Ribeiro & Walter 2008), se desenvolve principalmente sob Latossolo Vermelho, Latossolo Amarelo, Latossolo Vermelho-Amarelo, Neossolo Quartzarênico, Cambissolo Háplico, Argissolo Vermelho e Argissolo Vermelho-Amarelo (Reatto *et al.* 2008; Ribeiro & Walter 2008). Apresenta cobertura arbórea de 20 a 50%, com árvores variando entre 3 e 6 metros de altura (Ribeiro & Walter 2008). O Cerrado Ralo ocorre sobre solos Neossolo Quartzarênico, Cambissolo Háplico,

Gleissolo Melânico, Gleissolo Háptico, Plintossolo Háptico e Plintossolo Pétrico (Reatto *et al.* 2008; Ribeiro & Walter 2008). A vegetação do Cerrado Ralo é constituída por árvores e arbustos com altura média de 2 a 3 metros e cobertura arbórea de 5 a 20%, sendo a fitofisionomia mais baixa e menos densa do Cerrado sentido restrito (Ribeiro & Walter 2008).

A influência de fatores edáficos e a ocorrência de fogo são os principais determinantes da vegetação do Cerrado (Furley *et al.* 1992; Oliveira-Filho & Ratter 2002; Valente 2006). Dentre esses fatores, o solo é destacado por alguns autores como um dos principais condicionantes abióticos, influenciando na densidade arbórea (Haridasan 2007; Ribeiro & Walter 2008), sendo a variação espacial e temporal deste um dos fatores responsáveis pela diversificação de fitofisionomias (Valente 2006; Haridasan 2007).

Nos últimos anos, esse bioma se tornou uma alternativa para conter o desmatamento na Amazônia Legal, sendo proposta uma exploração mais intensa nesse ambiente, tanto para expansão agrícola como para o plantio de florestas visando à fixação de carbono (MMA 2002). A intensa exploração antrópica do Cerrado resulta em grandes perdas de biodiversidade, principalmente porque as áreas protegidas são limitadas, em pequeno número e geralmente concentradas em poucas regiões (Primack & Rodrigues 2001; MMA 2002). Embora as Unidades de Conservação no Cerrado ocupam menos de 3% de sua área, elas representam o ponto de partida para a manutenção da biodiversidade em comunidades ecologicamente estáveis (Primack & Rodrigues 2001; Machado *et al.* 2004).

Dentre as Unidades de Conservação localizadas no Estado de Mato Grosso, existem sete Parques Estaduais desenvolvidos especificamente para a proteção do bioma Cerrado (FEMA 2002). O Parque Estadual da Serra Azul (PESA), situado no município de Barra do Garças, é importante na conservação de espécies em distintas fitofisionomias como matas ciliar e de galeria, veredas e Cerrado sentido restrito (FEMA 2002). Apesar de sua importância, ainda existem poucos trabalhos que abordam a composição florística (Barbosa 2006; Peixoto *et al.* 2012; Ribeiro *et al.* 2012), sendo necessários mais estudos nessa área, assim como estudos sobre a relação entre o solo e a vegetação. Diante do exposto, vê-se a necessidade de caracterizar a vegetação nesses ambientes, comparar as suas fitofisionomias e verificar os efeitos das propriedades edáficas sobre a composição florística e a estrutura da vegetação.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Assunção, S.L. & Felfili, M.J. 2004. Fitossociologia de um fragmento de cerrado *sensu stricto* na APA do Paranoá, DF, Brasil. **Acta bot. bras.** **18**(4): 903-909.
- Barbosa, M.M. 2006. **Florística e fitossociologia de cerrado sentido restrito no Parque Estadual da Serra Azul, MT**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Mato Grosso, 39p.
- Eiten, G. 1994. Vegetação do Cerrado. p.9-65. In: Pinto, M.N. (org.). **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. 2.ed. Brasília, DF: UnB: SEMATEC.
- Felfili, J.M. & Silva-Junior, M.C. 1993. A comparative study of cerrado (*sensu stricto*) vegetation in central Brasil. **Journal of Tropical Ecology** **9**:277-289.
- FEMA - Fundação Estadual do Meio Ambiente - MT. 2002. **Unidades de Conservação de Mato Grosso: compromisso com a proteção da biodiversidade**. Cuiabá, MT. 80p.
- Furley, P.A. 1999. The nature and diversity of neotropical savanna vegetation with particular reference to the Brazilian cerrados. **Global Ecology and Biogeography** **8**:223-241.
- Furley, P.A.; Proctor, J. & Ratter, J.A. 1992. **Nature and dynamics of forest-savanna boundaries**. Chapman & Hall, London.
- Haridasan, M. 2007. Solos. Pp. 27-43. In: Felfili, J.M.; Rezende, A.V. & Silva Júnior, M.C. (orgs.). **Biogeografia do bioma Cerrado: vegetação e solos da Chapada dos Veadeiros**. Editora da Universidade de Brasília: Finatec.
- Hoffmann, W.A. & Franco, A.C. 2003. Comparative growth analysis of tropical forest and savanna woody plants using phylogenetically independent contrasts. **Journal of Ecology** **91**:475-484.
- Hoffmann, W.A.; Geiger, E.L.; Gotsch, S.G.; Rossatto, D.R.; Silva, L.C.R.; Lau, O.L.; Haridasan, M. & Franco, A.C. 2012. Ecological thresholds at the savanna-forest boundary: how plant traits, resources and fire govern the distribution of tropical biomes. **Ecology Letters** **15**(7):759-768.
- Lewinsohn, T.M. & Prado, A. P. I. 2002. **Biodiversidade Brasileira: síntese do estado atual do conhecimento**. São Paulo, SP: Editora Contexto.
- Lewinsohn, T.M. & Prado, A.P.I. 2005. How many species are there in Brazil? **Conservation biology** **19**(3): 619-624.
- Machado, R.B.; Ramos-Neto, M.B.; Pereira, P.G.P.; Caldas, E.F.; Gonçalves, D.A.; Santos, N.S.; Tabor, K. & Steininger, M. 2004. Estimativas da perda da área do Cerrado brasileiro. **Conservação Internacional**, Brasília, DF.

- Mendonça, R.C.; Felfili, J.M.; Walter, B.M.T.; Silva Jr., M.C.; Rezende, A.V.; Filgueiras, T.S.; Nogueira, P.E. & Fagg, C.W. 2008. Flora Vascular do bioma Cerrado: checklist com 12.356 espécies. Pp.421-1279. In **Cerrado: ecologia e flora** (S.M. Sano, S.P. Almeida & J.F. Ribeiro, eds.). Embrapa Cerrados, Planaltina.
- 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.
- MMA, Ministério do Meio Ambiente. 2002. **Biodiversidade Brasileira**: Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros. Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Brasília, DF.
- Oliveira-Filho, A.T. & Ratter, J.A. 2002. Vegetation physiognomies and woody flora of the cerrado biome. In **The cerrados of Brazil** (P.S. Oliveira & R.J. Marquis, eds.). Columbia University Press, New York, p.91-120.
- Peixoto, K.S.; Sanchez, M.; Pedroni, F. & Ribeiro, M.N. 2012. Dinâmica da comunidade arbórea em uma floresta estacional semidecidual sob queimadas recorrentes. **Acta Botanica Brasilica** 26(3):697-708.
- Primack, R.B. & E. Rodrigues. 2001. **Biologia da Conservação**. Londrina, 328p.
- Reatto, A.; Correia, J.R.; Spera, S.T. & Martins, E.S. 2008. Solos do Bioma Cerrado: aspectos pedológicos. Pp.107-149. In Sano, S.M.; Almeida, S.P. & Ribeiro, J.F. (orgs). **Cerrado: ecologia e flora**. Embrapa Cerrados, Brasília.
- Ribeiro, J.F. & Walter, B.M.T. 2008. As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. Pp.152-212. In Sano, S.M.; Almeida, S.P. & Ribeiro, J.F. (orgs). **Cerrado: ecologia e flora**. Embrapa Cerrados, Brasília.
- Ribeiro, M.N.; Sanchez, M.; Pedroni, F. & Peixoto, K.S. 2012. Fogo e dinâmica da comunidade lenhosa em cerrado sentido restrito, Barra do Garças, Mato Grosso. **Acta Botanica Brasilica** 26(1): 203-217.
- Valente, C.R. 2006. Caracterização geral e composição florística do Cerrado. Pp.19-44. In: Guimarães, L.D.; Silva M.A.D. & Anacleto T.C. (org.). **Natura Viva: Cerrado**. Ed. da UCG.
- Walter B.M.T. 2006. **Fitofisionomias do bioma Cerrado: síntese terminológica e relações florísticas**. Tese de doutorado. Universidade de Brasília, Brasília.

**CAPÍTULO 1 - COMPARAÇÕES FLORÍSTICAS E ESTRUTURAIS DA VEGETAÇÃO ENTRE TRÊS ESTRATOS E DUAS FITOFISIONOMIAS DO CERRADO SENTIDO RESTRITO NO PARQUE ESTADUAL DA SERRA AZUL, BARRA DO GARÇAS - MT.**

Revista para submissão: Acta Botanica Brasilica

Josias Oliveira dos Santos<sup>1,4</sup>, Eddie Lenza<sup>1</sup>, Leonardo Maracahipes-Santos<sup>1</sup>, Mônica Forsthofer<sup>1</sup>, Regiane Lima Roberto<sup>1</sup>, Pedro V. Eisenlohr<sup>1,2</sup>, Maryland Sanchez<sup>3</sup> e Fernando Pedroni<sup>3</sup>

1. Universidade do Estado de Mato Grosso, *Campus* de Nova Xavantina, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Nova Xavantina, MT, Brasil.
2. Universidade do Estado de Mato Grosso, *Campus* de Alta Floresta, Alta Floresta, MT, Brasil.
3. Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Barra do Garças, MT, Brasil.
4. Author for correspondence: [josias\\_os@hotmail.com](mailto:josias_os@hotmail.com)

**RESUMO**

(Comparações florísticas e estruturais da vegetação entre três estratos e duas fitofisionomias do Cerrado sentido restrito no Parque Estadual da Serra Azul, Barra do Garças - MT). O nosso objetivo foi estudar a riqueza, diversidade e composição florística dos estratos superior ( $D_{30} \geq 10$  cm), médio ( $D_{30} \geq 5$  e  $< 10$  cm) e inferior ( $D_{30} \geq 2$  e  $< 5$  cm) de dois sítios de Cerrado Típico (CT1 e CT2) e dois de Cerrado Ralo (CR1 e CR2) no Parque Estadual da Serra Azul, Barra do Garças – MT. Marcamos em cada sítio uma parcela de 40 m de largura por 250 m de comprimento, totalizando um hectare. A linha central da parcela seguiu a curva de nível para minimizar o efeito da altitude. Amostramos 3.658 indivíduos, distribuídos em 75 espécies e 29 famílias. A densidade, riqueza (observada e estimada) e diversidade foram maiores no Cerrado Típico, independentemente do estrato analisado. O CT1 foi mais denso e diverso que o CT2. Dentro do mesmo sítio, os estratos médio e inferior apresentaram maiores densidades que o estrato superior, embora a riqueza tenda a ser maior nos estratos médio e superior. A similaridade florística foi elevada entre CR e CT e as espécies dominantes foram as mesmas em todos os sítios, sem espécies indicadoras de cada fitofisionomia, indicando que o Cerrado Ralo apresenta um subconjunto de espécies encontradas no Cerrado Típico. Apesar da menor riqueza e diversidade, o CR compõe um hábitat diferenciado em relação ao CT, sendo importante a conservação de ambos para a manutenção de determinados táxons.

Palavras-chave: diversidade de espécies, Cerrado Típico, Cerrado Ralo, similaridade florística



**ABSTRACT**

(Floristic and structural comparisons between three strata of vegetation and two physiognomies of the Cerrado stricto sensu in the Serra Azul State Park, Barra do Garças– MT). Our objective was to study the richness, diversity and floristic composition of the upper ( $D_{30} \geq 10$  cm), middle ( $D_{30} \geq 5$  and  $<10$  cm) and minor ( $D_{30} \geq 2$  and  $<5$  cm) strata in two Typical Cerrado sites (CT1 and CT2) and two Sparse Cerrado (CR1 and CR2) in Parque Estadual da Serra Azul, Barra do Garças – MT. We scored at each site a plot of 40 m wide by 250 m long, totaling one hectare. The center line of the plot followed the curve of level to minimize the effect of altitude. We sampled 3,658 individuals belonging to 75 species and 29 families. The density, richness (observed and estimated) and diversity were higher in CT, regardless of stratum analyzed. The CT1 was more denser and diverse than the CT2. Within the same site, the middle and minor strata had higher densities than the upper stratum, although the wealth tends to be higher in the upper and middle strata. Floristic similarity was high between CR and CT and the dominant species were the same at all sites, no indicator species for each vegetation type, indicating that the CR presents a subset of species found in the CT. Despite the lower richness and diversity, the CR composes a different habitat in relation to CT, is important to the conservation of both to the maintenance of certain taxa.

Keywords: species of diversity, Typical Cerrado, Sparse Cerrado, floristic similarity

## INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas a fragmentação e a destruição dos habitats nativos vêm aumentando rapidamente no Bioma Cerrado (Machado *et al.* 2004; Klink & Machado 2005; Brannstrom *et al.* 2008). Como consequência, cresce o número de espécies ameaçadas de extinção (Rivera *et al.* 2010), ocasionando redução da riqueza em espécies, tanto em escala local como regional. Para melhor entendimento dos impactos da ação humana sobre a diversidade e a composição de espécies no Cerrado é necessário compreender como a flora está distribuída entre as distintas fitofisionomias e os diferentes substratos que compõem o complexo mosaico vegetacional que caracteriza o bioma.

Diversos estudos, em diferentes escalas, foram realizados no sentido de caracterizar a riqueza em espécies e a composição da vegetação lenhosa do Cerrado (Ratter *et al.* 2003; Bridgewater *et al.* 2004; Silva *et al.* 2006; Mendonça *et al.* 2008; Ribeiro & Walter 2008). Esses trabalhos permitiram a construção de conhecimento mais amplo sobre a distribuição tanto da flora (e.g. Ratter *et al.* 2003; Bridgewater *et al.* 2004; Mendonça *et al.* 2008), quanto da vegetação e da paisagem (Silva *et al.* 2006; Ribeiro & Walter 2008). Revelaram ainda elevada riqueza em espécies, com distribuição relativamente heterogênea ao longo do bioma e compondo uma variedade de paisagens em grande, média e pequena escala geográfica. Em larga e média escalas, os padrões de distribuição da vegetação e flora do Cerrado podem ser determinados pelo macrorrelevo (Motta *et al.* 2002; Silva *et al.* 2006), altitude (Motta *et al.* 2002), clima (Silva *et al.* 2006) e pela influência de biomas adjacentes (Méio *et al.* 2003). Em pequena escala, a distinção florística e estrutural da vegetação são determinadas pelas propriedades físico-químicas do solo (Ribeiro & Walter 2008), pelo relevo (Furley 1999) e pela ocorrência de queimadas (Furley 1999; Henriques 2005).

