

**ESTADO DE MATO GROSSO
SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO**

**FLORA LENHOSA DE FORMAÇÕES SAVÂNICAS DE CERRADO
SOBRE DOIS SUBSTRATOS NO LESTE MATO-GROSSENSE E
CORRELAÇÕES COM AMBIENTE E ESPAÇO**

ANA CLARA ABADIA RODRIGUES DE SOUSA



**Nova Xavantina-MT
Fevereiro de 2016**

**FLORA LENHOSA DE FORMAÇÕES SAVÂNICAS DE CERRADO
SOBRE DOIS SUBSTRATOS NO LESTE MATO-GROSSENSE E
CORRELAÇÕES COM AMBIENTE E ESPAÇO**

ANA CLARA ABADIA RODRIGUES DE SOUSA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação da Universidade do Estado de Mato Grosso, *Campus* de Nova Xavantina, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestra.

Orientador: Dr. Eddie Lenza de Oliveira
Coorientador: Dr. Henrique Augusto Mews

**Nova Xavantina-MT
Fevereiro de 2016**

S7191Sousa,Ana Clara Abadia Rodrigues de (1990 -).

Flora lenhosa de formações savânicas de Cerrado sobre dois substratos no Leste Mato-grossense e correlações com ambiente e espaço./Ana Clara Abadia Rodrigues de Sousa. Nova Xavantina: [s.n], 2016.

50 f.:il.

Orientador:Eddie Lenza de Oliveira

Coorientador: Henrique Augusto Mews

Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) - Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT.Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, 2016.

1. Composição florística. 2. Espécies savânicas.3.Influências ambientais.4. Cerrado Mato-Grossense.I. Título.

CDU –581 (817.2)

Bibliotecária: Thais Caroline Souza Silva – CRB 1/2921

Aos meus pais, Irene Abadia &
Ederly José (*in memoriam*).

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Eddie Lenza e ao Prof. Dr. Henrique Mews pela confiança, amizade, dedicação e paciência. Obrigada pela grande contribuição na minha formação profissional e pessoal.

Aos amigos e “colegas de trabalho” do LECOT: Leonardo Maracahipes, Nadjarriny, Josias, Hélio, Keila e Joana, pela contribuição na realização dessa dissertação. Ao Dr. Thiago Bernardi pelo auxílio nas análises numéricas e em muitas outras coisas.

Aos amigos que conquistei em Nova Xavantina: Ana Carla, Daiana, Eduardo (Ratinho), Everton, Fagner, Letícia, Leonardo, Nadjarriny, Jefferson e Pablo pelas discussões ecológicas, pelas festas e pela disponibilidade de “socializar”.

Ao Prof. Dr. Dilermando Lima e a pesquisador Dr. Divino Silvério por aceitarem participar da banca avaliadora do Exame de Qualificação.

Aos especialistas Carolyn E. B. Proença e Jair Eustáquio Q. de Faria Júnior pelo auxílio na identificação das plantas.

Aos meus amados pais sou eternamente grata pelo apoio em todas as minhas escolhas! Aos meus queridos irmãos, que não mediram esforços para me apoiar e me incentivar, mesmo que eu estivesse ausente nos momentos difíceis.

Aos amigos mais que especiais pelo apoio constante. Em especial: Alex Lira, Sanderson, Priscilla, Vanessa, Thata e Gabrielle.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, campus de Nova Xavantina pela oportunidade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho. Obrigada!

Sumário

Capítulo 1. Savanas sobre dois substratos diferentes no Brasil possuem diversidade de espécies semelhante, mas composição florística e características edáficas distintas	1
Resumo.....	1
Abstract.	1
Introdução	2
Material e Métodos	4
Área de estudo.....	4
Coleta de dados.	5
Análise de dados.....	6
Resultados	7
Discussão.....	11
Referências Bibliográficas	14
Capítulo 2. Efeitos das características do solo e da variabilidade espacial sobre a composição florística de savanas sobre substratos distintos no leste mato-grossense, Brasil.....	18
Resumo.	18
Abstract.	18
Introdução	19
Material e Métodos	20
Área de estudo.....	20
Coleta de dados.	21
Análise de dados.....	22
Resultados	23
Discussão.....	27
Referências bibliográficas	29
Apêndices	36

Resumo. (Savanas sobre dois substratos diferentes no Brasil possuem diversidade de espécies semelhante, mas composição florística e características edáficas distintas). Na América do Sul, a maior área de savana tropical é constituída pelo Cerrado, o qual abrange grande variação ambiental, com distintos tipos de solo, geologia, geomorfologia e clima, assim como diferentes tipos vegetacionais. Savanas sobre relevo plano e solos profundos (Cerrado Típico - CT) e sobre relevo íngreme e solos rasos com presença de afloramentos rochosos (Cerrado Rupestre - CR) diferem largamente quanto ao substrato, número de plantas do estrato arbustivo-arbóreo e espaço que ocupam no bioma. Nós comparamos aqui a composição florística e a diversidade desse estrato bem como as propriedades dos solos entre CT e CR. Mostramos que apesar das menores abundâncias de indivíduos da flora lenhosa e da limitação física imposta pelos afloramentos rochosos ao desenvolvimento das plantas, o Cerrado Rupestre possui diversidade de espécies semelhante ao Cerrado Típico. Além disso, apresentamos evidências de maior heterogeneidade na composição florística e nas variáveis edáficas no CR em relação ao CT. Concluimos que as maiores variações de substrato no CR possibilitam a existência de grande riqueza de espécies e explicam a semelhança na diversidade de espécies entre esses ambientes.

Palavras-chave: Savana Neotropical, Afloramentos rochosos, Solo, Heterogeneidade ambiental.

Abstract. (Savannas on two different substrates in Brazil have a similar species diversity, but distinct edaphic conditions and species composition). In South America, the largest area of tropical savanna is the Brazilian Cerrado, which encompasses a considerable range of environmental variation, with different types of soil, geology, geomorphology, and climate, as well as distinct types of vegetation. These savannas include two types of vegetation, one located on flat terrain with deep soils (Typical Cerrado, or TC) and the other on hilly slopes, with relatively shallow soils interspersed with rocky outcrops (Rocky Cerrado, or RC), which differ broadly in terms of their substrate, density of shrubs and trees, and their proportion of the biome. We compared

¹ Submeteremos este artigo na revista científica Flora.

the species composition and diversity of the shrubby-arboreal strata of the TC and RC, as well as the properties of their soils. We found that, despite the reduced abundance of woody plants in the RC, and the physical limitations on plant development imposed by the rocky outcrops found in this environment, the Rocky Cerrado is characterized by similar species diversity to that found in the Typical Cerrado. We also present evidence of greater heterogeneity in the species composition and edaphic characteristics of the RC in comparison with the TC. We conclude that the greater variation in the substrate of the RC provides the potential for increased species richness, and accounts for the similarity in the species diversity between the two environments.

Key words: Neotropical savanna, rocky outcrops, Soil, environmental heterogeneity.

Introdução

As savanas tropicais ocorrem em mais de 30 países (Goedert et al., 2008) de quatro continentes (Young & Solbrig, 1993) e cobrem vasta área da superfície terrestre na América do Sul, África e Ásia (Silva & Bates, 2002). Essas savanas podem ocorrer em relevos planos e montanhosos, sobre diferentes tipos de solos (Collinson, 1988). Na América do Sul, a maior área de savana tropical é constituída pelo Cerrado (Silva & Bates 2002, IBGE 2004), o qual ocupava originalmente 21% do território brasileiro (Klink & Machado 2005). Devido à extensa área de ocupação do Cerrado há grande variação ambiental, com distintos tipos de solo, geologia, geomorfologia e clima (Silva et al., 2006). Além disso, o Cerrado comporta ampla variedade de tipos vegetacionais (Silva et al., 2006), incluindo formações florestais, savânicas e campestres (Ribeiro & Walter 2008). Dentre as savanas, o Cerrado sentido restrito (Ribeiro & Walter 2008) é a principal formação, com ocupação de aproximadamente 70% do território do bioma. Essa fitofisionomia abriga, entre outros subtipos, o Cerrado Rupestre (CR) e o Cerrado Típico (CT). O CR e o CT diferem principalmente quanto ao substrato sobre o qual estão estabelecidos. O CR ocorre sobre relevo íngreme e solos rasos com afloramentos rochosos (Ribeiro and Walter, 2008) classificados como Neossolos Litólicos (Benites et al., 2007; Reatto et al., 2008). Por outro lado, o CT ocorre em relevo plano ou suavemente ondulado e sobre solos profundos classificados principalmente como Latossolos (Ribeiro & Walter, 2008).