Poucos estudos foram conduzidos no sentido de se comparar a flora e a estrutura da vegetação lenhosa do Cerrado em áreas próximas, mas com distintas fitofisionomias ou diferentes subtipos vegetacionais (Oliveira-Filho *et al.* 1989; Costa & Araújo 2001; Marimon-Junior & Haridasan 2005; Gomes *et al.* 2011; Abreu *et al.* 2012; Giácomo *et al.* 2013, Mews *et al.* 2014). Esses estudos seminais sugerem que, apesar das diferenças no relevo ou profundidade dos solos, pode haver alta similaridade entre as fitofisionomias, com divergência, às vezes, com relação às espécies mais importantes. Por outro lado, fatores edáficos, como textura ao longo do perfil, podem determinar

grandes diferenças florísticas e estruturais, mesmo em áreas de Cerrado muito próximas entre si (Marimon-Junior & Haridasan 2005).

Os diferentes estratos da vegetação ou indivíduos com diferentes tamanhos podem responder de maneira distinta a distúrbios, como o fogo, por exemplo (Hoffmann & Moreira 2002; Sato *et al.* 2010; Silva *et al.* 2011). Assim, alguns estudos aumentam a sua especificidade se concentrando em alguns desses estratos (Durigan *et al.* 2002; Miranda *et al.* 2006; Lima *et al.* 2010; Nettesheim *et al.* 2010; Eugênio *et al.* 2011), porém perdem informações ao excluir indivíduos menores de espécies arbóreas, bem como espécies arbustivas.

Diante desse cenário, o objetivo do presente estudo foi caracterizar e comparar a riqueza e diversidade de espécies e a composição florística entre os estratos superior, médio e inferior da vegetação arbustivo-arbórea e entre sítios de Cerrado Ralo e Cerrado Típico no Parque Estadual da Serra Azul, no município de Barra do Garças, leste de Mato Grosso.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

**Área de Estudo:** O Parque Estadual da Serra Azul (PESA) está situado no município de Barra do Garças, na região leste de Mato Grosso (15°51'S e 51°16'W), com área total de 11.002 ha e altitudes variando entre 350 e 700 m (FEMA 2002). O clima da região é caracterizado por duas estações bem definidas, uma seca de maio a setembro e outra chuvosa de outubro a abril, com precipitação média anual em torno de 1.500 mm e a temperatura média mensal de 25,5°C (Pirani *et al.* 2009). São encontradas no PESA distintas fitofisionomias do Cerrado (*sensu* Ribeiro & Walter 2008), como Matas de Galeria e Florestas Semidecíduas, Veredas e outras formações savânicas de Cerrado sentido restrito, como Cerrado Típico, Cerrado Rupestre e Cerrado Ralo (FEMA 2002; Sanchez & Pedroni 2011). O relevo é bastante variado, formando mosaico com áreas planas e outras muito íngremes, com inclinação superior a 45°. Os solos são rasos com predominância de solos litólicos e distróficos nos locais com relevos ondulados a fortemente ondulados, podendo ser encontrados Latossolo e Gleissolo nas áreas com relevo que varia de plano a suavemente ondulado (FEMA 2002).

**Coleta de dados:** Amostramos dois sítios com fitofisionomia de Cerrado Típico (CT1 e CT2) e dois de Cerrado Ralo (CR1 e CR2), e caracterizamos visualmente essas

fitofisionomias do Cerrado sentido restrito de acordo com os critérios propostos por Ribeiro & Walter (2008). Em cada sítio estabelecemos uma parcela permanente com comprimento de 250 m e largura de 40 m seguindo curva de nível, com o intuito de minimizar o efeito da variação interna de altitude, seguindo o protocolo para amostragem de vegetação em parcelas permanentes do PPBio (Costa *et al.* 2005) (Figura 1). Nós consideramos três estratos da vegetação com base no diâmetro do tronco a 30 cm do solo ( $D_{30}$ ): estrato superior, formado por indivíduos com  $D_{30} \geq 10$  cm; estrato médio, indivíduos com  $D_{30} \geq 5$  e  $< 10$  cm, e estrato inferior, indivíduos com  $D_{30} \geq 2$  e  $< 5$  cm. Para o estrato superior marcamos em cada sítio uma parcela com comprimento de 250 m e largura de 40 m ( $10.000 \text{ m}^2$ ); para o estrato médio, uma subparcela de 250 m por 20 m ( $5.000 \text{ m}^2$ ) e para o inferior, de 250 m por 4 m ( $1.000 \text{ m}^2$ ) (Figura 1). Extrapolamos as densidades dos estratos inferior e médio para 1 hectare dividindo o número de indivíduos encontrados pela área em hectare, facilitando comparações com o estrato superior.

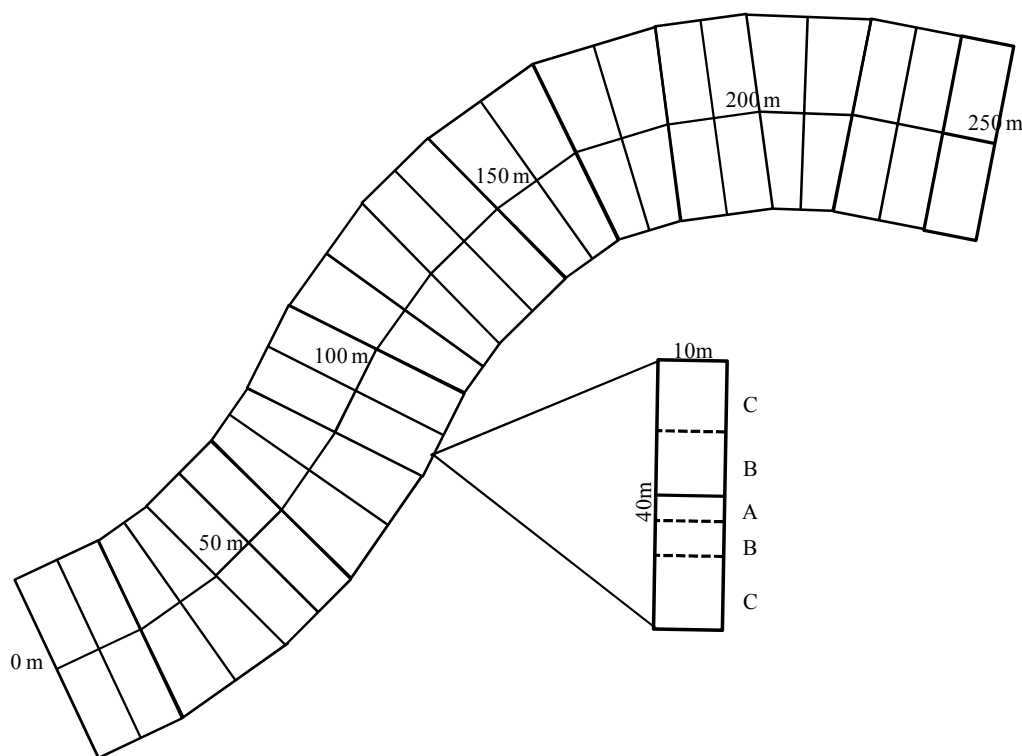


Figura 1. Esquema representando a delimitação das parcelas em um dos sítios amostrados no Parque Estadual da Serra Azul. A: amostragem de indivíduos com  $D_{30} \geq 2$  cm; B: amostragem de indivíduos com  $D_{30} \geq 5$  cm; C: amostragem de indivíduos com  $D_{30} \geq 10$  cm.

Aferimos o diâmetro do tronco dos indivíduos com uma fita métrica, de acordo com o método proposto por Moro & Martins (2011), segundo o qual os indivíduos que apresentaram ramificações abaixo da altura de medição tiveram todos os caules medidos, calculando-se posteriormente o diâmetro quadrático. Para a medição de altura, utilizamos uma trena a laser Leica Disto D2. Coletamos material botânico dos indivíduos reprodutivos e daqueles não identificados no campo para futura identificação e inclusão nos acervos dos Herbários NX, no *Campus* da UNEMAT de Nova Xavantina, e Herbário Central UFMT em Barra do Garças. Para a classificação botânica das famílias adotamos o sistema sugerido por APG III (2009), sendo os nomes dos táxons revisados e atualizados a partir do banco de dados eletrônicos disponível na Lista de Espécies da Flora do Brasil (2013).

**Análise dos dados** Realizamos todas as análises separadamente para os estratos superior, médio e inferior e, quando aplicamos testes estatísticos, adotamos nível de significância de 5%. Para comparar a riqueza dos três estratos entre as quatro parcelas e dentro de cada parcela utilizamos a técnica de rarefação com padronização do esforço amostral em número de indivíduos (Gotelli & Cowell 2001) com 1.000 aleatorizações. A rarefação é usada para fazer comparações diretas entre parcelas com base no número de indivíduos observados na menor amostra (Gotelli & Cowell 2001; Magurran 2011). Estimamos a riqueza florística de todas as parcelas utilizando o *bootstrap*, uma vez que esse estimador apresentou maior correlação com a riqueza observada do que os outros estimadores testados– Jackknife 1, Jackknife 2 e Chao (Walther & Moore 2005). Realizamos essas análises no software R versão 3.0.2 utilizando o pacote Vegan (R Development Core Team 2009).

Para comparar a diversidade entre as quatro parcelas e entre os estratos de cada parcela utilizamos os perfis de diversidade com a série exponencial de Rényi (Tóthmérész 1995), sendo esse método considerado importante solução para a falta de critério na escolha dos índices de diversidade, pois generaliza o peso que os índices dão às espécies pouco abundantes (Melo 2008). Utilizamos o índice de Shannon para compararmos a diversidade da área que amostramos com a de outras localidades, por ser esse índice de medidas de diversidade o mais utilizado em trabalhos desta natureza (Magurran 2011). Para comparar esse índice entre os sítios utilizamos o teste *t* de Hutcheson (Zar 2010).

Avaliamos a similaridade florística entre as áreas por meio do coeficiente quantitativo de Morisita, que dá peso à abundância das espécies (Magurran 2011), e do coeficiente binário de Sørensen, que é calculado a partir da matriz de presença-ausência (Brower & Zar 1984). Classificamos a vegetação utilizando as quatro áreas como unidades amostrais pelo método TWINSpan (*Two-Way Indicator Species Analysis*) (Hill *et al.* 1975), que parte do pressuposto de que existe grupo de espécies preferenciais para cada grupo de amostra (Kent & Coker, 1992). Os níveis de corte para pseudoespécies foram de 2, 5, 10, 15 e 20, conforme sugerido por Felfili *et al.* (2007).

Realizamos a Análise de Espécies Indicadoras (ISA) agregada ao teste de Monte Carlo com a finalidade de verificar o grau de significância das espécies como indicadoras dos grupos fitofisionômicos. Os Valores Indicadores (IV) encontrados pelo ISA tem como base a frequência com que a espécie ocorre dentro do grupo e entre os grupos (McCune & Mefford 1999). Dessa forma, espécies que ocorreram em mais de um grupo ou em poucos fragmentos dentro de um grupo são consideradas com baixo VI. Processamos o ISA e o TWINSpan no programa PCOrd versão 6.07 (McCune & Mefford 2011), enquanto que para as demais análises foi utilizado o programa PAST (*PAleontological STatistics software package for education and data analysis*) versão 2.15 (Hammer *et al.* 2001).

## RESULTADOS

Amostramos nos quatro sítios de Cerrado sentido restrito 3.658 indivíduos arbustivo-arbóreos, distribuídos em 75 espécies e 29 famílias, considerando juntos os estratos superior, médio e inferior (Tabela 1). Observamos maior densidade para o Cerrado Típico nos estratos superior e médio, enquanto no estrato inferior houve alta densidade nos sítios de Cerrado Ralo (Tabela 2), com valores médios aproximados aos dos CT. Comparando por estrato, a densidade foi maior no estrato inferior para todos os sítios, seguido pelo estrato médio e superior (Tabela 2).

Independentemente do estrato analisado, a riqueza observada foi maior no CT (Tabela 2). Os sítios de CR apresentaram riqueza semelhante, enquanto no CT os sítios diferiram, sendo CT1 mais rico que o CT2 (Tabela 2).

Tabela 1. Espécies arbustivo-arbóreas amostradas nos estratos superior, médio e inferior em sítios de Cerrado Típico (CT1 e CT2) e de Cerrado Ralo (CR1 e CR2) no Parque Estadual da Serra Azul, Barra do Garças – MT. Os valores representam a abundância das espécies.

Espécie	Família	Inferior				Médio				Superior			
		CT1	CT2	CR1	CR2	CT1	CT2	CR1	CR2	CT1	CT2	CR1	CR2
<i>Andira cujabensis</i> Benth.	Fabaceae	-	1	-	-	11	5	1	1	19	13	1	2
<i>Annona coriacea</i> Mart.	Annonaceae	1	-	-	-	4	1	-	-	1	-	-	-
<i>Annona crassiflora</i> Mart.	Annonaceae	1	1	-	-	1	2	-	-	5	2	-	-
<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart.	Apocynaceae	1	-	2	-	2	1	1	-	4	8	3	-
<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	Apocynaceae	-	1	-	-	3	2	-	-	10	-	-	-
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	Fabaceae	-	-	-	-	2	-	1	-	3	3	2	1
<i>Buchenavia tomentosa</i> Eichler	Combretaceae	1	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-
<i>Byrsonima basiloba</i> A.Juss.	Malpighiaceae	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	Malpighiaceae	6	3	-	-	7	13	1	6	19	6	-	2
<i>Byrsonima pachyphylla</i> A.Juss.	Malpighiaceae	3	5	8	12	23	43	35	48	9	11	9	10
<i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) DC.	Malpighiaceae	2	1	1	5	4	8	10	19	1	6	4	8
<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	Caryocaraceae	-	-	-	-	-	2	-	-	8	-	-	-
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Salicaceae	16	-	2	2	6	1	-	-	1	-	-	-
<i>Connarus suberosus</i> Planch.	Connaraceae	6	1	3	-	9	4	-	-	4	1	-	-
<i>Cordia elliptica</i> (Cham.) Kuntze	Rubiaceae	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Couepia grandiflora</i> (Mart. & Zucc.) Benth.	Chrysobalanaceae	-	-	-	-	1	-	1	-	1	-	1	-
<i>Curatella americana</i> L.	Dilleniaceae	-	-	-	1	-	2	-	1	2	1	-	-
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	Fabaceae	6	-	-	-	8	-	-	-	8	1	-	-
<i>Davilla elliptica</i> A.St.-Hil.	Dilleniaceae	22	6	19	19	102	1	19	7	26	-	2	-