A composição florística e a estrutura da vegetação lenhosa do Cerrado estão relacionadas com distintos fatores bióticos e abióticos que atuam em diferentes escalas espaciais. Em escalas mais finas, a composição florística está relacionada à topografia e

à geomorfologia local (Motta et al., 2002), às propriedades físico-químicas do solo (Reatto et al. 2008; Ribeiro & Walter 2008), às condições hídricas (Ferreira et al., 2009) e ao histórico de fogo local (Moreira 2000). Em geral, solos menos férteis (Haridasan, 2000), com menor disponibilidade de água para as plantas (Oliveira-Filho & Ratter, 2002) e maior frequência do fogo (Moreira, 2000) abrigam vegetação savânica ou campestre com flora distinta das formações florestais que ocorrem sobre solos eutróficos (Oliveira-Filho & Ratter, 2002), com maior disponibilidade hídrica (Marimon Junior & Haridasan, 2005) e menor frequência de fogo (Moreira, 2000). Já em escalas mais amplas, a altitude (Motta et al., 2002), o clima, o relevo (Silva et al., 2006) e a proximidade de biomas adjacentes (Méio et al., 2003) influenciam a vegetação do Cerrado. No entanto, ainda sabemos pouco como esses fatores moduladores atuam sobre formações savânicas que ocorrem sobre substratos distintos, como o Cerrado Rupestre e o Cerrado Típico (ver Mews et al. no prelo).

O Cerrado Rupestre ocupa apenas 7,5% do bioma (Reatto et al., 2008), apresenta populações lenhosas menores em relação ao Cerrado Típico (Mews et al., 2014) e tem limitação física ao estabelecimento das plantas imposta pelos afloramentos rochosos (Ribeiro & Walter, 2008). Por outro lado, o CT ocupa a maior área de savana do bioma, tem solos profundos (Ribeiro & Walter, 2008) e populações abundantes em relação ao CR (Mews et al., 2014). Apesar dessas diferenças, investigações sobre savanas adjacentes no Brasil mostraram que esses ambientes não diferem em diversidade de espécies (Abreu et al., 2012; Gomes et al., 2011; Lemos et al., 2013; Maracahipes et al., 2011; Mews et al., 2014), entretanto apresentam composição (ocorrência e abundância) de espécies distinta (Mews et al., 2014). Além disso, Mews et al. (no prelo) forneceram evidências de que as diferenças no substrato são tão marcantes que a distância geográfica entre áreas tem papel desprezível na diferenciação dos grupos florísticos. Mews et al. (2014) sugeriram que as variações no substrato do CR (*i.e.*, a criação de micro-sítios) poderiam explicar essa diferença. Entretanto, essa sugestão ainda não foi testada com desenho amostral adequado, como o proposto no presente estudo, que analisa a composição florística e as propriedades edáficas por meio de comparações entre sítios adjacentes de Cerrado Rupestre e Cerrado Típico.

No presente estudo, procuramos investigar diferenças na diversidade e na composição de espécies lenhosas e em variáveis edáficas de sítios adjacentes de Cerrado Rupestre e Cerrado Típico no leste de Mato Grosso para responder as seguintes perguntas: i) A diversidade de espécies lenhosas difere entre CR e CT adjacentes? ii) A

ocorrência e abundância de espécies lenhosas (daqui em diante, composição florística) difere entre CR e CT? Se sim, em qual ambiente ela é mais heterogênea? iii) O ambiente edáfico (que aqui abrange as propriedades químicas e granulométricas do solo) difere entre CR e CT? Se sim, em qual ambiente ele é mais heterogêneo? Esperamos que a diversidade e a composição florística de espécies lenhosas sejam diferentes entre os dois tipos de cerrado, como resultado das diferenças marcantes no substrato (*e.g.*, inclinação do relevo, profundidade e volume de solo e disponibilidade hídrica no solo; Ribeiro & Walter, 2008). Esperamos ainda que a composição florística seja mais heterogênea no Cerrado Rupestre em relação ao Cerrado Típico, uma vez que o ambiente edáfico do CR (microsítios) permite o estabelecimento de diferentes espécies nesse ambiente. Nesse sentido, se por um lado a baixa disponibilidade de substrato para estabelecimento das plantas reduz as abundâncias, a heterogeneidade dos microsítios disponíveis pode elevar a riqueza de espécies.

Material e Métodos

Área de estudo. Realizamos este estudo em quatro localidades no leste mato-grossense, nos municípios de Nova Xavantina e Ribeirão Cascalheira (Tabela 1; Figura 1). Em cada localidade nós amostramos um par de sítios adjacentes de savana sobre relevo íngreme e solos rasos com afloramentos rochosos (Cerrado Rupestre - CR) e sobre relevo plano e solos profundos (Cerrado Típico - CT). As localidades que amostramos abrangeram amplitude de três graus de latitude e dois de longitude (Tabela 1; Figura 1). O clima da região é do tipo *Aw* de Köppen, com dois períodos bem definidos: um chuvoso (verão) e outro seco (inverno) (Silva et al., 2008).

Tabela 1. Características de sítios de Cerrado Rupestre = CR e Cerrado Típico = CT amostrados nos municípios de Nova Xavantina (*) e Ribeirão Cascalheira (#) no leste mato-grossense.

Sítios	Altitude (m)	Litologia	Coordenadas geográficas
CR1*	344	Quartzito	14°42'41,71"S 52°20'51,45"O
CT1*	449	Cambissolo	14°42'28,53"S 52°20'58,69"O
CR2*	410	Arenito	14°44'41,40"S 52°32'60,00"O
CT2*	291	Areia quartzosa	14°44'8,18"S 52°34'58,40"O
CR3*	381	Quartzito	14°48'42,41"S 52°35'24,08"O
CT3*	342	Areia quartzosa	14°48'45,51"S 52°34'23,73"O
CR4#	403	Arenito	13°00'09,80"S 51° 45' 12,5"O
CT4#	325	Areia quartzosa	12°50'03,30"S 51°45'55,7"O

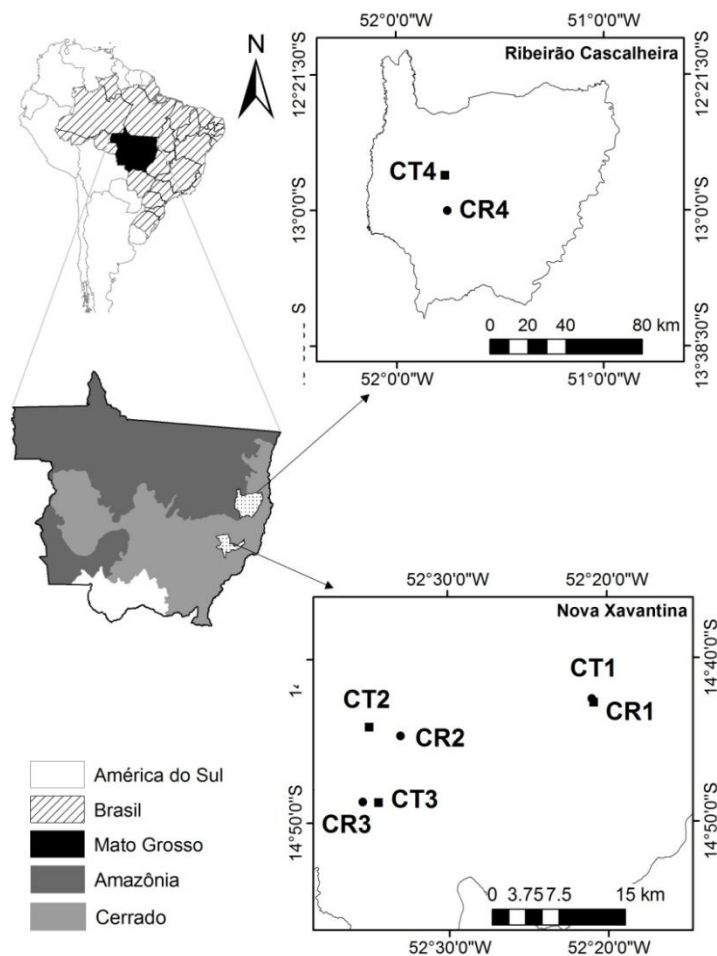


Figura 1. Localização dos sítios adjacentes de Cerrado Rupestre = CR (●) e Cerrado Típico = CT (■) amostrados no leste mato-grossense, Brasil. Veja abreviatura dos nomes dos sítios na Tabela 1.