Espécie	Família	Inferior				Médio				Superior			
		CT1	CT2	CR1	CR2	CT1	CT2	CR1	CR2	CT1	CT2	CR1	CR2
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	Fabaceae	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diospyros hispida</i> A.DC.	Ebenaceae	7	-	-	-	7	2	-	-	12	1	-	1
<i>Dipteryx alata</i> Vogel	Fabaceae	-	-	-	-	5	-	-	-	9	-	-	-
<i>Eremanthus mattogrossensis</i> Kuntze	Asteraceae	-	1	-	-	-	7	-	-	1	4	-	-
<i>Eriotheca gracilipes</i> (K.Schum.) A.Robyns	Malvaceae	2	4	5	1	21	30	1	5	20	13	4	4
<i>Erythroxylum engleri</i> O.E.Schulz	Erythroxylaceae	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-
<i>Erythroxylum suberosum</i> A.St.-Hil.	Erythroxylaceae	9	3	6	20	36	28	52	19	8	11	51	6
<i>Erythroxylum tortuosum</i> Mart.	Erythroxylaceae	2	8	29	-	7	33	11	-	-	3	-	1
<i>Eugenia aurata</i> O.Berg	Myrtaceae	1	-	-	-	4	2	-	-	1	-	-	-
<i>Eugenia</i> sp.	Myrtaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
<i>Ferdinandusa elliptica</i> (Pohl) Pohl	Rubiaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Guapira graciliflora</i> (Mart. ex Schmidt) Lundell	Nyctaginaceae	1	-	-	-	1	-	-	-	3	-	-	-
<i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell	Nyctaginaceae	-	-	-	-	2	-	-	-	3	2	-	-
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	Apocynaceae	2	1	4	-	8	10	6	4	5	2	1	3
<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	Bignoniaceae	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
<i>Heteropterys byrsonimifolia</i> A.Juss.	Malpighiaceae	6	2	-	-	12	2	-	-	12	3	-	-
<i>Himatanthus obovatus</i> (Müll.Arg.) Woodson	Apocynaceae	1	6	12	-	1	5	2	-	-	-	-	-
<i>Himatanthus sucuuba</i> (Spruce ex Müll.Arg.) Woodson	Apocynaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	Fabaceae	2	-	5	-	12	4	4	1	35	7	3	4
<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc.	Calophyllaceae	30	16	40	66	71	61	34	87	33	19	1	1
<i>Kielmeyera rubriflora</i> Cambess.	Calophyllaceae	-	8	10	7	13	45	12	9	7	27	3	1



Espécie	Família	Inferior				Médio				Superior			
		CT1	CT2	CR1	CR2	CT1	CT2	CR1	CR2	CT1	CT2	CR1	CR2
<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil.	Lythraceae	7	3	-	-	19	10	-	-	14	9	-	-
<i>Leptolobium dasycarpum</i> Vogel	Fabaceae	1	-	3	1	-	1	1	-	3	1	4	3
<i>Licania humilis</i> Cham. & Schltldl.	Chrysobalanaceae	-	-	-	-	-	1	-	-	3	28	-	1
<i>Luetzelburgia praecox</i> (Harms) Harms	Fabaceae	-	-	-	-	2	-	-	-	6	1	-	-
<i>Mezilaurus crassiramea</i> (Meisn.) Taub. ex Mez	Lauraceae	-	1	-	-	4	2	-	-	13	4	-	-
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana	Melastomataceae	7	2	-	-	22	16	2	1	6	5	-	-
<i>Myrcia lanuginosa</i> O. Berg	Myrtaceae	19	12	10	11	70	93	22	22	-	6	4	8
<i>Myrcia multiflora</i> (Lam) DC	Myrtaceae	7	-	-	-	22	3	-	-	1	1	-	-
<i>Myrcia</i> sp.	Myrtaceae	-	-	-	-	3	-	-	-	5	-	-	-
<i>Neea theifera</i> Oerst.	Nyctaginaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-
<i>Ouratea hexasperma</i> (A.St.-Hil.) Baill.	Ochnaceae	2	1	3	1	27	17	5	1	19	15	-	1
<i>Ouratea spectabilis</i> (Mart.) Engl.	Ochnaceae	4	-	-	-	14	2	1	1	16	3	2	-
<i>Piptocarpha rotundifolia</i> (Less.) Baker	Asteraceae	-	1	-	1	1	4	2	2	5	6	2	6
<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	Sapotaceae	2	3	-	-	8	5	1	2	26	50	2	4
<i>Pseudobombax longiflorum</i> (Mart. & Zucc.) A.Robyns	Malvaceae	-	1	-	-	1	-	-	1	4	-	-	-
<i>Psidium laruotteanum</i> Mart. ex DC.	Myrtaceae	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pterodon pubescens</i> (Benth.) Benth.	Fabaceae	-	-	-	-	2	1	-	-	3	-	-	-
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	Vochysiaceae	2	-	-	-	10	10	2	1	27	24	9	3
<i>Qualea multiflora</i> Mart.	Vochysiaceae	3	-	-	-	3	1	-	1	5	4	-	1
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	Vochysiaceae	10	2	1	1	64	35	8	5	145	73	41	13
<i>Roupala montana</i> Aubl.	Proteaceae	2	-	-	-	3	4	-	-	4	3	-	-

Espécie	Família	Inferior				Médio				Superior			
		CT1	CT2	CR1	CR2	CT1	CT2	CR1	CR2	CT1	CT2	CR1	CR2
<i>Rourea induta</i> Planch.	Connaraceae	8	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Salacia crassifolia</i> (Mart. ex Schult.) G.Don	Celastraceae	1	-	-	-	4	6	-	-	8	3	-	1
<i>Salvertia convallariodora</i> A.St.-Hil.	Vochysiaceae	-	-	1	-	4	-	-	-	5	1	4	-
<i>Schefflera macrocarpa</i> (Cham. & Schltdl.) Frodin	Araliaceae	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-
<i>Stryphnodendron rotundifolium</i> Mart.	Fabaceae	4	-	1	-	7	-	-	3	5	2	-	1
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore	Bignoniaceae	-	-	-	-	1	-	-	-	4	1	-	-
<i>Tachigali aurea</i> Tul.	Fabaceae	1	-	-	-	7	2	-	-	15	-	3	-
<i>Tachigali subvelutina</i> (Benth.) Oliveira-Filho	Fabaceae	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
<i>Tachigali vulgaris</i> L.G.Silva & H.C.Lima	Fabaceae	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tibouchina</i> sp. (Bonpl.) DC.	Melastomataceae	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltdl.) K.Schum.	Rubiaceae	1	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-
<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke	Fabaceae	-	1	-	-	5	2	2	-	18	-	1	-
<i>Vellozia seubertiana</i> Goethart & Henrard.	Velloziaceae	-	-	-	-	1	-	-	-	2	-	-	-
<i>Vochysia rufa</i> Mart.	Vochysiaceae	1	2	-	3	12	2	-	2	20	3	-	-

Tabela 2. Densidade de indivíduos por hectare (D), riqueza observada (SpO), riqueza estimada (SpE) e famílias (Fam) para os estratos inferior, médio e superior de sítios de Cerrado Típico (CT1 e CT2) e de Cerrado Ralo (CR1, CR2), amostrados no Parque Estadual da Serra Azul, Barra do Garças - MT.

	Inferior				Médio				Superior			
	CT1	CT2	CR1	CR2	CT1	CT2	CR1	CR2	CT1	CT2	CR1	CR2
D	2.130	970	1.650	1.530	1.426	1.068	474	502	664	387	157	87
SpO	43	28	20	17	59	48	26	26	62	42	23	25
SpE	48,5±2,0	32,8±1,7	20,8±1,1	19,1±1,4	63,4±1,9	52,8±2,0	28,6±1,5	29,2±1,6	66,0±1,8	45,3±1,7	24,4±1,3	28,4±1,6
Fam	22	17	12	13	27	25	14	13	28	23	13	14

A riqueza estimada foi maior que a observada em todos os sítios e estratos (Tabela 2), com exceção do estrato inferior do CR1, cuja riqueza estimada ( $20,8 \pm 1,1$  espécies) foi semelhante à observada (20 espécies). A riqueza observada representou entre 85 a 96% do número de espécies estimadas pelo *Bootstrap*.

A rarefação com padronização do número de indivíduos indicou maior riqueza para no CT em relação ao CR em todos os estratos, com exceção do estrato superior do CT2, que teve a mesma riqueza do CR2 no ponto de rarefação ( $25,6 \pm 4,4$  e 24, respectivamente; Figura 1A). Assim como para riqueza observada, encontramos maior semelhança entre os sítios de CR do que entre os de CT.

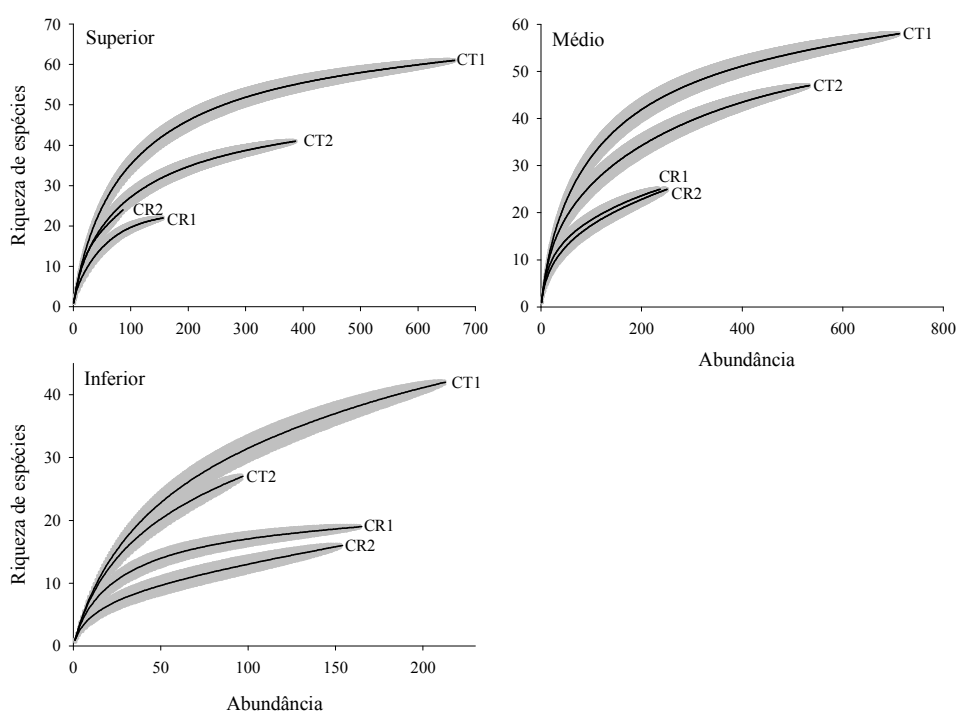


Figura 1 – Curvas de rarefação usando como base o número de indivíduos para o estrato superior, médio e inferior de sítios de Cerrado Típico (CT) e Cerrado Ralo (CR) no Parque Estadual da Serra Azul, Barra do Garças - MT.

Quando comparamos a riqueza em espécies dos diferentes estratos dentro de cada sítio padronizando o número de indivíduos com base na menor amostra, observamos riqueza maior para o estrato superior em relação ao inferior para CT1 ( $47 \pm 4,8$  espécies e  $42,0$  respectivamente), CR1 ( $22,0$  e  $18,8 \pm 0,9$  respectivamente) e CR2 ( $24,0$  e  $12,2 \pm 3,1$  respectivamente) (Figura 2). O estrato superior apresentou maior riqueza em relação ao estrato médio para CT1 ( $61,0$  e  $57,2 \pm 1,8$ ) e CR2 ( $24,0$  e

16,3±3,8) (Figura 2). Em geral os estratos superior e médio tenderam a apresentar maior riqueza que o estrato inferior.

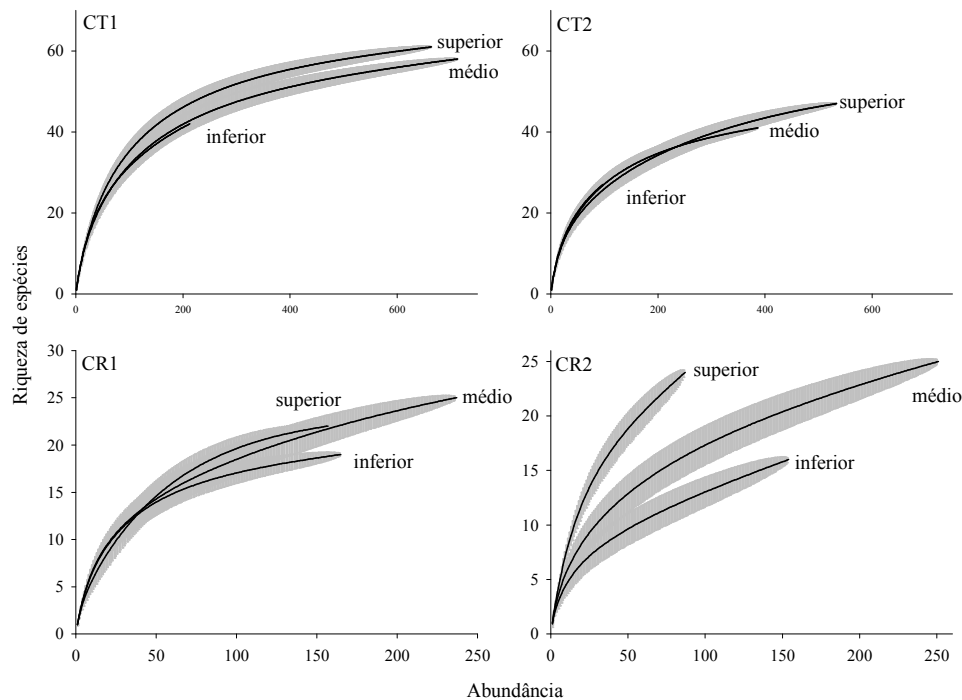


Figura 2 – Curvas de rarefação usando como base o número de indivíduos comparando os estratos superior, médio e inferior de duas parcelas de Cerrado Típico (CT1 e CT2) e duas de Cerrado Ralo (CR1 e CR2), no Parque Estadual da Serra Azul, Barra do Garças – MT.

Notamos que o CT apresentou maior diversidade nos estratos inferior e médio em relação ao CR, independentemente dos pesos da riqueza ou equabilidade sobre o índice (Figura 3B e 3C). Para o estrato superior, os sítios de CT apresentaram maior diversidade que o CR1, não diferindo do CR2 (Figura 3A). Considerando somente o CT, o CT1 apresentou maior diversidade que o CT2 para os estratos inferior e médio (Figuras 3B e 3C), não diferindo no estrato superior (Figura 3A). Quando comparados os sítios de CR, observamos maior diversidade no CR1 nos estratos médio e inferior (Figura 3B e 3C), enquanto no estrato superior a maior diversidade foi registrada no CR2 (Figura 3A).