Coleta de dados. Em Nova Xavantina, nós amostramos a vegetação a partir de 10 parcelas de 20×50 m (com distância mínima de 50 m entre elas), totalizando um hectare em cada sítio (CR1, CR2, CR3, CT1, CT2 e CT3). Em Ribeirão Cascalheira, amostramos a vegetação a partir de uma parcela de 100×100 m (um hectare) em cada sítio (CR4 e CT4), subdividida em 25 subparcelas de $20 \text{ m} \times 20 \text{ m}$.

Em cada sítio nós coletamos amostras da camada superficial do solo (0 a 20 cm), já que a vegetação do Cerrado apresenta maior correlação com propriedades edáficas obtidas dessa profundidade (Ruggiero et al., 2002). Coletamos três subamostras por parcela (uma no centro e as outras duas nos vértices diagonais) e as homogeneizamos para compor uma amostra composta. Submetemos as amostras a análises das propriedades químicas e granulométricas. Amostramos todos os indivíduos lenhosos vivos (incluindo lianas e monocotiledôneas das famílias Velloziaceae e Arecaceae) com

diâmetro de base medido a 30 cm do solo ($Db_{30\text{ cm}} \geq 5\text{ cm}$). Nos sítios de Cerrado Rupestre, sempre que possível a maior extensão de cada parcela foi disposta ao longo do gradiente topográfico, de forma a captar possíveis variações estruturais e/ou florísticas em função das diferenças em inclinação (Moura et al., 2011). Identificamos os indivíduos em campo e, quando necessário, coletamos e herborizamos os espécimes para posterior consulta à literatura especializada e ao acervo do Herbário NX, Nova Xavantina-MT e do Herbário UB da Universidade de Brasília. A classificação das famílias botânicas seguiu o sistema *Angiosperm Phylogeny Group III* (APG III 2009). Conferimos a nomenclatura dos táxons na Lista de Espécies da Flora do Brasil (2015).

Análise de dados. Dentre as variáveis edáficas obtidas, nós selecionamos 11 a partir de uma Análise de Componentes Principais (PCA) e de consultas em relação às variáveis edáficas mais importantes para explicar variações na vegetação e na flora do Cerrado (Ruggiero et al., 2002; Ruggiero et al., 2006; Silva & Batalha 2008; Messias et al., 2013). Os nomes completos e as descrições das variáveis estão listados no Apêndice 1.

Para comparar a composição de espécies e o ambiente edáfico entre os ambientes CR e CT nós empregamos duas PerMANOVAs (Anderson, 2001). Para verificar qual dos ambientes apresenta maior heterogeneidade na composição florística e no ambiente edáfico nós empregamos Análises de Dispersão Multivariada (Anderson et al., 2006). Nessas duas análises, usamos medida de distância de *Bray-Curtis*, para comparar os ambientes em relação aos dados de abundância das espécies e medida de distância euclidiana para as comparações baseadas em dados ambientais. A Análise de Dispersão Multivariada mede a distância média das unidades amostrais (subparcelas) em relação ao centroide do grupo; nesta análise, quanto maior a dispersão dos pontos maior é a heterogeneidade do grupo. O centroide é a posição média dos pontos do grupo no espaço formado pelos eixos de uma Análise de Coordenadas Principais (PCoA) (Anderson, 2006; Anderson et al., 2006). Utilizamos os valores dos centroides de cada ambiente amostrado (N=8) como variável resposta em ANOVAs com permutações para confirmar a significância das variações evidenciadas pelas Análises de Dispersão Multivariada (Anderson, 2006).

Para comparar a diversidade de espécies das comunidades entre os ambientes nós usamos perfis de diversidade baseados na série exponencial de Rényi (Tóthmérész, 1995). Para controlar um possível efeito de diferenças na abundância das espécies, nós também empregamos curvas de rarefação baseadas no número de indivíduos para

comparar a riqueza entre os ambientes (Gotelli & Colwell, 2001). Essa técnica permite comparações diretas entre comunidades tendo como base a amostra com menor número de indivíduos (Magurran, 2011).

Realizamos as Análises de Dispersão Multivariada e as PerMANOVAs no ambiente R 3.2.2 (R Core Team, 2015), utilizando o pacote *vegan* (Oksanen et al., 2015). Construímos os perfis de diversidade e as curvas de rarefação no programa PAST 2.15 (Hammer et al., 2001). Para acessar a significância dos resultados de cada teste empregamos 9.999 aleatorizações nas PerMANOVAs e nas ANOVAs e adotamos nível de significância de 5% em todas as análises.

Resultados

Nos oito sítios nós registramos 10.767 indivíduos, distribuídos em 153 espécies, 96 gêneros e 42 famílias (Apêndice 2). Do total de espécies amostradas, 98 (64,1%) são comuns aos dois ambientes, 25 (16,3%) são exclusivas do CR e 30 (19,6%) são exclusivas do CT. Os perfis de diversidade não revelaram diferenças na diversidade de espécies entre os ambientes, uma vez que as curvas de diversidade dos dois ambientes ficaram sobrepostas (Figura 2). Do mesmo modo, a análise de rarefação não revelou qualquer tendência de diferenças na riqueza de espécies entre CR e CT (Figura 3).

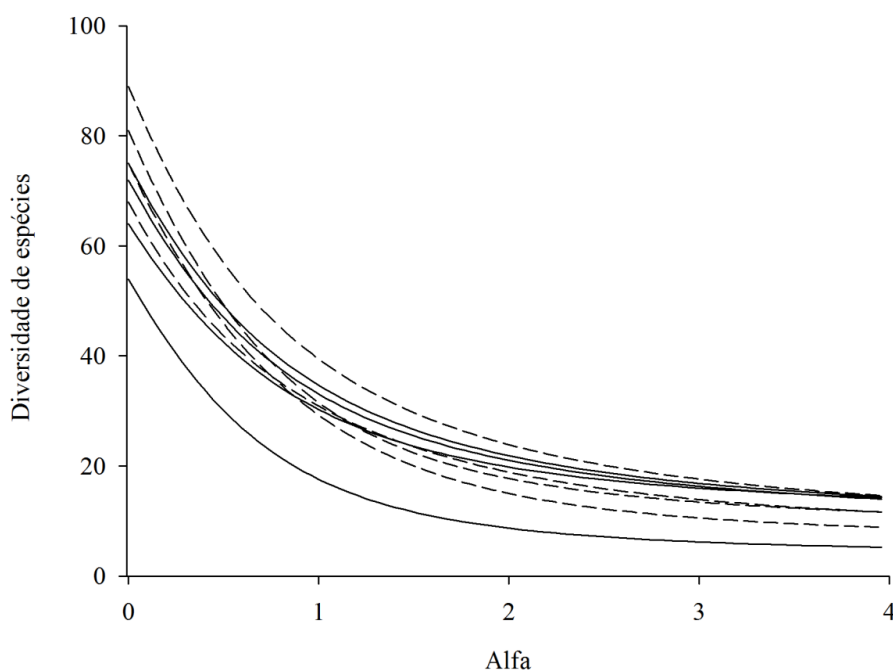


Figura 2. Perfis de diversidade de espécies lenhosas para sítios de Cerrado Rupestre (linhas contínuas) e Cerrado Típico (linhas tracejadas) amostrados no leste mato-grossense, Brasil.