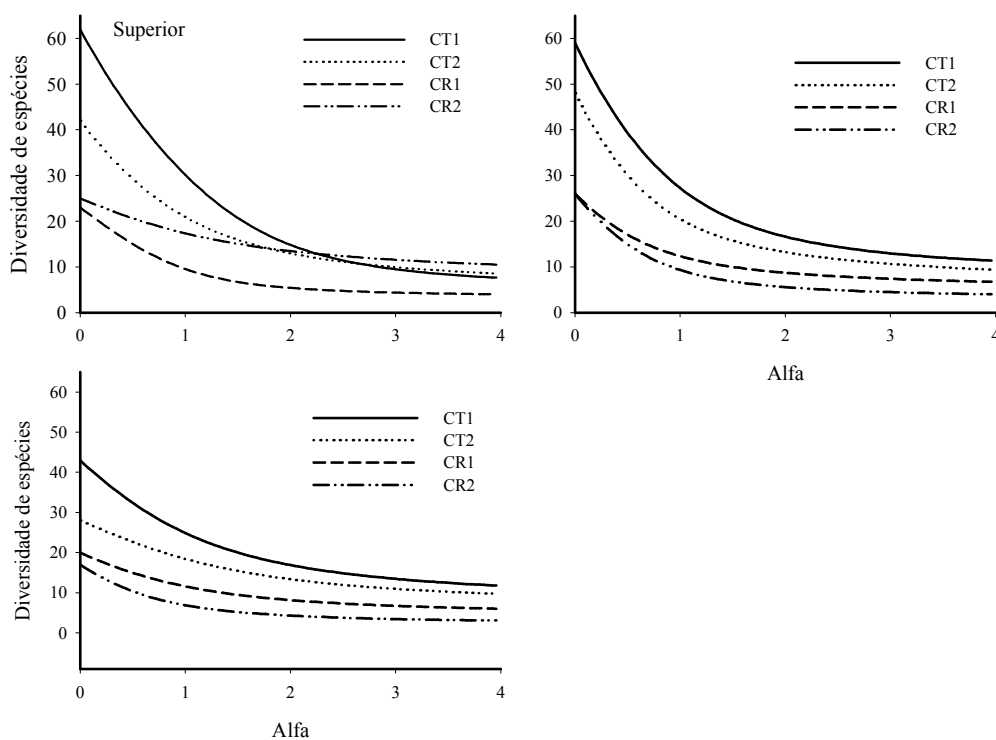


Figura 3. Perfis de diversidade para os estratos superior, médio e inferior em duas parcelas de Cerrado Típico e duas de Cerrado Ralo no Parque Estadual da Serra Azul, Barra do Garças – MT.

Quando comparamos a diversidade dos estratos dentro de cada parcela, notamos que a resposta variou muito de acordo com o peso atribuído à riqueza e abundância sobre o índice (Figura 4). Nas parcelas do CT não houve diferença entre os estratos para todos os valores de alfa ( $\alpha$ ), uma vez que ocorreu o cruzamento das curvas. Já nas parcelas do CR observamos tendência de maior diversidade nos estratos superiores em relação ao inferior (Figura 4). O índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) foi numericamente maior nas parcelas de CT independentemente do estrato analisado, sendo o maior valor encontrado em CT1, seguido por CT2 (Tabela 4).

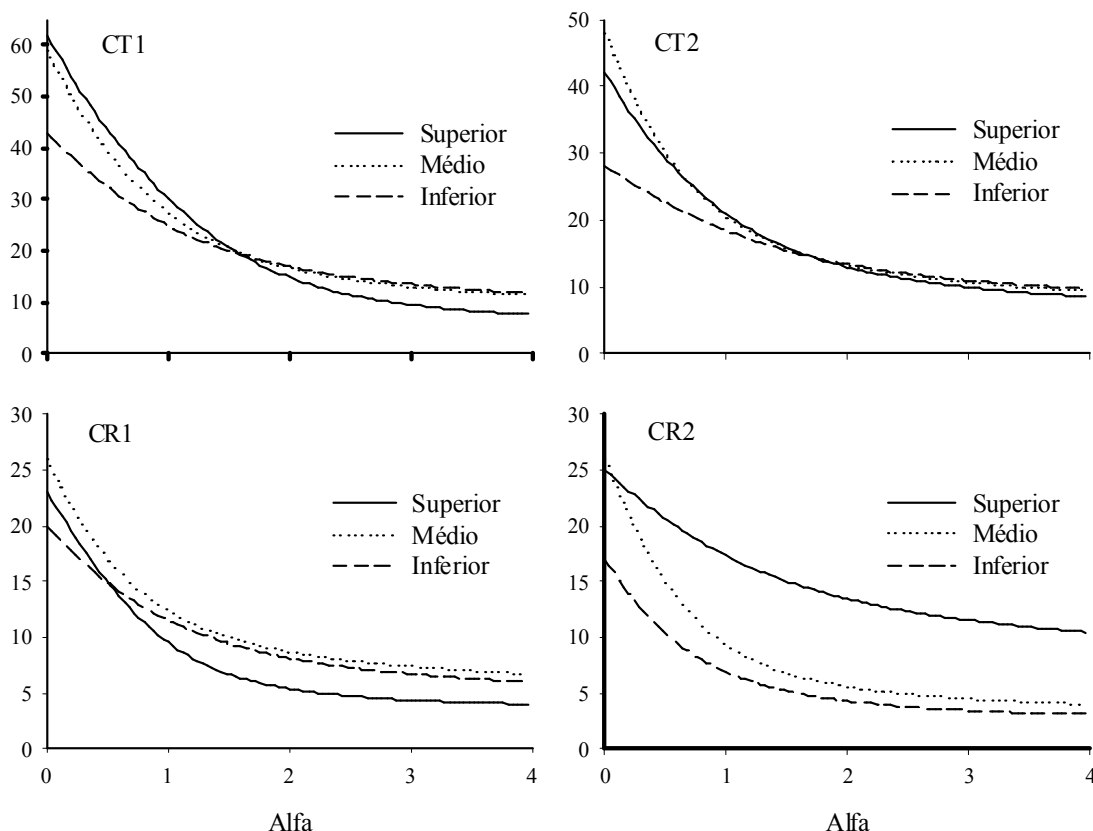


Figura 4 - Perfis de diversidade comparando os estratos superior, médio e inferior de duas parcelas de Cerrado Típico (CT1 e CT2) e duas de Cerrado Ralo (CR1 e CR2) no Parque Estadual da Serra Azul, Barra do Garças - MT.

Em todos os estratos, encontramos maior número de espécies exclusivas nos sítios de CT (entre 13 e 18 espécies no CT1 e entre quatro e seis no CT2) em relação ao CR (apenas uma no CR1 e de uma a duas no CR2). Das 75 espécies amostradas, 73 (97,3%) ocorreram em pelo menos um dos dois sítios de CT e 41 (54,7%) em pelo menos um dos dois sítios de CR. Além disso, não identificamos por meio da ISA espécie indicadora em nenhuma das duas fitofisionomias, tanto para o estrato superior ( $p=0,33$ ), quanto para os estratos médio ( $p=0,33$ ) e inferior ( $p=0,66$ ).

A ausência de espécies indicadoras, bem como o elevado número de espécies comuns entre os sítios, resultou em altos valores de similaridade florística (Tabela 3). No entanto, independentemente do estrato, os maiores valores dos índices de Morisita e de Sørensen foram registrados entre sítios de fitofisionomias semelhantes e os menores valores entre sítios de fitofisionomias diferentes. Esses resultados foram corroborados pela análise de classificação (TWINSPAN), que separou os sítios de CT dos sítios de

CR (autovalor para o estrato inferior= 0,33; médio= 0,33 e superior= 0,61). Assim, apesar da semelhança florística entre CT e CR, a composição de espécies foi mais similar entre os sítios de mesma fitofisionomias (Tabela 3), corroborando a classificação prévia visual feita em campo.

Dentre as espécies mais abundantes encontradas no estrato superior de todos os sítios, *Qualea parviflora* Mart foi a mais abundante em três parcelas e a segunda mais abundante na CR1 (Tabela 1). No estrato médio, *Kielmeyera coriacea* Mart. & Zucc. esteve entre as duas mais abundantes no CT1, CT2 e CR2 e *Byrsonima pachyphylla* A. Juss., no CR1 e CR2, enquanto no estrato inferior *K. coriacea* foi a mais abundante nas quatro áreas.

Tabela 3. Matriz de similaridade para os estratos superior, médio e inferior de duas comunidades de Cerrado Típico (CR1, CR2) e duas de Cerrado Ralo (CT1, CT2) no Parque Estadual Serra Azul, Barra do Garças - MT. Acima da diagonal está representado o Índice de Similaridade de Sørensen e abaixo da diagonal o Índice de Morisita. \*menores valores; \*\*maiores valores.

	Superior				Índice de Similaridade de Sørensen
	CR1	CR2	CT1	CT2	
CR1		0,67	0,52	0,58	
CR2	0,61		0,51*	0,72	
CT1	0,55	0,65		0,77**	
CT2	0,53*	0,69	0,82**		
	Médio				Índice de Similaridade de Sørensen
	CR1	CR2	CT1	CT2	
CR1		0,73	0,59	0,65	
CR2	0,76**		0,54*	0,59	
CT1	0,66	0,52*		0,79**	
CT2	0,72	0,64	0,71		
	Inferior				Índice de Similaridade de Sørensen
	CR1	CR2	CT1	CT2	
CR1		0,65**	0,57	0,58	
CR2	0,76		0,43*	0,53	
CT1	0,64	0,61*		0,56	
CT2	0,85**	0,65	0,73		

Índice de Similaridade de Morisita



## DISCUSSÃO

*Comparações entre fitofisionomias.* As maiores densidades registradas nos sítios de CT em relação aos de CR eram esperadas (Ottmar *et al.* 2001; Ribeiro & Walter 2008), uma vez que essas fitofisionomias são categorizados pela cobertura arbórea (Ribeiro & Walter 2008). A densidade, por si só, foi um bom parâmetro na distinção entre CT e CR, independentemente do estrato considerado. Além disso, corrobora com a afirmação de Felfili & Silva-Junior (1993) de que a densidade é um dos fatores mais importantes na diferenciação entre os subtipos vegetacionais do Cerrado sentido restrito.

Adicionalmente, independentemente do estrato analisado, a riqueza em espécies (observada e estimada) e a diversidade também foram parâmetros distintivos entre CT e CR, uma vez que, de modo geral, o CT foi mais rico e diverso que o CR. Carvalho & Marques-Alves (2008), estudando o Cerrado Ralo no estado de Goiás, registraram maior número de espécies em relação ao CR do presente estudo, contudo menor do que normalmente é encontrado para o Cerrado Típico, tanto do presente estudo como também de outros (Gomes *et al.* 2011; Mews *et al.* 2011; Abreu *et al.* 2012). Tais estudos foram realizados com vegetação arbustivo-arbóreas de Cerrado Típico de locais próximos e utilizando o mesmo critério de inclusão do estrato médio do presente estudo ( $D_{30} \geq 5$  cm) e registraram entre 58 e 80 espécies. Esses valores se aproximam ao observado para os sítios do CT do presente estudo e são superiores ao observado para os sítios de CR, sustentando que o Cerrado Ralo apresenta menor riqueza que o Cerrado Típico, independente das diferenças nas densidades de indivíduos entre eles.

As diferenças na densidade, riqueza e diversidade entre fitofisionomias, bem como os maiores valores observado em CT1 em relação ao CT2, podem estar associadas a variações nas propriedades edáficas locais, como textura do solo (Marimon-Junior & Haridasan 2005) ou presença de alumínio (Haridasan 2000), que tende a favorecer algumas espécies. Variações na riqueza de espécies também foram registradas em outros estudos comparando a vegetação lenhosa savânica geograficamente próximas (Gomes *et al.* 2011; Abreu *et al.* 2012), sugerindo que fatores ambientais locais podem estar atuando sobre o número de espécies nas parcelas.

De modo geral, houve maior diversidade do CT em relação ao CR. Carvalho & Marques-Alves (2008) também observaram baixo valor de diversidade para o Cerrado Ralo ( $H' = 1,353$ ) e menor que aquele calculado para cada estrato do CR do presente estudo. Em geral, o índice de diversidade de Shannon para os quatro sítios foi baixo (entre 1,97 e 3,23) quando comparados àquele registrado por Ribeiro *et al.* (2012)

também em Cerrado Típico no Parque Estadual da Serra Azul (3,71 e 3,76) e por Gomes *et al.* (2011) (3,58) para a mesma fitofisionomia, a cerca de 150 km da área do presente estudo.

Apesar da alta similaridade entre os sítios de CT e CR, independente do estrato analisado, os maiores valores foram observados dentro do mesmo subtipo vegetacional, o que sugere maior semelhança entre elas. Costa & Araújo (2001) comentam que a alta similaridade entre fitofisionomias distintas pode estar relacionada à proximidade geográfica das áreas, o que permite que espécies com alto potencial de dispersão ocupem diferentes fitofisionomias. De fato, esse pode ser o caso dos quatro sítios e duas fitofisionomias aqui estudadas.

A ausência de espécies indicadoras de cada fitofisionomia, bem como o fato de as espécies mais abundantes serem as mesmas no CT e no CR (*Qualea parviflora*, *Kielmeyera coriacea* e *Byrsonima pachyphylla*), também indica que não há identidade florística evidente em cada fitofisionomia avaliada. Mostra ainda que os sítios de CR estudados representam subconjunto particular de espécies de CT, provavelmente selecionado por fatores edáficos, que tornam os dois sítios de CR investigados semelhantes entre si. Essa semelhança florística já havia sido tratada de maneira mais geral por outros autores (Ribeiro & Walter 2008), sendo aqui verificada em escala local, uma vez que a maior distância entre as parcelas é de 3,2 km.

*Comparações entre estratos.* A maior densidade para o estrato inferior já era esperada, uma vez que a maioria das espécies investe no banco regenerante como estratégia de sobrevivência, sendo amostrado nesse estrato tanto indivíduos menores de espécies arbóreas como indivíduos de espécies tipicamente arbustivas (Vale *et al.* 2009). A maior contribuição florística, tanto no CT quanto no CR, no estrato superior contraria nossas expectativas, pois esperávamos registrar menor riqueza florística nesse estrato devido a menor densidade observada.

A maior riqueza e diversidade de espécies encontradas nos estratos superior e médio podem estar relacionadas à elevada frequência de queimadas no PESA nos últimos anos (Ribeiro *et al.* 2012), que afetam mais severamente os indivíduos de menor porte (Sato & Miranda 1996; Sato *et al.* 2010). Isso pode mudar a frequência de espécies raras, além de alterar a ordem de dominância das espécies mais abundantes, como observado no estrato herbáceo-arbustivo por Munhoz & Amaral (2010), sendo selecionadas poucas espécies com alta abundância, como *Kielmeyera coriacea*, que teve maior abundância no estrato inferior dos quatro sítios. No entanto, novos estudos

comparando estratos em outros sítios são necessários para melhorar o entendimento sobre os fatores responsáveis na determinação da densidade e riqueza em cada estrato.

O fato das espécies dominantes serem as mesmas nos sítios de CT e CR nos três estratos reforça a semelhança florística entre subdivisões do Cerrado sentido restrito, conforme postulado por Ribeiro & Walter (2008) e sugere que a proximidade geográfica pode estar influenciando a composição florística (Costa & Araújo 2001). Além disso, essa semelhança dentro de cada estrato mostra que estudos com critério de inclusão que consideram apenas os indivíduos de maior diâmetro pode não capturar algumas informações importantes sobre as populações e a vegetação. uma vez que o estrato inferior apresentou padrão particular de dominância.

## **CONCLUSÃO**

Mostramos nesse estudo que os sítios de CT apresentaram maiores densidades, riqueza observada e estimada e diversidade em relação aos sítios de CR. A similaridade foi alta entre todos os sítios, sendo que apenas duas espécies do CR não ocorreram no CT, mostrando que o CR estudado apresenta um subconjunto particular de espécies de CT, provavelmente selecionado por fatores edáficos ou topográficos. Em geral, dentro do mesmo sítio o estrato superior foi menos denso e mais rico que o inferior, sem evidência de distintas diversidades entre os três estratos. Considerando que a flora das áreas de Cerrado Ralo representa apenas uma parte daquela do Cerrado Típico, é de suma importância que na escolha de áreas de reserva legal ou na criação de unidades de conservação ambos sejam contemplados, uma vez que o habitat formado por esses ambientes é diferente, favorecendo uma maior diversidade da flora e da fauna locais.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Abreu, M.A.; Pinto, J.R.R.; Maracahipes, L.; Gomes, L.; Oliveira, E.A.; Marimon, B.S.; Marimon-Junior, B.H.; Farias, J. & Lenza, E. 2012. Influence of edaphic variables on the floristic composition and structure of the tree-shrub vegetation in typical and rocky outcrop cerrado areas in Serra Negra, Goiás State, Brazil. **Brazilian Journal of Botany** **35**(3):259-272.
- 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.
- Brannstrom, C.; Jepson, W.; Filippi, A.M.; Redo, D.; Xu, Z. & Ganesh, S. 2008. Land change in the Brazilian Savanna (Cerrado), 1986–2002: Comparative analysis and implications for land-use policy. **Land Use Policy** **25**:579-595.
- Brigdewater, S.; Ratter, J.A. & Ribeiro, J.F. 2004. Biogeographic patterns,  $\beta$ -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**. Dubuque. WM. C. Brown Publishers.
- Carvalho, A.R. & Marques-Alves, S. 2008. Diversidade e índice sucessional de uma vegetação de cerrado *sensu stricto* na Universidade Estadual de Goiás-UEG, *campus* de Anápolis. **R. Árvore** **32**(1):81-90.
- Costa, A.A. & Araújo, G.M. 2001. Comparação da vegetação arbórea de cerradão e cerrado na reserva do Panga, Uberlândia, Minas Gerais. **Acta bot. bras.** **15**(1): 63-72.
- Durigan, G.; Nishidawa, D.L.L.; Rocha, E.; Silveira, E.R.; Pulitano, F.M.; Regalado, L.B.; Carvalhaes, M.A.; Paranaguá, P.A. & Ranieri, V.E.L. 2002. Caracterização de dois estratos da vegetação em uma área de Cerrado no município de Brotas, SP, Brasil. **Acta bot. bras.** **16**(3): 251-262.
- Eugênio, C.U.O.; Munhoz, C.B.R. & Felfili, J.M. 2011. Dinâmica temporal do estrato herbáceo-arbustivo de uma área de campo limpo úmido em Alto Paraíso de Goiás, Brasil. **Acta bot. bras.** **25**(2): 497-507.
- Felfili, J.M. & Silva-Junior, M.C. 1993. A comparative study of cerrado (*sensu stricto*) vegetation in central Brasil. **Journal of Tropical Ecology** **9**:277-289.

- Felifili, J.M.; Carvalho, F.A.; Libano, A.M.; Venturoli, F.; Pereira, B.A.S. 2007. Análise multivariada em estudos de vegetação. **Comunicações Técnicas Florestais** 9(1):60p.
- Fundação Estadual do Meio Ambiente. 2002. **Diagnóstico Ambiental Parque Estadual da Serra Azul**. Coordenadoria de Unidades de Conservação/ FEMA, FNMA, Cuiabá/MT.
- Furley, P.A. 1999. The nature and diversity of neotropical savanna vegetation with particular reference to the Brazilian cerrados. **Global Ecology and Biogeography** 8:223-241.
- Giácomo, R.G.; Carvalho, D.C.; Pereira, M.G.; Souza, A.B. & Gai, T.D. 2013. Florística e fitossociologia em áreas de campo sujo e cerrado *sensu stricto* na estação ecológica de Pirapitinga – MG. **Ciência Florestal** 23(1):29-43.
- Gomes, L.; Lenza, E.; Maracahipes, L.; Marimon, B.S. & Oliveira, E.A. 2011. Comparações florísticas e estruturais entre duas comunidades lenhosas de cerrado típico e cerrado rupestre, Mato Grosso, Brasil. **Acta bot. bras.** 25(4): 865-875.
- 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.
- Hammer, Ø.; Harper, D.A.T. & Ryan, P.D. 2001. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Paleontologica Electronica** 4(1):9p.
- Haridasan, M. 2000. Nutrição mineral das plantas nativas do Cerrado. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal** 12: 54-64.
- Henriques, R.P.B. 2005. Influência da história, solo e fogo na distribuição e dinâmica das fitofisionomias no bioma Cerrado, p.75-92. In: Scariot, A.; Sousa-Silva, J.C. & Felifili, J.M. (orgs). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF.
- Hill, M.; Bunce, R.G.H.; Shaw, M.W. 1975. Indicator species analysis, a divisive pythetic method of classification and its application to a survey of native pinewoods in Scotland. **Journal of Ecology**, 63:597-613.
- Hoffmann, W.A.; Moreira, A.G. 2002. The role of fire in population dynamics of woody plants. In: Oliveira, P.S.; Marquis, R.J. **The Cerrados of Brazil: ecology**

- and natural history of a neotropical savanna. Columbia University Press: New York.
- Kent, M.; Coker, P. 1992. **Vegetation description and analysis**. London: John Wiley & Sons.
- Klink, C.A. & Machado, R.B. 2005. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade** 1(1):147-155.
- 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 Neotrop.**10(2):159:166.
- Lista de Espécies da Flora do Brasil. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 12 Mar. 2014.
- Machado, R.B.; Ramos Neto, M.B.; Pereira, P.G.P.; Caldas, E.F.; Gonçalves, D.A.; Santos, N.S.; Tabor, K. & Steininger, M. 2004. **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro**. Brasília, DF: Conservation International, Technical report.
- Magurran, A.E. 2011. **Medindo a diversidade biológica**. Curitiba: Ed. da UFPR, 261p.
- Marimon-Junior, B.H. & Haridasan, M. 2005. Comparação da vegetação arbórea e características edáficas de um cerradão e um cerrado *sensu stricto* em áreas adjacentes sobre solo distrófico no leste de Mato Grosso, Brasil. **Acta bot. bras.** 19(4): 913-926.
- McCune, B. & Mefford, M.J. 1999. **Multivariate analysis of ecological data**. Gleneden Beach, MjM Software.
- McCune, B. & Mefford, M. J. 2011. **PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data**. version 6.07. Gleneden Beach, MjM Software.
- Melo, A.S. 2008. O que ganhamos “confundindo” riqueza de espécies e equabilidade em um índice de diversidade? **Biota Neotropica** 8:21-27.
- Mendonça, R.C., Felfili, J.M., Walter, B.M.T., Silva Jr., M.C., Rezende, A.V., Filgueiras, T.S., Nogueira, P.E. & Fagg, C.W. 2008. Flora Vascular do bioma Cerrado: checklist com 12.356 espécies. Pp.421-1279. In Sano, S.M.; Almeida, S.P. & Ribeiro, J.F. (orgs). **Cerrado: ecologia e flora**. Embrapa Cerrados, Planaltina.
- Mews, H.A.; Marimon, B.S.; Maracahipes, Franczak, D.D. & Marimon-Junior, B.H. 2011. Dinâmica da comunidade lenhosa de um cerrado típico na região Nordeste do Estado de Mato Grosso, Brasil. **Biota Neotrop.** 11(1):73:82.

- Mews, H.A.; Pinto, J.R.R.; Eisenlohr, P.V. & Lenza E. 2014. Does size matter? Conservation implications of differing woody population sizes with equivalent occurrence and diversity of species for threatened savanna habitats. **Biodiversity and Conservation** **23**:1119-1131.
- Miranda, I.S.; Almeida, S.S. & Dantas, P.J. 2006. Florística e estrutura de comunidades arbóreas em cerrados de Rondônia, Brasil. **Acta Amazônica** **36**(4):419-430.
- Moro, M.F.; Martins, F.R.; 2011. Métodos de levantamento do componente arbóreo-arbustivo. In: Felfili, J.M.; Eisenlohr, P.V.; Melo, M.M.R.F; Andrade, L.A.; Meira-Neto, J.A.A. **Fitossociologia no Brasil: Métodos e estudos de casos**. Universidade Federal de Viçosa. Pp. 174-212.
- Motta, P.E.F.; Carvalho-Filho, A.; Ker, J.C.; Pereira, N.R.; Carvalho J., W. & Blancaneaux, P. 2002. Relações solo-superfície geomórfica e evolução da paisagem em uma área do Planalto Central Brasileiro. **Pesq. Agropec. Bras.** **37**: 869-878.
- Munhoz, C.B.R. & Amaral, A.G. 2010. Efeito do fogo no estrato herbáceo-arbustivo do Cerrado. Pp 93-102. In. Miranda, H.S. (org.) **Efeitos do regime do fogo sobre a estrutura de comunidades de Cerrado**: resultados do projeto fogo. Brasília: Ibama.
- Nettesheim, F.C.; Carvalho, D.C.; Fonseca, C.C.; Nunes, R.S.; Cavalcanti, D.M.; Gabriel, M.M. & Menezes, L.F.T. 2010. Estrutura e florística do estrato arbóreo no cerrado *sensu stricto* de Buritis, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia** **61**(4):731-747.
- Oliveira-Filho, A.T.; Shepherd, G.D.; Martins, F.R. & Stubblebine, W.H. 1989. Environmental factors affecting physiognomic and floristic variation in an area of cerrado in Central Brazil. **Journal of Tropical Ecology** **5**:413-431.
- Ottmar, R.D.; Vihnanek, R.E.; Miranda, H.S.; Sato, M.N. & Andrade, S.M.A. 2001. **Séries de estéreo-fotografias para quantificar a biomassa da vegetação do cerrado do Brasil Central**. USDA. General Technical Report.
- Pirani, F.R., Sanchez M. & Pedroni, F. 2009. Fenologia de uma comunidade arbórea em cerrado sentido restrito, Barra do Garças, MT, Brasil. **Acta Bot. Bras.** **23**(4):1096-1109.
- R Development Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, 2009. URL: <http://www.R-project.org>.

- 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. **Endinburgh Journal of Botany**. **60**(1): 57-109.
- Ribeiro, J.F. & Walter, B.M.T. 2008. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. Pp.151-212. In: Sano, S.M.; Almeida, S.P. & Ribeiro, J.F. (orgs.). **Cerrado: Ambiente e flora**. Brasília. Embrapa.
- Ribeiro, M.N.; Sanchez, M.; Pedroni, F.; Peixoto, K.S. 2012. Fogo e dinâmica da comunidade lenhosa em cerrado sentido restrito, Barra do Garças, Mato Grosso. **Acta Botanica Brasilica** **26**(1): 203-217.
- Rivera, V.L.; Andrade, M.C.; Kalkmann, D.C.; Proença, C.E.B. 2010. As espécies ameaçadas da flora brasileira e o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC): uma abordagem preliminar do caso do bioma Cerrado. In: Diniz, I.R.; Marinho-Filho, J.; Machado, R.B.; Cavalcanti, R.B. 2010. **Cerrado: conhecimento científico quantitativo como subsídio para ações de conservação**. Brasília: Theasurus, 496p.
- Sato, M.N. & Miranda, H.S. 1996. Mortalidade de plantas lenhosas do cerrado *sensu stricto* submetidas a diferentes regimes de queima. Pp.102-111. In: Miranda, H.S.; Saito, C.H. & Dias, B.F.S. (orgs.). **Impactos de queimadas em áreas de cerrado e restinga**. Brasília: UnB-ECL.
- Sato, M.N.; Miranda, H.S. & Maia, J.M.F. 2010. O fogo e o estrato arbóreo do Cerrado: efeitos imediatos e de longo prazo. Pp.93-102. In: Miranda, H.S. (org.) **Efeitos do regime do fogo sobre a estrutura de comunidades de Cerrado**: resultados do projeto fogo. Brasília: Ibama.
- Sanchez, M. & Pedroni, F. Fitofisionomias do Parque Estadual da Serra Azul. In: Venere P.C.; Garutti V. (Eds.). **Peixes do Cerrado- Parque Estadual da Serra Azul- Rio Araguaia, MT**. São Carlos: Rima Editora, FAPEMAT. 2011. p.9-13.
- Silva, D.M.; Loiola, P.P.; Rosatti, N.B.; Silva, I.A.; Cianciaruso, M.V. & Batalha, M.A. 2011. Os efeitos dos regimes de fogo sobre a vegetação de Cerrado no Parque Nacional das Emas, GO: considerações para a conservação da diversidade. **Biodiversidade Brasileira** **1**(2):26-39.
- 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**:536-548.



- Tóthmérész, B. 1995. Comparison of different methods for diversity ordering. **Journal of Vegetation Science** 6:283-290.
- Vale, V.S. Crespilho, R.F. & Schiavini, I. 2009. Análise da regeneração natural em uma comunidade vegetal de Cerrado no Parque Victório Siquierolli, Uberlândia-MG. **Bioscience Journal** 25(1): 131-145.
- Walther, B.A. & Moore, J. 2005. The concepts of bias, precision and accuracy, and their use in testing the performance of species richness estimators, with a literature review of estimator performance. **Ecography** 28:815-829.
- Zar, J.H. 2010. **Biostatistical analysis**. Prentice Hall, New Jersey.

**CAPÍTULO 2 - RELAÇÃO ENTRE VEGETAÇÃO ARBUSTIVO-ARBÓREA E PROPRIEDADES  
EDÁFICAS EM FITOFISIONOMIAS DE CERRADO SENTIDO RESTRITO NO PARQUE  
ESTADUAL DA SERRA AZUL, BARRA DO GARÇAS - MT**

Josias Oliveira dos Santos<sup>1,3</sup>, Eddie Lenza<sup>1</sup>, Leonardo Maracahipes-Santos<sup>1</sup>, Mônica Forsthofer<sup>1</sup>, Regiane Lima Roberto<sup>1</sup>, Amintas N. Rossete<sup>1</sup> e Pedro V. Eisenlohr<sup>1,2</sup>

1. Universidade do Estado de Mato Grosso, *Campus* de Nova Xavantina, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Nova Xavantina, MT, Brasil.
2. Universidade do Estado de Mato Grosso, *Campus* de Alta Floresta, Alta Floresta, MT, Brasil.
3. Author for correspondence: [josias\\_os@hotmail.com](mailto:josias_os@hotmail.com)

**Resumo** – (Relação entre vegetação arbustivo-arbórea e propriedades edáficas em fitofisionomias de Cerrado sentido restrito no Parque Estadual da Serra Azul, Barra do Garças – MT). Estudos mostram que as propriedades dos solos são componentes abióticos que atuam sobre a composição florística, a diversidade de espécies e a estrutura da vegetação em distintas fitofisionomias do Cerrado. Nosso objetivo foi analisar a influência das características químicas e físicas dos solos em dois subtipos de Cerrado sentido restrito sobre as variações na ocorrência e abundância de espécies arbustivo-arbóreas no Parque Estadual da Serra Azul, Barra do Garças – MT. Coletamos 12 amostras de solo compostas em duas parcelas de Cerrado Típico (CT1 e CT2) e duas de Cerrado Ralo (CR1 e CR2). Observamos maior semelhança nas propriedades físico-químicas dos solos dos CR do que entre os CT, o que justifica a riqueza e densidade serem semelhantes no CR e diferentes no CT. As características físicas textura dos solos e teor de MO foram as condições edáficas que mais influenciaram na diferenciação de CT e CR, sendo CT de textura argilosa e com maior teor de MO e CR de textura média e menor MO. Acreditamos que o maior teor de argila e MO nos CT retém maior quantidade de água, refletindo em maior diversidade. Observamos que diferenças físicas no substrato podem refletir na composição de espécies e abundância de indivíduos, sendo importante conservar áreas nativas de Cerrado sob diferentes substratos.