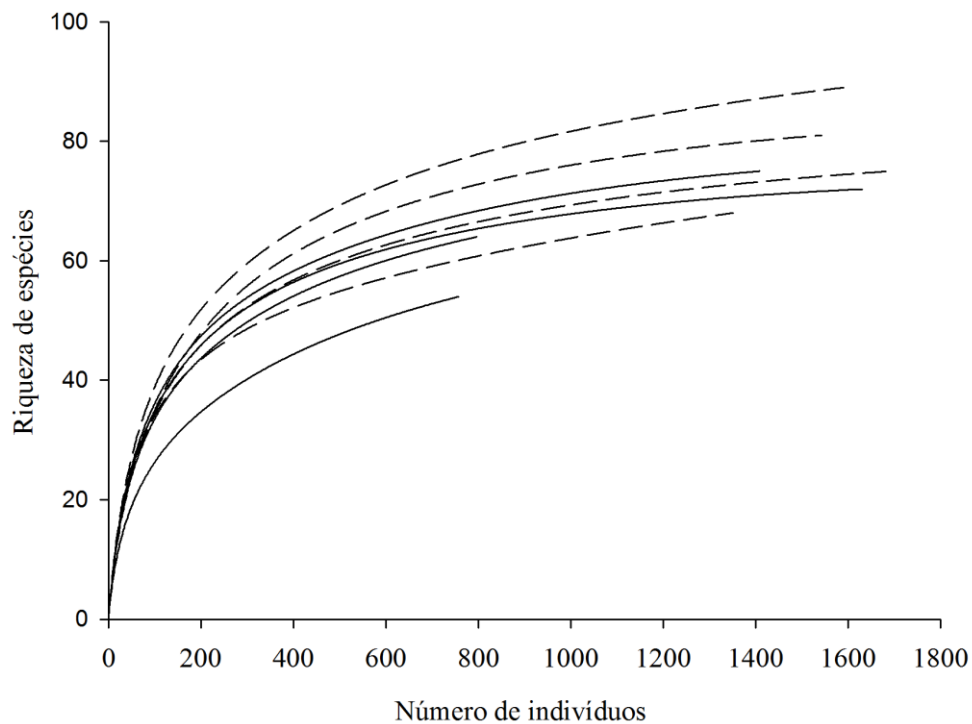


Figura 3. Curvas de rarefação para sítios de Cerrado Rupestre (linhas contínuas) e Cerrado Típico (linhas tracejadas) amostrados no leste mato-grossense, Brasil.

Os ambientes CR e CT diferiram entre si quanto a composição florística (PerMANOVA, $F_{(1, 108)} = 14,728$; $p < 0,001$). Os dois ambientes formaram grupos distintos no espaço multidimensional (Figura 4) e o ambiente CR apresentou composição de espécies mais heterogênea do que o CT ($F_{(1, 108)} = 42,4$; $p < 0,001$; Figura 5).

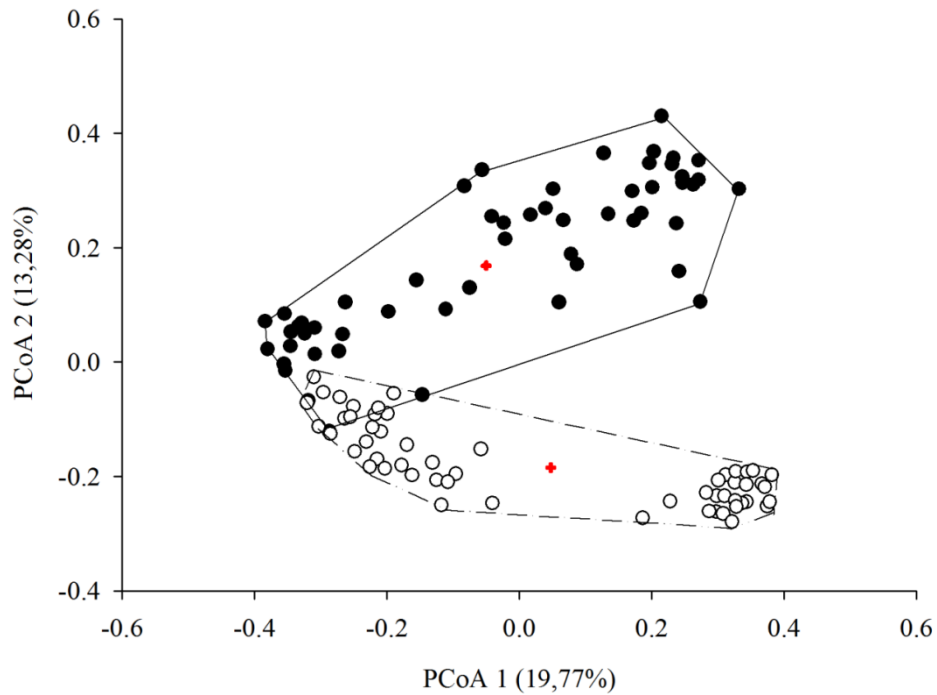


Figura 4. Análise de dispersão multivariada para espécies lenhosas em sítios adjacentes de Cerrado Rupestre (●; linha contínua) e Cerrado Típico (○; linha tracejada) amostrados no leste mato-grossense, Brasil. Símbolos vermelhos são os centroides dos grupos.

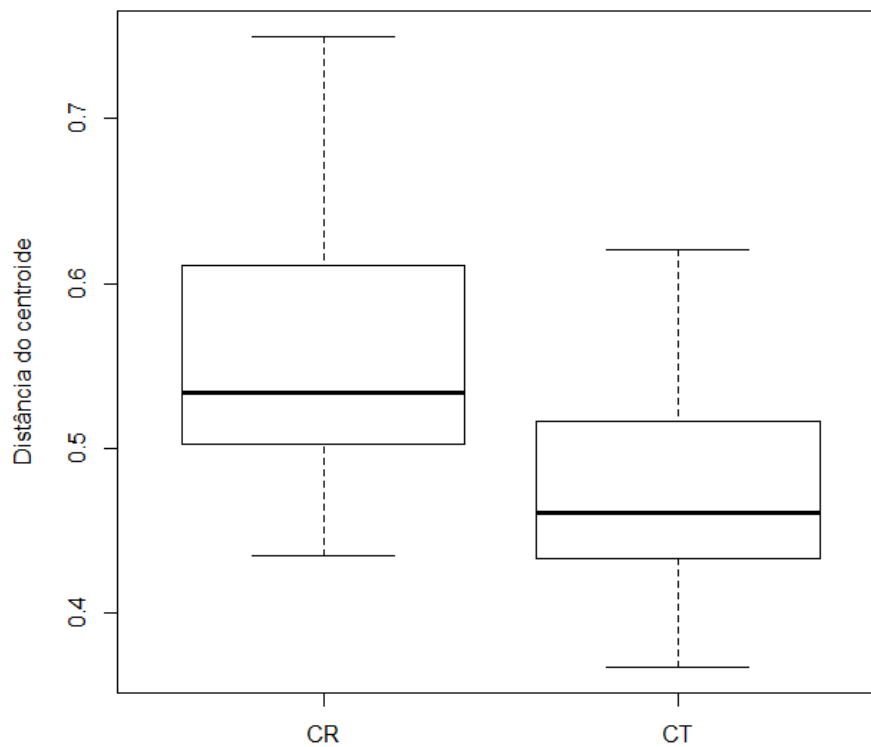


Figura 5. Heterogeneidade na composição florística entre sítios adjacentes de Cerrado Rupestre (CR) e Cerrado Típico (CT) amostrados no leste mato-grossense, Brasil.

Os ambientes CR e CT diferiram entre si quanto as variáveis edáficas (PerMANOVA, $F_{(1, 108)} = 22,844$; $p < 0, 001$). Os dois ambientes formaram grupos distintos no espaço multidimensional (Figura 6) e o ambiente CR apresentou maior heterogeneidade nas variáveis edáficas do que o CT ($F_{(1, 108)} = 8,195$; $p < 0,005$; Figura 7).

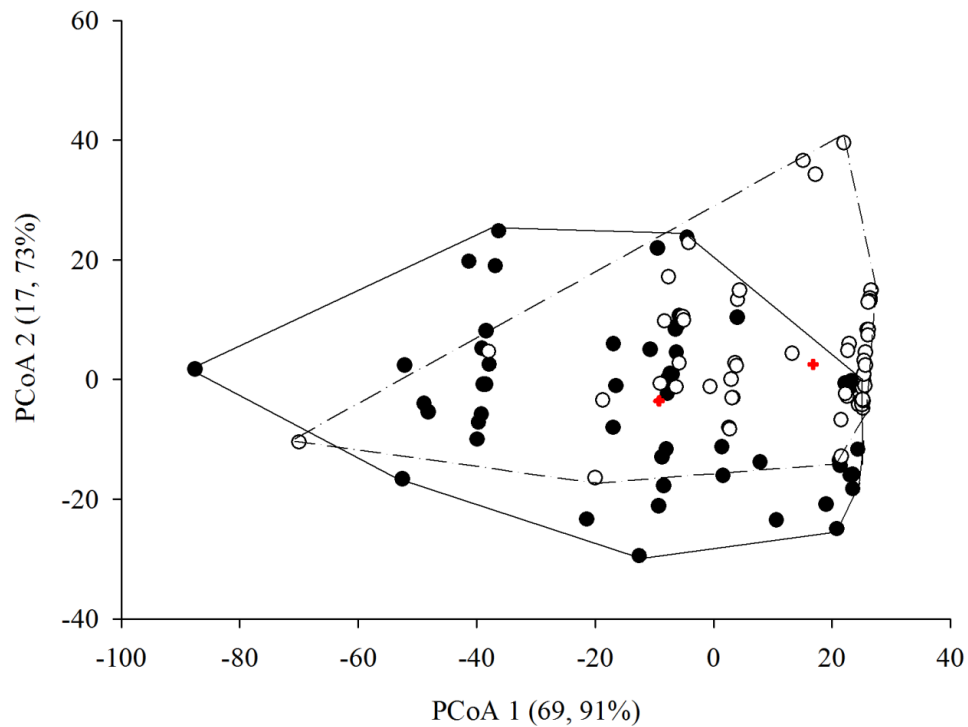


Figura 6. Análise de dispersão multivariada para variáveis edáficas em sítios adjacentes de Cerrado Rupestre (●; linha contínua) e Cerrado Típico (○; linha tracejada) amostrados no leste mato-grossense, Brasil. Símbolos vermelhos são os centroides dos grupos.

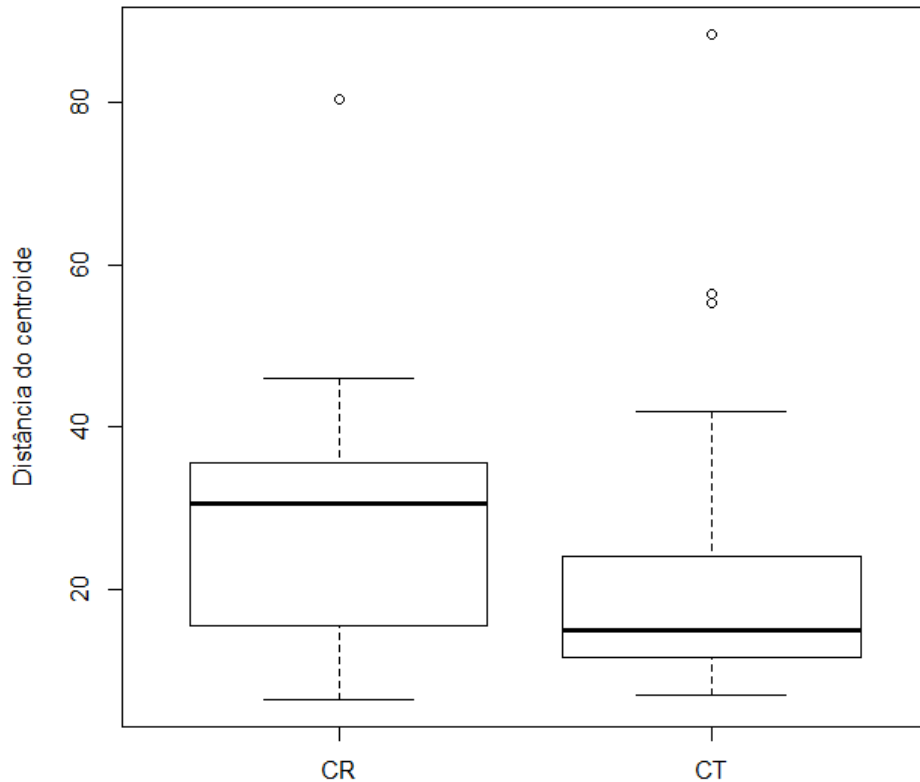


Figura 7. Heterogeneidade nas variáveis edáficas entre sítios adjacentes de Cerrado Rupestre (CR) e Cerrado Típico (CT) amostrados no leste mato-grossense, Brasil.

Discussão

Ambientes de savana sobre solos rasos e com afloramentos rochosos (CR) e sobre solos profundos e planos (CT) diferem quanto à composição florística e às variáveis edáficas. A composição florística difere entre os ambientes quando as abundâncias das espécies são consideradas, o que corrobora o padrão encontrado para o Brasil Central por Mews *et al.* (2014). Em Mews *et al.* (2014) e no presente estudo, os ambientes de CR e CT possuem composição de espécies similares, porém suas populações apresentam tamanhos distintos. Isso, de fato, indica que a inclusão das densidades das espécies em estudos no Cerrado tem grande importância para detectar e entender a dissimilaridade florística entre diferentes ambientes do bioma.

Nossos resultados mostraram, pela primeira vez, que o Cerrado Rupestre possui composição florística e ambiente edáfico mais heterogêneos que o Cerrado Típico. Acreditamos que as maiores heterogeneidades edáfica e florística no CR reflitam em aumento na riqueza de espécies, o que explica a semelhança na diversidade de espécies entre os ambientes. Abreu *et al.* (2012) e Mews *et al.* (2014) já haviam sugerido - mas não testado - que a expressiva heterogeneidade ambiental do CR é o principal fator

modulador da elevada riqueza de espécies, mesmo que o CR apresente menores densidades de plantas. Essa suposição está apoiada nas características do substrato sob as áreas de Cerrado Rupestre, já que as plantas se estabelecem nas fendas entre as rochas, onde há acúmulo de água e matéria orgânica, formando microssítios com distintas características edáficas (fertilidade do solo e propriedades químico-granulométricas) e condições ambientais que promovem maior variação na composição e na distribuição das espécies (Haridasan, 2000). Essas características do CR favorecem a ocorrência de espécies de ambientes sobre solos profundos e de ambientes florestais (veja Santos *et al.* 2012a, Santos *et al.* 2012b), assim como a colonização de espécies endêmicas (Simon e Proença 2000) e/ou especialistas em habitat rupestre (Pinto *et al.* 2009, Lima *et al.* 2010, Lenza *et al.* 2011). Além das diferenças entre ambientes (CR e CT), estudos mostraram que há variações nos tamanhos populacionais das plantas lenhosas entre áreas de CR (Santos *et al.* 2012a, Santos *et al.* 2012b), o que evidencia que ambientes de CR são mais heterogêneos quanto às abundâncias também quando comparados entre si.

Apesar da limitação física imposta pelos afloramentos rochosos e das menores densidades de indivíduos da flora lenhosa registradas no CR em relação ao CT (Pinto *et al.* 2009, Abreu *et al.* 2012, Mews *et al.* 2014), esse ambiente tem diversidade de espécies semelhante aos ambientes sobre solos profundos (CT). Estudos prévios (*e.g.*, Gomes *et al.* 2011, Maracahipes *et al.* 2011, Abreu *et al.* 2012, Lemos *et al.* 2013, Mews *et al.* 2014) também encontram semelhanças na diversidade de espécies lenhosas em áreas de Cerrado sobre distintos substratos, o que sugere que a diversidade de espécies parece ser independente da profundidade dos substratos e das propriedades químicas e granulométricas das camadas superficiais do solo.