Palavras-chave: Cerrado Típico, Cerrado Ralo, textura do solo, matéria orgânica

**Abstract** – (Relationship between tree-shrub vegetation and edaphic properties in Cerrado *sensu strictu* physiognomies in the Serra Azul State Park, Barra do Garças–MT). Studies show that soil properties are abiotic components that influence floristic composition, species diversity and vegetation structure in different Cerrado physiognomies. Our goal was to analyze the influence that soil chemical and physical characteristics have on the variations of tree-shrub species occurrence and abundance in two Cerrado *sensu strictu* subtypes in the Serra Azul State Park, Barra do Garças – MT. We collected 12 composite soil samples in plot in two Typical Cerrado areas (CT1 e CT2) and in two Sparse Cerrado areas (CR1 e CR2). We observed a higher similarity in the physicochemical properties between the soils of CR than between CT, which justifies the similar richness and density observed between CR, and different between CT. Soil texture and MO contents were the edaphic properties that influenced the distinction between CT and CR the most, with CT presenting a claylike texture and higher MO content, and CR presenting an intermediate texture and lower MO content. We believe that the higher clay and MO contents in the CT retain larger quantities of water, which results in higher diversity. We observed that physical differences in the substrate can affect the species composition and abundance, and conclude that it is important to preserve native Cerrado areas on different types of substrate.

Keywords: Typical Cerrado, Sparse Cerrado, soil texture, organic matter

## Introdução

O Cerrado sentido restrito (*sensu* Ribeiro & Walter 2008) é uma formação savânica dominante no Bioma Cerrado, ocupando aproximadamente 70% de toda sua extensão (Eiten 1994). É caracterizado pela presença de árvores baixas, tortuosas, com ramificações irregulares, retorcidas e dossel descontínuo (Ribeiro & Walter 2008), adaptadas morfológica e fisiologicamente para sobrevivência à seca (Hoffmann & Franco 2003), ao fogo (Hoffmann & Franco 2003, Hoffmann et al. 2012), à deficiência de nutrientes (Gomes & Shepherd 2000) e à toxicidade de alumínio (Haridasan 1987, 2006). De acordo com o grau de cobertura do estrato arbustivo-arbóreo e características edáficas, divide-se em quatro subtipos de vegetação: Cerrado Ralo, Cerrado Típico, Cerrado Denso e Cerrado Rupestre (Ribeiro & Walter 2008). Assim, a distinção entre as quatro fitofisionomias é feita predominantemente com base na estrutura da vegetação, como reflexo das condições edáficas e do histórico da área.

Devido a sua importância, a heterogeneidade da vegetação do Bioma Cerrado é amplamente abordada em trabalhos científicos (Ratter & Dargie 1992, Ratter et al. 2003, Felfili et al. 2004, Silva et al. 2006, Silva et al. 2008). A evidente heterogeneidade em larga e média escalas é determinada por diferentes fatores como a geomorfologia (Motta et al. 2002, Silva et al. 2006, Benites et al. 2007), o clima (Silva et al. 2006) e a proximidade de biomas adjacentes (Oliveira-Filho & Ratter 1995, Méio et al. 2003). Em escala local, os fatores que mais influenciam são a topografia (Ruggiero et al. 2006, Moeslund et al. 2013), a ocorrência de queimadas (Henriques 2005) e as características físico-químicas do solo (Haridasan 2007, Reatto et al. 2008).

Diferentes autores afirmam que o solo é um dos principais condicionantes abióticos da composição florística, da riqueza em espécies e da estrutura da vegetação das distintas fitofisionomias do Cerrado, exercendo assim, forte influência principalmente sobre a densidade arbustivo-arbórea (Haridasan 2007, Reatto et al. 2008, Ribeiro & Walter 2008). Estudos indicam estreita relação entre as características edáficas e a estrutura e a composição florística da vegetação em áreas de Cerrado (Marimon-Junior & Haridasan 2005, Moreno et al. 2008, Abreu et al. 2012), enquanto outros destacam que a variação espacial e temporal no solo é um dos fatores responsáveis pela diversificação das fitofisionomias do bioma (Valente 2006, Haridasan 2007).

As propriedades químicas dos solos como acidez e disponibilidade de potássio, cálcio, magnésio e alumínio podem ser determinantes para a distinção florística e

estrutural de fitofisionomias do Cerrado (Moreno et al. 2008). Esses autores observaram ainda tendência de que em locais com maior acidez estabeleçam-se comunidades compostas por espécies menos exigentes quanto ao teor nutricional. Outros estudos mostram que a textura do solo pode determinar grandes diferenças florísticas e estruturais, mesmo em comunidades adjacentes (Marimon-Junior & Haridasan 2005), e que, devido à preferência por determinadas características, algumas espécies são mais influenciadas fatores edáficos que outras (Campos et al. 2006).

Há ainda estudos que comparam as propriedades físicas e químicas dos solos entre subtipos vegetacionais diferentes, como Cerrado Típico e Rupestre (Abreu et al. 2012), Cerradão e Cerrado Típico (Marimon-Junior & Haridasan 2005), Cerradão e Cerrado sentido restrito (Campos et al. 2006), contudo não foram encontrados estudos que comparem Cerrado Típico e Cerrado Ralo. Como o Cerrado Típico e o Cerrado Ralo são subtipos vegetacionais do Cerrado sentido restrito que não possuem identidade florística definida (Capítulo 1), embora apresentem variações estruturais (Ribeiro & Walter 2008), esse trabalho torna-se importante por analisar a relação causa-efeito entre as propriedades dos solos e algumas propriedades definidoras das fitofisionomias como riqueza e composição de espécies de distintos estratos da vegetação.

Diante do exposto, nosso objetivo foi analisar a relação entre as propriedades físico-químicas do solo e a ocorrência e abundância de espécies arbustivo-arbóreas em subtipos vegetacionais do Cerrado sentido restrito no Parque Estadual da Serra Azul, Barra do Garças – MT.

## **Material e Métodos**

**Área de Estudo:** Realizamos o estudo em dois sítios de Cerrado Típico (CT) e dois de Cerrado Ralo (CR) no Parque Estadual da Serra Azul (PESA), Unidade de Conservação de proteção integral localizada no Município de Barra do Garças – Mato Grosso, região do Vale do Rio Araguaia, sob coordenadas 15°51'S e 51°16'W. O Parque apresenta área total de 11.002 ha, distribuídos entre diversas fitofisionomias do bioma Cerrado como Matas de Galeria e Florestas Semidecíduas, Veredas e Cerrado sentido restrito, incluindo os subtipos Cerrado Rupestre, Cerrado Típico e Ralo (FEMA 2002).

O clima da região é caracterizado por duas estações bem definidas, uma chuvosa, de outubro a abril e a outra seca, de maio a setembro (Pirani et al. 2009). A precipitação média é em torno de 1.500 mm e a temperatura média de 25,5°C (Pirani et

al. 2009). Os solos são geralmente rasos, predominantemente litólicos e distróficos com formações de arenito, com ocorrência de Latossolo e Gleissolo em áreas planas e a altitude varia entre 350 e 700 m (FEMA 2002).

**Coleta de dados:** Coletamos os dados em parcelas dos módulos RAPELD da Rede COMCERRADO no Parque Estadual da Serra Azul, Barra do Garças – Mato Grosso. As parcelas possuem 40 m de largura e 250 de comprimento, totalizando 1 ha cada. Para a caracterização edáfica, coletamos em cada parcela três amostras compostas em quatro profundidades (0-5 cm; 5-10 cm; 10-20 cm; 20-30 cm). Para compor as amostras repetimos as coletas ao longo da parcela nas distâncias 0, 50, 100, 150, 200 e 250 m (Figura 1).

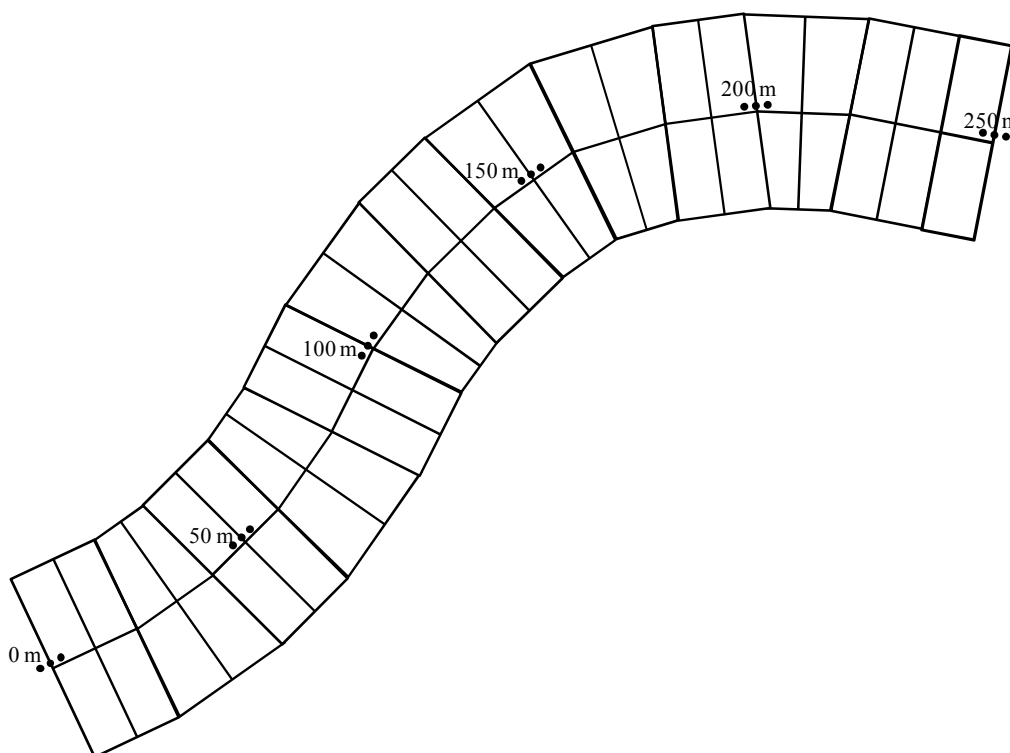


Figura 1. Esquema representando o local de coleta de solos nas parcelas em um dos sítios amostrados no Parque Estadual da Serra Azul. ● pontos de coletas.

Enviamos as amostras para análises em laboratório, onde foram determinadas as seguintes características físicas e químicas do solo: teores de argila, silte e areia, matéria orgânica (MO), pH em água e em  $\text{HCl}_2$ , saturação por meio de K, Ca, Mg, Al e H, Capacidade de Troca Catiônica (CTC) e soma de bases. Calculamos a concentração de

N total a partir do cálculo  $N = MO/40$ , conforme descrito em Bezerra (2006), totalizando 14 variáveis edáficas.

Utilizamos os dados florísticos descritos no Capítulo 1, onde foi observada alta similaridade florística entre as quatro áreas, embora a riqueza em espécies e a densidade dos indivíduos arbustivo-arbóreos apresentaram valores, em geral, mais altos para as duas áreas de Cerrado Típico em relação às duas áreas de Cerrado Ralo. Utilizamos apenas os indivíduos com diâmetro a 30 cm do solo ( $D_{30} \geq 5$  cm, considerando que os indivíduos do estrato regenerante ainda não passaram pelo processo de sobrevivência as condições locais.

**Análise dos dados:** Classificamos os solos quanto à saturação por bases, acidez, grupamento textural e caráter álico com base no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006). Para comparar cada variável edáfica entre as quatro parcelas utilizamos ANOVA (Zar, 2010). Os pressupostos de normalidade e homocedasticidade foram testados, como algumas variáveis não apresentaram homogeneidade de variâncias, utilizamos para esta a ANOVA com teste F de Welch para variâncias desiguais (Zar, 2010). O teste *a posteriori* de Tukey (Zar, 2010) foi utilizado para verificarmos a significância das variações nos dados. Essa análise foi realizado no PAST (*Paleontological STatistics software package for education and data analysis*) versão 2.15 (Hammer *et al.*, 2001). O nível de significância adotado foi de 5% ( $\alpha = 0,05$ ).

Utilizamos a Análise de Componentes Principais - PCA (Felfili *et al.* 2011) para reduzir o número de variáveis edáficas, conforme sugerido por Eisenlohr (2013). A fim de verificar a variação do solo em cada parcela, utilizamos na PCA as quatro profundidades de cada sítio como unidades amostrais, sendo as profundidades numeradas em ordem crescente de 1 (mais próxima à superfície) a 4 (mais profunda). As variáveis selecionadas foram areia, argila, silte, MO, saturação de base e saturação por Mg, H e Al. Realizamos uma segunda PCA com as variáveis selecionadas e as parcelas para ordenar os sítios de acordo com suas propriedades edáficas.

Para ordenar as variáveis edáficas e a vegetação das quatro parcelas realizamos Análise de Correspondência Canônica - CCA (Felfili *et al.* 2011) utilizando na matriz primária as espécies que apresentaram cinco ou mais indivíduos e na matriz secundária as variáveis edáficas selecionadas pela PCA, considerando como significativa apenas



valores de correlação igual ou superior a 80%. Todas as análises de ordenação foram realizadas no programa PC-Ord, versão 6.07 (McCune & Mefford 2011).

## Resultados

A saturação de bases nos solos dos CT e CR foi baixa (entre 6,2 e 15,2%), sendo os solos classificados como hiperdistróficos. O pH ativo (pH em água) dos solos também foi baixo nas quatro áreas ( $\leq 5$ ), embora tenha sido menor no CT2 ( $H= 29,25$ ;  $p < 0,001$ ) em relação às três outras áreas (Tabela 1). Assim, os solos do CT1 e dos CR foram classificados como de acidez muito forte e do CT2 como de acidez muito forte a extrema. Quanto ao grupamento textural, os solos dos CT foram caracterizados como de textura argilosa enquanto aqueles dos CR apresentaram textura média. A concentração de areia ( $H= 43,21$ ;  $p < 0,001$ ) foi maior nos CR, enquanto argila ( $F_{(44, 3)}=197,4$ ;  $p < 0,001$ ) e silte ( $F$  de Welch $_{(23,2 3)}= 325,2$ ;  $p < 0,001$ ) apresentaram maiores concentrações nos CT.