Concluimos que ambientes de Cerrado Rupestre e de Cerrado Típico diferem quanto a composição florística e ambiente edáfico, porém possuem riqueza e diversidade de espécies semelhante. Neste estudo, evidenciamos pela primeira vez que há maior heterogeneidade nas propriedades edáficas e na composição florística no Cerrado Rupestre, o que propicia similaridades na diversidade de espécies. Assim, a limitação imposta pelo substrato do CR diminui as densidades de plantas, mas não reduz a riqueza e a diversidade de espécies nesse ambiente. As limitações do substrato no CR são compensadas pela maior heterogeneidade dos microssítios disponíveis (aqui medida em função de diferenças nas propriedades químicas e granulométricas do solo) o que possibilita a ocorrência de distintas espécies, tornando a riqueza e a diversidade

semelhantes entre CT e CR. Acreditamos ainda que há maior heterogeneidade edáfica também entre sítios de CR do que entre sítios de CT (veja maior variação dos sítios de CR na Figura 6). Por sua vez, as espécies respondem de maneira distinta aos dois substratos analisados, com ocorrência de espécies generalistas que apresentam populações de tamanhos semelhantes nos dois ambientes (*e.g.*, *Qualea parviflora*, *Davilla elliptica*); espécies preferenciais (*e.g.*, *Vochysia gardneri*) ou exclusivas (*e.g.*, *Norantea guianensis*) de Cerrado Rupestre e aquelas preferenciais (*e.g.*, *Roupala montana*) ou exclusivas (*e.g.*, *Couepia grandiflora*, *Licania humilis*) de Cerrado Típico. Nesse sentido, a conversão massiva da vegetação de áreas planas de Cerrado pode reduzir as populações daquelas espécies pouco adaptadas às savanas sobre solos rochosos, rasos e em relevo íngreme. As áreas de Cerrado Rupestre são, em geral isoladas na paisagem da região e a remoção da vegetação de áreas planas poderia comprometer o fluxo genético entre essas áreas, comprometendo também a estrutura da vegetação e a composição dos Cerrados Rupestres, como ressaltado por Mews *et al.* (2014)

Desse modo, tanto a heterogeneidade dentro e entre sítios de CR em relação aos de CT estaria garantido riqueza semelhante entre CT e CR, em escala local e regional. Por outro lado, as distintas propriedades dos substratos atuam como filtro para algumas espécies, na escala espacial aqui analisada. Recomendamos a condução de análises semelhantes àquelas aqui realizadas para avaliar os efeitos relativos das propriedades dos solos e da heterogeneidade ambiental no CR e no CT e suas implicações para a conservação desses dois ambientes na escala do Bioma Cerrado.

Referências Bibliográficas

- Abreu, M.F., Pinto, J.R.R., Maracahipes, L., Gomes, L., Oliveira, E.A. De, Marimon, B.S., Marimon Junior, B.H., Farias, J. De, 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 J. Bot.* 35, 259–272. doi:10.1590/S1806-99592012000300005
- Anderson, M.J., 2006. Distance-based tests for homogeneity of multivariate dispersions. *Biometrics* 62, 245–253. doi:10.1111/j.1541-0420.2005.00440.x
- Anderson, M.J., 2001. A new method for non parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecol.* 26, 32–46. doi:10.1111/j.1442-9993.2001.01070.pp.x
- Anderson, M.J., Ellingsen, K.E., McArdle, B.H., 2006. Multivariate dispersion as a measure of beta diversity. *Ecol. Lett.* 9, 683–693. doi:10.1111/j.1461-0248.2006.00926.x
- APG, I., 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants : APG III. *Bot. J. Linn. Soc.* 105–121.
- Benites, V.M., Schaefer, C.E.G.R., Simas, F.N.B., Santos, H.G., 2007. Soils associated with rock outcrops in the Brazilian mountain ranges Mantiqueira and Espinhaço. *Rev. Bras. Botânica* 30, 569–577. doi:10.1590/S0100-84042007000400003
- Collinson, A.S., 1988. Tropical formations with conspicuous grasslands: savannas., in: COLLINSON, A.S. (Ed.), *Introduction to World Vegetation*. Unwin Hyman Ltd, London, pp. 232–248.
- Ferreira, J.N., Bustamante, M.M.C., Davidson, E.A., 2009. Linking woody species diversity with plant available water at a landscape scale in a Brazilian savanna. *J. Veg. Sci.* 20, 826–835. doi:10.1111/j.1654-1103.2009.01076.x
- Goedert, W.J., Wagner, E., Barcelhos, A.O., 2008. Savanas Tropicais: dimensão histórica e perspectivas, in: Faleiro, F.G., Farias-Neto, A.L. (Eds.), *Savanas: Desafios E Estratégias Para O Equilíbrio Entre Sociedade, Agronegócio E Recursos Naturais*. Embrapa Cerrados, Planaltina, pp. 49–80.
- 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. Brasilica* 25, 865–875. doi:10.1590/S0102-33062011000400013
- Gotelli, N.J., Colwell, R.K., 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness . *Ecol. Lett.* 4, 379–391. doi:10.1046/j.1461-0248.2001.00230.x
- Hammer, Ø., Harper, D. a. T., Ryan, P.D., 2001. Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontol. Electron.* 4, 9–18. doi:10.1016/j.bcp.2008.05.025

- Haridasan, M., 2000. NUTRIÇÃO MINERAL DAS PLANTAS NATIVAS DO CERRADO. *Rev. Bras. Fisiol. Veg.* 12, 68–83.
- IBGE, 2004. Mapa de Biomas do Brasil, primeira aproximação. [WWW Document]. IBGE. URL www.ibge.gov.br.
- Klink, C.A., Machado, R.B., 2005. A conservação do Cerrado brasileiro. *Megadiversidade* 1, 147–155.
- Lemos, H.L., Pinto, J.R.R., Mews, H.A., Lenza, E., 2013. Structure and floristic relationships between Cerrado sensu stricto sites on two types of substrate in northern Cerrado, Brazil. *Biota Neotrop.* 13, 0–12. doi:10.1590/S1676-06032013000400013
- Lenza, E., Pinto, J.R.R., Pinto, A.D.S., Maracahipes, L., Bruziguessi, E.P., 2011. Comparação da vegetação arbustivo-arbórea de uma área de cerrado rupestre na Chapada dos Veadeiros, Goiás, e áreas de cerrado sentido restrito do Bioma Cerrado. *Rev. Bras. Botânica* 34, 247–259. doi:10.1590/S0100-84042011000300002
- Lima, T.A., Pinto, J.R.R., Lenza, E., Pinto, A.D.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, 0–0. doi:10.1590/S1676-06032010000200020
- Lista de Espécies da Flora do Brasil, 2015. Lista de Espécies da Flora do Brasil 2015 [WWW Document]. Jard. Botânico do Rio Janeiro. URL <http://floradobrasil.jbrj.gov.br>
- Magurran, A.E., 2011. Medindo a diversidade biológica. Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Maracahipes, L., Lenza, E., Marimon, B.S., Oliveira, E.A. De, Pinto, J.R.R., Marimon Junior, B.H., 2011. Estrutura e composição florística da vegetação lenhosa em cerrado rupestre na transição Cerrado-Floresta Amazônica, Mato Grosso, Brasil. *Biota Neotrop.* 11, 133–141. doi:10.1590/S1676-06032011000100013
- 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. Brasilica* 19, 913–926. doi:10.1590/S0102-33062005000400026
- Méio, B.B., Freitas, C. V., Jatobá, L., Silva, M.E.F., Ribeiro, J.F., Henriques, R.P.B., 2003. Influência da flora das florestas Amazônica e Atlântica na vegetação do cerrado sensu stricto. *Rev. Bras. Botânica* 26, 437–444. doi:10.1590/S0100-84042003000400002
- Messias, M.C.T.B., Leite, M.G.P., Meira Neto, J.A.A., Kozovits, A.R., Tavares, R., 2013. Soil-Vegetation Relationship in Quartzitic and Ferruginous Brazilian Rocky Outcrops. *Folia Geobot.* 48, 509–521. doi:10.1007/s12224-013-9154-4

- 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. *Biodivers. Conserv.* 23, 1119–1131. doi:10.1007/s10531-014-0651-4
- Mews, H.A., Pinto, J.R.R., Eisenlohr, P. V., Lenza, E., n.d. No Evidence of Intrinsic Spatial Processes Driving Neotropical Savanna Vegetation on Different Substrates. *Biotropica*, in press.
- Miranda, S.C., Silva Júnior., M.C., Salles, L.A., 2007. A comunidade lenhosa de cerrado rupestre na Serra Dourada, Goiás. *Heringeriana* 43–53.
- Moreira, A.G., 2000. Effects of fire protection on savanna structure in Central Brazil. *J. Biogeogr.* 1021–1029.
- 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. *Pesqui. Agropecu. Bras.* 37, 869–878. doi:10.1590/S0100-204X2002000600017
- Moura, I.O., Ribeiro, K.T., Takahasi, A., 2011. Amostragem da vegetação em ambientes rochosos., in: Felfili, J.M., Eisenlohr, P.V., Melo, M.M.R.F., Andrade, L.A., Meira Neto, J.A.A. (Eds.), *Fitossociologia No Brasil Métodos E Estudos de Casos*. Editora UFV, Viçosa, pp. 255–294.
- Oksanen, J., Blanchet, F.G., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P.R., O’Hara, R.B., Simpson, G.L., Solymos, P., Stevens, M.H.H., Wagner, H., 2015. *vegan: Community Ecology Package*. [WWW Document]. R Packag. version 2.3-1. URL <http://cran.r-project.org/package=vegan>
- Oliveira-Filho, A.T., Ratter, J.A., 2002. Vegetation physiognomies and woody flora of the Cerrado Biome, in: OLIVEIRA, P.S., MARQUIS, R.J. (Eds.), *The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna*. Columbia University Press, New York, pp. 91–120.
- Pinto, J.R.R., Lenza, E., Pinto, A.D.S., 2009. Composição florística e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea em um cerrado rupestre, Cocalzinho de Goiás, Goiás. *Rev. Bras. Botânica* 32, 23–32. doi:10.1590/S0100-84042009000100002
- Reatto, A., Correia, J.R., Spera, S.T., 2008. Solos do Bioma do Cerrado: aspectos pedológicos, in: Sano, S.M., Almeida, S.P., Ribeiro, J.. (Ed.), *Cerrado: Ecologia E Flora*. Embrapa-CPAC, Planaltina, pp. 107–149.
- Ribeiro, J.F., Walter, B.M.T., 2008. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado, in: Sano, S.M., Almeida, S.P., Ribeiro, J.F. (Ed.), *Cerrado: Ecologia E Flora*. Embrapa-CPAC, Planaltina, pp. 151–212.
- Ruggiero, P.G.C., Batalha, M.A., Pivello, V.R., Meirelles, S.T., 2002. Soil-vegetation relationships in cerrado (Brazilian savanna) and semideciduous forest, Southeastern Brazil. *Plant Ecol.* 160, 1–16. doi:10.1023/A:1015819219386

- Ruggiero, P.G.C., Pivello, V.R., Sparovek, G., Teramoto, E., Pires Neto, A.G., 2006. Relação entre solo, vegetação e topografia em área de cerrado (Parque Estadual de Vassununga, SP): como se expressa em mapeamentos? *Acta Bot. Brasilica* 20, 383–394. doi:10.1590/S0102-33062006000200013
- Santos, T.R.R. Dos, Pinto, J.R.R., Lenza, E., Mews, H.A., 2012. The tree-shrub vegetation in rocky outcrop cerrado areas in Goiás State, Brazil. *Brazilian J. Bot.* 35, 281–294. doi:10.1590/S1806-99592012000300007
- Santos, T.R.R., Pinto, J.R.R., Lenza, E., 2012. Floristic relationships of the woody component in rocky outcrops savanna areas in Central Brazil. *Flora* 207, 541–550. doi:10.1016/j.flora.2012.06.015
- Silva, D.M., Batalha, M.A., 2008. Soil-vegetation relationships in cerrados under different fire frequencies. *Plant Soil* 311, 87–96. doi:10.1007/s11104-008-9660-y
- Silva, F.A.M., Assad, E.D., Evangelista, B.A., 2008. Caracterização Climática do Bioma Cerrado., in: Sano, S.M., Almeida, S.P., Ribeiro, J.F. (Eds.), *Cerrado: Ecologia E Flora*. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, pp. 67–88.
- 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. *J. Biogeogr.* 33, 536–548. doi:10.1111/j.1365-2699.2005.01422.x
- Silva, J.M.C., Bates, J.M., 2002. Biogeographic Patterns and Conservation in the South American Cerrado: A Tropical Savanna Hotspot. *Bioscience* 52, 225. doi:10.1641/0006-3568(2002)052[0225:BPACIT]2.0.CO;2
- Simon, M.F., Proença, C., 2000. Phytogeographic patterns of *Mimosa* (Mimosoideae, Leguminosae) in the Cerrado biome of Brazil: An indicator genus of high-altitude centers of endemism? *Biol. Conserv.* 96, 279–296. doi:10.1016/S0006-3207(00)00085-9
- Team, R.C., 2015. R: A language and environment for Statistical Computing. R Found. Stat. Comput. Vienna, Austria.
- Tóthmérész, B., 1995. Comparison of Different Methods for Diversity Ordering. *J. Veg. Sci.* 6, 283–290.
- Young, M.D., Solbrig, O.T., 1993. Economic and ecological driving forces affecting tropical savannas., in: Young, M.D., Solbrig, O.T. (Eds.), *The World's Savannas: Economic Driving Forces, Ecological Constraints and Policy Options for Sustainable Land Use*. Parthenon Publishing, New York, pp. 3–18.

Capítulo 2. Efeitos das características do solo e da variabilidade espacial sobre a composição florística de savanas sobre substratos distintos no leste mato-grossense, Brasil²

Resumo. (Efeitos das características do solo e da variabilidade espacial sobre a composição florística de savanas sobre substratos distintos no leste mato-grossense, Brasil). O Cerrado é a maior área de savana tropical, e apresenta elevada heterogeneidade de habitats, com variações edáficas, climáticas, geológicas e diferentes tipos vegetacionais. Distintos fatores são citados como determinantes da ocorrência e distribuição das plantas lenhosas no Cerrado. No presente estudo, mostramos que preditores como espaço e solo influenciam a dissimilaridade florística entre diferentes fitofisionomias do Cerrado (Cerrado Rupestre e Cerrado Típico). Além disso, nossos resultados indicam que os fatores determinantes da composição florística não são os mesmos para Cerrado Rupestre e Cerrado Típico. Mostramos que em ambientes com maior heterogeneidade edáfica como Cerrado Rupestre, o espaço e o solo influenciam igualmente a composição florística, por outro lado ambientes com propriedades edáficas homogêneas como o Cerrado Típico, a distância geográfica é mais importante do que as propriedades edáficas.

Palavras-chave: Variáveis edáficas, Bioma Cerrado, Padrões florísticos, Processos espaciais.

Abstract. (Edaphic and spatial effects over floristic composition in distinct substrate savannas at western Mato Grosso state, Brazil). The Cerrado is the largest tropical savanna, and presents high habitat heterogeneity with edaphic, climatic and geological variations and different vegetation types. Distinct factors are determinants of woody plants occurrence in Cerrado. In the present study, we show that soil and spatial variables can influence floristic dissimilarity between different Cerrado physiognomies (Rocky Cerrado and Typical Cerrado). Furthermore, our results shows that the floristic composition predictors are not the same for both Rocky Cerrado and Typical Cerrado. We show that habitats with higher edaphic heterogeneity such as Rocky Cerrado, space and soil variables equally predicts floristic composition, on the other hand habitats with stable edaphic characteristics such as Typical Cerrado, the geographic distance is a better predictor than soil properties.

² Submeteremos este artigo na revista científica Plant and Soil.

Key words: Edaphic properties, Cerrado Biome, Floristic patterns, Spatial process.