Observamos tendência de gradiente em termos de matéria orgânica (consequentemente nitrogênio) ( $F$  de Welch $_{(3, 23,28)}= 167,9$ ;  $p < 0,001$ ), CTC ( $F$  de Welch $_{(3, 22,81)}= 175,4$ ;  $p < 0,001$ ) e H ( $F$  de Welch $_{(3, 22,7)}= 158,7$ ;  $p < 0,001$ ) com valores mais altos observados no CT1, intermediários no CT2 e mais baixos (mas similares entre si) nos CR (Tabela 1). O CT1 apresentou também maiores valores de Ca ( $F$  de Welch $_{(3, 22,29)}= 24,87$ ;  $p < 0,001$ ), Mg ( $F$  de Welch $_{(3, 23,79)}= 28,48$ ;  $p < 0,001$ ), K ( $F_{(3, 44)}=59,08$ ;  $p < 0,001$ ) e saturação de bases ( $F_{(3, 44)}= 23,02$ ;  $p < 0,001$ ) quando comparado ao CT2, CR1 e CR2, evidenciando maior riqueza nutricional do solo no CT1 em relação aos três outros cerrados (Tabela 1).

A saturação por alumínio ( $F_{(3, 44)}= 44,59$ ;  $p < 0,001$ ) foi mais alta no CT2, seguida por valores intermediários e significativamente iguais no CR1 e CR2 e mais baixos no CT1, sendo os três primeiros classificados como solos álicos e CT1 como não-álico. Desse modo, apesar dos dois CT terem sido classificadas no mesmo subtipo de Cerrado, elas estão sobre solos com distintos níveis de fertilidade e acidez. Por outro lado, os CR se desenvolvem sobre solos com propriedades edáficas semelhantes em todos os aspectos físicos e químicos analisados.

Tabela 1 – Propriedades químicas e físicas dos solos de duas parcelas de Cerrado Típico (CT1 e CT2) e duas de Cerrado Ralo (CR1 e CR2) no Parque Estadual da Serra Azul, Barra do Garças – MT. Média  $\pm$  Desvio Padrão. Letras iguais representam valores iguais.

	CT1	CT2	CR1	CR2
pH (CaCl <sub>2</sub> )	4,2 $\pm$ 0,1 <sup>a</sup>	3,8 $\pm$ 0,1 <sup>b</sup>	4,2 $\pm$ 0,1 <sup>a</sup>	4,1 $\pm$ 0,1 <sup>a</sup>
pH (H <sub>2</sub> O)	5,0 $\pm$ 0,1 <sup>a</sup>	4,5 $\pm$ 0,1 <sup>b</sup>	4,9 $\pm$ 0,1 <sup>a</sup>	4,8 $\pm$ 0,1 <sup>a</sup>
MO (g.dm <sup>-3</sup> )	49,1 $\pm$ 5,7 <sup>a</sup>	31,3 $\pm$ 2,9 <sup>b</sup>	17,8 $\pm$ 1,8 <sup>c</sup>	17,6 $\pm$ 1,6 <sup>c</sup>
N (40%) (g.dm <sup>-3</sup> )	19,6 $\pm$ 2,3 <sup>a</sup>	12,5 $\pm$ 1,2 <sup>b</sup>	7,1 $\pm$ 0,7 <sup>c</sup>	7,0 $\pm$ 0,7 <sup>c</sup>
Areia (%)	47,5 $\pm$ 1,8	53,4 $\pm$ 2,9	72,2 $\pm$ 2,3	60,8 $\pm$ 2,9
Argila (%)	40,3 $\pm$ 1,5	35,1 $\pm$ 2,5	21,6 $\pm$ 1,8	29,6 $\pm$ 2,0
Silte (%)	12,2 $\pm$ 0,3	11,5 $\pm$ 0,5	6,2 $\pm$ 0,6	9,6 $\pm$ 1,1
CTC (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	11,3 $\pm$ 1,1 <sup>a</sup>	7,6 $\pm$ 0,6 <sup>b</sup>	4,9 $\pm$ 0,3 <sup>c</sup>	4,8 $\pm$ 0,3 <sup>c</sup>
Saturação por Al (m%)	33,2 $\pm$ 8,0 <sup>a</sup>	72,5 $\pm$ 6,4 <sup>b</sup>	50,8 $\pm$ 10,1 <sup>c</sup>	56,3 $\pm$ 8,7 <sup>c</sup>
Ca (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	0,9 $\pm$ 0,3 <sup>a</sup>	0,2 $\pm$ 0,1 <sup>b</sup>	0,3 $\pm$ 0,1 <sup>b</sup>	0,2 $\pm$ 0,1 <sup>b</sup>
Mg (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	0,4 $\pm$ 0,0 <sup>a</sup>	0,1 $\pm$ 0,0 <sup>b</sup>	0,1 $\pm$ 0,0 <sup>b</sup>	0,1 $\pm$ 0,0 <sup>b</sup>
K (mg.dm <sup>-3</sup> )	3,7 $\pm$ 0,4 <sup>a</sup>	1,6 $\pm$ 0,2 <sup>b</sup>	3,2 $\pm$ 0,5 <sup>c</sup>	2,9 $\pm$ 0,4 <sup>c</sup>
H (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	8,7 $\pm$ 0,9 <sup>a</sup>	5,8 $\pm$ 0,5 <sup>b</sup>	3,5 $\pm$ 0,2 <sup>c</sup>	3,5 $\pm$ 0,2 <sup>c</sup>
Saturação de Bases (V%)	15,2 $\pm$ 3,0 <sup>a</sup>	6,2 $\pm$ 1,2 <sup>b</sup>	13,6 $\pm$ 3,2 <sup>ac</sup>	11,8 $\pm$ 2,5 <sup>c</sup>

A PCA separou as parcelas de CT e CR pelo eixo 1 (autovalor 4,78). As parcelas de CT foram separadas das demais em função da maior concentração de argila, silte e MO, enquanto as parcelas de CR diferenciaram em função da maior concentração de areia, sugerindo gradiente textural e de disponibilidade de nitrogênio, inferido a partir da concentração de MO (Figura 1). O eixo 2 da PCA (autovalor 2,89) mostrou um gradiente de fertilidade e acidez, estando o CT2, em um extremo, associado a altos teores de alumínio e baixos valores de Mg e saturação de bases, os sítios de CR em posição intermediária e o CT1 em condições de menores teores de alumínio e maior de saturação de bases e Mg (Figura 1). Essas características separaram os sítios de Cerrado Típico, indicando característica edáficas estatisticamente diferentes entre eles.

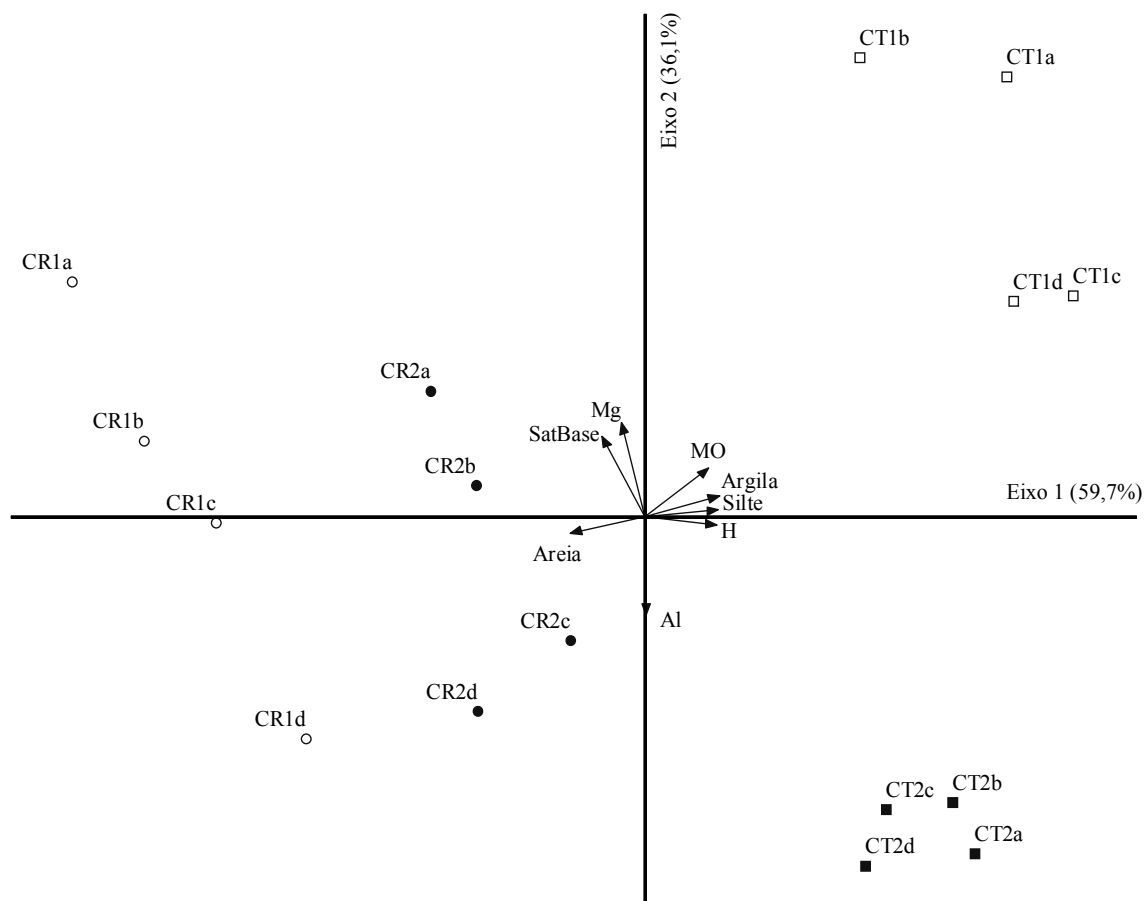


Figura 1. PCA com base nas propriedades físico-químicas dos solos para duas parcelas de Cerrado Típico (CT1 e CT2) e duas de Cerrado Ralo (CR1 e CR2), amostrada no Parque Estadual da Serra Azul, Barra do Garças - MT. As letras minúsculas representam as diferentes profundidades do solo (a= 0 a 5 cm ; b= 5 a 10 cm; c= 10 a 20 cm; d= 20 a 30 cm)..

O eixo 1 da CCA (autovalor 0,22), que foi o único significativo ( $p=0,001$ ), explicou 51,2% da variação florística observada (Figura 2). A maioria das espécies se relacionou positivamente com MO e argila, enquanto um menor número de espécies mostrou associação com areia (Figura 2). Os valores de correlação entre as variáveis edáficas e o eixo 1 da CCA são apresentados na tabela 2, indicando qual a importância de cada variável para o eixo. Apenas variáveis físicas apresentaram valores superiores a 80%, nível de corte especificado.

Tabela 2. Correlações entre as propriedades físico-químicas dos solos e o primeiro eixo da CCA para duas parcelas de Cerrado Típico e duas de Cerrado Ralo amostradas no Parque Estadual da Serra Azul, Barra do Garças – MT.

Variável	Eixo 1
Matéria Orgânica	<b>-0,99</b>
Argila	<b>-0,91</b>
Areia	<b>0,88</b>
Silte	-0,79
H	-0,69
Al	0,67
Saturação de bases	-0,47
Mg	-0,22

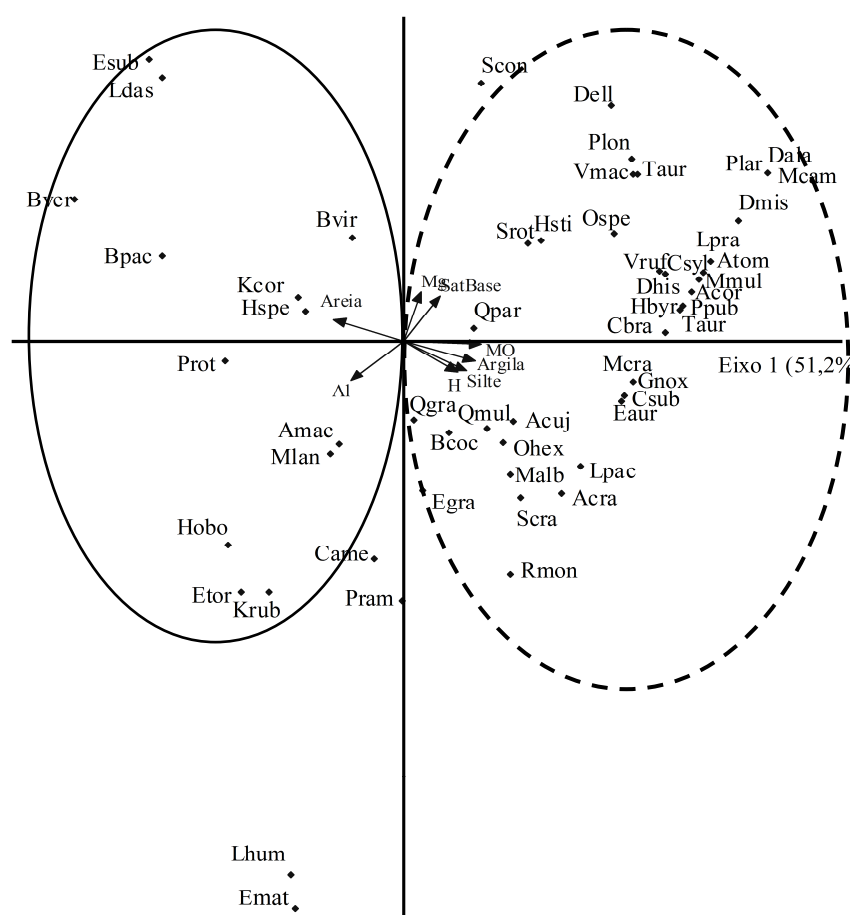


Figura 2. CCA baseada na densidade de 56 espécies e propriedades físico-químicas dos solos para parcelas de Cerrado Típico (CT) e duas de Cerrado Ralo (CR), amostrada no Parque Estadual da Serra Azul, Barra do Garças - MT. Grupos formados pelas espécies mais representativas nas parcelas de CR (—) e CT (- -).

## Discussão

Nossos resultados indicaram solos ácidos, fertilidade baixa e alto teor de alumínio para os sítios de Cerrado Ralo e Cerrado Típico. Estudos anteriores com fitofisionomias de Cerrado mostraram que formações savânicas se desenvolvem sobre solos com baixo valor de pH, baixa saturação por bases, baixo nível de nutrientes como Ca e Mg e alta saturação por Al (Haridasan 1987, 1992), sendo mais uma vez confirmado no presente estudo.

O solos dos sítios de Cerrado Ralo apresentaram menor disponibilidade nutricional que os sítios de Cerrado Típico, além de textura média e maior homogeneidade entre si, enquanto os sítios de Cerrado Típico apresentaram textura argilosa e maior heterogeneidade entre si. A maior semelhança dos substratos entre os sítios de Cerrado Ralo do que entre os sítios de Cerrado Típico justifica a riqueza em espécies e a densidade de indivíduos serem semelhantes entre os sítios de CR1 e CR2 e diferentes entre CT1 e CT2 (Capítulo 1).

Apesar das diferenças estatísticas observadas entre as características edáficas, apenas variáveis físicas (MO, argila e areia) apresentaram correlação com a vegetação. Esse resultados sugerem que a vegetação dos dois tipos vegetacionais aqui analisados, não responde a pequenas variações na maioria das propriedades físico-químicas dos solos e que apenas poucas propriedades edáficas são definidoras dos dois tipos vegetacionais.

Acreditamos que os solos do Cerrado Típico, devido à textura argilosa, tenham maior capacidade de retenção de água, suprimindo de maneira mais eficiente a necessidade das plantas durante o processo de acúmulo de biomassa (Marimon-Junior & Haridasan 2005, Walter et al. 2008, Brady & Weil 2013). Maior retenção de água proporcionaria também uma maior fertilidade ativa, uma vez que a dinâmica e absorção dos nutrientes no solo depende da quantidade de água disponível, conforme observado por Marimon-Junior & Haridasan (2005). Por outro lado, os solos do Cerrado Ralo, com textura média, seriam menos eficiente na retenção de água devido a maior concentração de areia no solo.

Assim como a textura do solo, a quantidade de matéria orgânica no solo exerce efeito sobre a vegetação arbórea (Motta et al. 2002, Brady & Weil 2013). Segundo Brady & Weil (2013), solos que apresentam alto teor de matéria orgânica, além de possuírem maior capacidade de retenção de água, criam condições que favorecem o crescimento de plantas com maior porte. O aumento no teor de matéria orgânica

melhora a agregação do solo, a capacidade de retenção de água, porosidade total e reduz a densidade e grau de compactação (Leroy et al. 2008), facilitando o movimento da água e do ar no solo e, conseqüentemente, diminui a sua resistência para penetração das raízes (Motta et al. 2002).

A diferença na densidade da vegetação do Cerrado sentido restrito no PESA podem ser, em parte, justificada pelas propriedades físicas dos solos. Solos mais argilosos e orgânicos encontrados nos sítios de Cerrado Típico diferiram daqueles com maior teor de areia e menor de matéria orgânica nos sítios de Cerrado Ralo. A diferença entre os dois sítios de Cerrado Típico pode estar ligada a maior concentração de matéria orgânica no CT1 ou ainda por variáveis não mensuradas como profundidade do lençol freático e inclinação do terreno.

Desse modo, acreditamos que a textura do solo e o maior teor de matéria orgânica agem conjuntamente determinando maiores densidades nas parcelas de Cerrado Típico, especialmente no CT1, que possui maior valor de matéria orgânica. Sugerimos também que uma vegetação mais densa garante maior entrada de matéria orgânica, mantendo a disponibilidade de nutrientes e CTC no solo.

Nas últimas décadas, áreas nativas de Cerrado são frequentemente queimadas e transformadas em pastagens (MMA 2011). O uso freqüente do solo leva a mudanças negativas nas características do solo, principalmente físicas, reduzindo a qualidade do solo (Araújo et al. 2007, Bono et al. 2013). Mudanças nas características físicas do solo podem aumentar a sua resistência através da compactação, reduzindo conseqüentemente a capacidade de armazenamento de água (Araújo et al. 2007). Considerando os resultados do presente estudo, nota-se que diferenças nas propriedades físico-químicas dos solos podem refletir em menor diversidade de espécies e abundância de indivíduos, diminuindo o estoque de biomassa da vegetação arbórea. Isso resultaria em conseqüências negativas para a manutenção da riqueza e composição de espécies e do estoque de carbono de áreas nativas de Cerrado, destacando assim a importância de conservar áreas nativas de Cerrado sob diferentes substratos.

## Referências Bibliográficas

- Abreu MA, Pinto JRR, Maracahipes L, Gomes L, Oliveira EA, Marimon BS, Marimon Junior BH, Farias J, Lenza E. 2012. Influence of edaphic variables on the floristic composition and structure of the tree-shrub vegetation in typical and rocky outcrop cerrado areas in Serra Negra, Goiás State, Brazil. *Brazilian Journal of Botany* 35:259-272.
- Araújo R, Goedert WJ, Lacerda MPC. 2007. Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob cerrado nativo R. Bras. Ci. Solo 31:1099-1108.
- Benites VM, Schaefer CEGR, Simas FNB, Santos HG. 2007. Soils associated with rock outcrops in the Brazilian mountain ranges Mantiqueira and Espinhaço. *Revista Brasileira de Botânica* 30:569-577.
- Bezerra JF. 2006. Solo: Substrato da vida. Embrapa Recursos Genético e Biotecnologia, Brasília, DF. Editora Embrapa, Brasília.
- Bono JAM, Macedo MCM, Tormena CA. 2013. Qualidade física do solo em um latossolo vermelho da região sudoeste dos cerrados sob diferentes sistemas de uso e manejo R. Bras. Ci. Solo 37:743-753.
- Brady NC, Weil RR. 2013. Elementos da Natureza e Propriedade dos Solos. 3 a ed., Bookman, Livraria Freitas Bastos, Porto Alegre, p.685.
- Campos EP, Duarte TG, Neri AV, Silva AF, Meira-Neto FAA, Valente GE. 2006. Composição florística de um trecho de cerradão e cerrado sensu stricto e sua relação com o solo na Floresta Nacional (FLONA) de Paraopeba, MG, Brasil. *Revista Árvore* 30:471-479.
- Eisenlohr, PV. 2013. Challenges in data analysis: pitfalls and suggestions for a statistical routine in Vegetation Ecology. *Brazilian Journal of Botany* 36(1):83-87.
- Eiten G. 1994. Vegetação do Cerrado. In Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas (Pinto MN. eds.). Universidade de Brasília-SEMATEC, Brasília, p.9-65.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. 2006. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2 a ed. Rio de Janeiro, p.306.
- Felfili JM, Carvalho FA, Libano AM, Venturoli F, Pereira BAS, Machado ELM. 2011. Análise multivariada: princípios e métodos em estudos de vegetação. In: Felfili

- JM, Eisenlohr PV, Melo MMRF, Andrade LA, Meira-Neto JAA. Fitossociologia no Brasil: Métodos e estudos de casos. Universidade Federal de Viçosa. Pp.122-155.
- Felfili JM, Silva-Júnior MC, Sevilha AC, Fagg CW, Walter BMT, Nogueira PE, Rezende AV. 2004. Diversity, floristic and structural patterns of cerrado vegetation in Central Brasil. *Plant Ecology* 175:37-46.
- Fundação Estadual do Meio Ambiente. 2002. Diagnóstico Ambiental Parque Estadual da Serra Azul. Coordenadoria de Unidades de Conservação/ FEMA, FNMA, Cuiabá-MT.
- Gomes MAN, Shepherd SLK. 2000. Estudo de nutrição mineral in vitro relacionado à adaptação de *Sinningia allagophylla* (Martius) Wiehler (Gesneriaceae) às condições de cerrado. *Revista Brasileira de Botânica* 23:153-159.
- Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD. 2001. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Paleontologica Electronica*, 4:9.
- Haridasan M. 2007. Solos. In: Felfili, JM, Rezende AV, Silva-Júnior MC (eds.). *Biogeografia do bioma Cerrado: vegetação e solos da Chapada dos Veadeiros*. Editora da Universidade de Brasília: Finatec, p. 27-43.
- Haridasan, M. 1987. Distribution and mineral nutrition of aluminium accumulating species in different plant communities of the cerrado region of central Brazil. In: San-José, Montes (eds). *La Capacidad Bioproductiva de Sabanas*, IVIC, p. 309-48.
- Haridasan, M. 1992. Observations on soils, foliar nutrient concentration and floristic composition of cerrado sensu stricto and cerradão communities in central Brazil. In: Furley PA, Proctor J, Ratter JA (eds.). *Nature and Dynamics of Forest-Savanna Boundaries*. London, Chapman & Hall Publishing.
- Haridasan, M. 2006. Alumínio é um elemento tóxico para as plantas nativas do Cerrado? In: Prado CHBA, Casali CA. *Fisiologia Vegetal: práticas em relações hídricas, fotossíntese e nutrição mineral*. Barueri, editora Manole, 2006. ISBN: 85.204.1553-9. [www.manole.com.br/fisiologiavegetal](http://www.manole.com.br/fisiologiavegetal).
- Henriques RPB. 2005. Influência da história, solo e fogo na distribuição e dinâmica das fitofisionomias no bioma Cerrado. In: Scariot A, Sousa-Silva JC, Felfili JM (eds). *Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF, p.75-92



- Hoffmann WA, Franco AC. 2003. Comparative growth analysis of tropical forest and savanna woody plants using phylogenetically independent contrasts. *Journal of Ecology* 91:475–484.
- Hoffmann WA, Geiger EL, Gotsch SG, Rossatto DR, Silva LCR, Lau OL, Haridasan M, Franco AC. 2012. Ecological thresholds at the savanna-forest boundary: how plant traits, resources and fire govern the distribution of tropical biomes. *Ecology Letters* 15:759-768.
- Leroy BLM, Herath HMSK, Sleutel S, De Neve S, Gabriels D, Reheul D, Moens M. 2008. The quality of exogenous organic matter: short-term effects on soil physical properties and soil organic matter fractions. *Soil Use Manage* 24:139-147.
- Marimon-Junior BH, Haridasan M, 2005. Comparação da vegetação arbórea e características edáficas de um cerradão e um cerrado sensu stricto em áreas adjacentes sobre solo distrófico no leste de Mato Grosso, Brasil. *Acta bot. bras.* 19: 913-926.
- McCune B, Mefford MJ. 2011. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. version 6.07. Gleneden Beach, MjM Software.
- Méio BB, Freitas CV, Jatobá L, Silva MEF, Ribeiro JF, Raimundo E, Henriques PB. 2003. Influência da flora das florestas Amazônica e Atlântica na vegetação do cerrado sensu stricto. *Revista Brasil. Bot.* 26:437-444.
- Ministério do Meio Ambiente. 2011. Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas: Cerrado. Brasília: MMA.
- Moeslund JE, Arge L, Bøcher PK, Dalgaard T, Svenning JC. 2013. Topography as a driver of local terrestrial vascular plant diversity patterns. *Nordic Journal of Botany* 31:129–144.
- Moreno MIC, Schiavini I, Haridasan M. 2008. Fatores edáficos influenciando na estrutura de fitofisionomias do Cerrado. *Caminhos de Geografia* 9:173-194.
- Motta PEF, Carvalho-Filho A, Ker JC, Pereira NR, Carvalho JW, Blancaneaux P. 2002. Relações solo-superfície geomórfica e evolução da paisagem em uma área do Planalto Central Brasileiro. *Pesq. Agropec. Bras.*, 37:869-878.
- Oliveira-Filho AT, Ratter JA. 1995. A study of the origin of Central Brazilian forests by the analysis of plant species distribution patterns. *Edinb. J. Bot* 52:141-194.

- Pirani FR, Sanchez M, Pedroni F. 2009. Fenologia de uma comunidade arbórea em cerrado sentido restrito, Barra do Garças, MT, Brasil. *Acta Bot. Bras.* 23:1096-1109.
- Ratter JA, Bridgewater S, Ribeiro JF. 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.
- Ratter JA, Dargie TCD. 1992. An analysis of the floristic composition of 26 cerrado areas in Brazil. *Edinburgh Journal of Botany* 49:235-250.
- Reatto A, Correia JR, Spera ST 2008. Solos do Bioma do Cerrado: aspectos pedológicos. In: Sano SM, Almeida SP, Ribeiro JF (eds). *Cerrado: Ambiente e flora*. Brasília. Embrapa, p.107-149.
- Ribeiro JF, Walter BMT. 2008. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. In: Sano SM, Almeida SP, Ribeiro JF (eds). *Cerrado: Ambiente e flora*. Brasília. Embrapa, p.151-212.
- Ruggiero PGC, Pivello VR, Sparovek G, Teramoto E, Pires-Neto AG. 2006. Relação entre solo, vegetação e topografia em área de cerrado (Parque Estadual de Vassununga, SP): como se expressa em mapeamentos? *Acta bot. bras.* 20:383-394.
- Silva HG, Figueiredo N, Andrade GV. 2008. Estrutura da vegetação de um cerradão e a heterogeneidade regional do cerrado no Maranhão, Brasil. *R. Árvore* 32:921-930.
- Silva JF, Fariñas MR, Felfili JM, Klink CA. 2006. Spatial heterogeneity, land use and conservation in the cerrado region of Brazil. *Journal of Biogeography* 33:536-548.
- Valente CR. 2006. Caracterização geral e composição florística do Cerrado. In: Guimarães LD, Silva MAD, Anacleto TC (eds). *Natura Viva: Cerrado*. Ed. UCG, p.19-44.
- Walter BMT. 2006. Fitofisionomias do bioma Cerrado: síntese terminológica e relações florísticas. Tese de doutorado. Universidade de Brasília, Brasília.
- Zar JH. 2010. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, New Jersey.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Notamos na presente dissertação alta semelhança florística entre subtipos de Cerrado sentido restrito, sugerindo que o Cerrado Ralo compõe parte da vegetação do Cerrado Típico. Acreditamos que a proximidade geográfica influencia nesse alto compartilhamento de espécies. Por outro lado, a densidade no Cerrado Típico foi maior em relação ao Cerrado Ralo, sendo explicado parcialmente pelo maior teor de matéria orgânica e menor de areia no Cerrado Típico, caracterizando textura argilosa. Outros fatores não mensurados, como profundidade do lençol freático e declividade podem estar contribuindo para maiores abundâncias.

As informações obtidas na presente dissertação poderão ser úteis no processo de tomada de decisões que visem à conservação da biodiversidade. O conhecimento sobre as fitofisionomias do Cerrado, bem como os fatores que ditam a distribuição das espécies, facilitará na escolha de áreas de prioritárias para a conservação. Além disso, estudos fitossociológicos em escala local poderão servir de suporte para estudos maiores que contemplem a diversidade e a distribuição das espécies ao longo do bioma Cerrado. Estudos posteriores levando em conta a declividade do terreno e a profundidade do lençol freático poderão fornecer respostas com maior poder de explicação sobre os fatores que determinam a ocorrência e abundância das espécies em fitofisionomias do Cerrado.

## APÊNDICE

Normas gerais das revistas científicas utilizadas para redação e formatação dos capítulos em forma de artigos que compõe a presente dissertação:

O capítulo 1 será submetido à revista científica “Acta Botanica Brasilica”, cujas normas para redação estão disponíveis no seguinte endereço eletrônico: <http://www.scielo.br/revistas/abb/pinstruc.htm>.

O capítulo 2 será submetido à revista científica “Brazilian Journal of Botany”, cujas normas para redação estão disponíveis no seguinte endereço eletrônico: <http://www.scielo.br/revistas/rbb/iinstruc.htm>.