Introdução

As savanas são ecossistemas caracterizados por um estrato graminoso contínuo e um lenhoso descontínuo dispersos na paisagem (Sankaran et al., 2004; Scholes and Archer, 1997). Elas ocorrem em 20% da superfície terrestre (Collinson, 1988) e cobrem de 15 a 24,4 milhões de km² na América do Sul, África e Ásia (Silva and Bates, 2002). Na região central do Brasil, na América do Sul, está concentrada a maior área de savana tropical, a qual é denominada Cerrado (Silva and Bates, 2002). O Cerrado abriga 12.356 espécies catalogadas até 2008 (Mendonça et al., 2008) e alto nível de endemismo (Machado et al., 2004), o que a levou a ser considerada a savana mais rica do mundo. Além disso, o Cerrado possui elevada heterogeneidade de habitats, com evidentes variações edáficas, climáticas, geológicas e vegetacionais (Silva et al., 2006).

Diferentes fatores como a altitude (Motta et al., 2002; Ratter et al., 2003), o clima (Silva et al., 2006) e as propriedades edáficas (e.g. disponibilidade hídrica, fertilidade e textura; Ferreira *et al.* 2009, Goodland & Pollard 1973, Marimon Junior & Haridasan 2005, Mews *et al.* no prelo) são citados como determinantes da ocorrência e distribuição das espécies lenhosas no Cerrado. Recentemente, a distância geográfica tem sido incluída em estudos ecológicos de comunidades como fator que também influencia a distribuição de espécies (Legendre et al., 2002; Peres-Neto and Legendre, 2010). Por exemplo, Mews *et al.* (no prelo) que estudaram a influência do espaço, do clima e das características do substrato sobre a vegetação arbórea em áreas de Cerrado Rupestre (CR) e Cerrado Típico (CT) no Brasil Central e encontraram que as propriedades edáficas têm papel mais importante na diferenciação dos padrões florísticos do que o clima e a distância entre as áreas. Contudo, o referido estudo considerou os ambientes (CR e CT) em conjunto. Tendo em vista que os substratos diferem largamente, é relevante investigar o papel do espaço e do solo para cada ambiente separadamente, já que diferentes preditores podem reger a ocorrência e abundância das espécies lenhosas em cada ambiente.

Neste estudo, nós investigamos a influência do ambiente (propriedades químicas e granulométricas do solo) e do espaço (distância geográfica) nos padrões florísticos de plantas lenhosas de formações savânicas de Cerrado sobre solos profundos e relevo plano (Cerrado Típico - CT) e sobre solos rasos, com afloramentos de rocha e relevo íngreme (Cerrado Rupestre - CR) para entender como os componentes edáfico e

espacial individualmente modulam os padrões florísticos nestes ambientes que diferem largamente. Para atender aos objetivos propostos, formulamos as seguintes questões: i) as propriedades edáficas diferem entre sítios de CR? E entre sítios de CT? ii) as propriedades edáficas e o espaço influenciam a dissimilaridade florística entre ambientes de Cerrado Rupestre e Cerrado Típico adjacentes? iii) a contribuição dos componentes edáfico e espacial para os padrões de ocorrência e abundância de espécies diferem entre CR e CT?

Material e Métodos

Área de estudo. Realizamos este estudo em ambientes de savana em relevo plano e substrato profundo (Cerrado Típico - CT) e em relevo íngreme e substrato raso e com afloramentos rochosos (Cerrado Rupestre - CR) (*sensu* Ribeiro & Walter 2008) localizados nos municípios de Nova Xavantina e Ribeirão Cascalheira, no leste mato-grossense (Tabela 1; Figura 1). As altitudes das localidades que amostramos variaram entre 291 e 449 m. O clima da região é sazonal, com dois períodos bem definidos: um chuvoso (outubro a março) e outro seco (maio a setembro) (Silva et al., 2008).

Tabela 2. Características de sítios de Cerrado Rupestre = CR e Cerrado Típico = CT amostrados nos municípios de Nova Xavantina (*) e Ribeirão Cascalheira (#) no leste mato-grossense.

Sítios	Litologia	Coordenadas geográficas
CR1*	Quartzito	14°42'41,71"S 52°20'51,45"O
CT1*	Cambissolo	14°42'28,53"S 52°20'58,69"O
CR2*	Arenito	14°44'41,40"S 52°32'60,00"O
CT2*	Areia quartzosa	14°44'8,18"S 52°34'58,40"O
CR3*	Quartzito	14°48'42,41"S 52°35'24,08"O
CT3*	Areia quartzosa	14°48'45,51"S 52°34'23,73"O
CR4#	Arenito	13°00'09,80"S 51° 45' 12,5"O
CT4#	Areia quartzosa	12°50'03,30"S 51°45'55,7"O

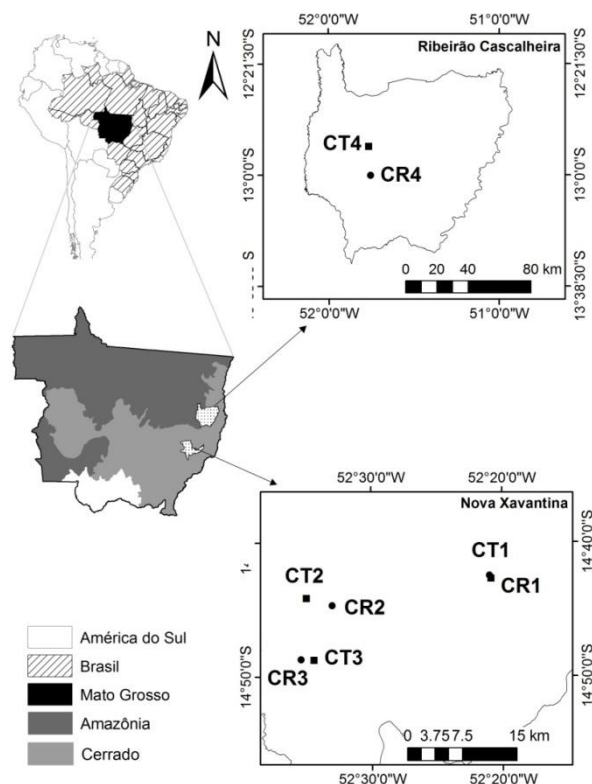


Figura 1. Sítios adjacentes de Cerrado Rupestre = CR (●) e Cerrado Típico = CT (■) amostrados no leste mato-grossense, Brasil.

Coleta de dados. Nos sítios de Nova Xavantina (CR1, CR2, CR3, CT1, CT2 e CT3) estabelecemos 10 parcelas de 20×50 m (um hectare), mantendo distância mínima de 50 m entre elas. Nos sítios de Ribeirão Cascalheira, nós demarcamos uma parcela contígua de 100×100 m (um hectare) em cada ambiente (CR4 e CT4), a qual foi dividida em 25 parcelas de 20×20 m.

Em cada sítio, identificamos todos os indivíduos vivos da vegetação lenhosa (incluindo lianas e monocotiledôneas das famílias Velloziaceae e Arecaceae) com diâmetro de base medido a 30 cm do solo ($Db_{30\text{ cm}} \geq 5$ cm). Quando não foi possível identificá-los em campo, coletamos material botânico para comparações com a coleção do Herbário NX ou encaminhamos para especialistas. Classificamos as espécies de acordo com o sistema (APG III 2009) e conferimos a nomenclatura das espécies na Lista de Espécies da Flora do Brasil (2015).

Coletamos amostras de solo por parcela (uma amostra no centro e duas próximas de dois vértices diagonais) para compor uma amostra composta, na profundidade de 0-20 cm (Ruggiero *et al.* 2002). Submetemos as amostras de solo a análises químicas e

granulométricas. Registramos as coordenadas geográficas no centro de cada parcela para compor a matriz espacial.

Análise de dados. Posteriormente as análises edáficas, selecionamos 11 variáveis por meio de PCA e consulta a literatura (Ruggiero *et al.* 2002, Ruggiero *et al.* 2006, Silva & Batalha 2008, Messias *et al.* 2013). Os nomes e as descrições das variáveis constam no Apêndice 1. Classificamos os solos dos ambientes quanto a textura (areia, argila e silte), a saturação de bases, a saturação de alumínio e a acidez (pH) adotando o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2006). Comparamos as variáveis edáficas entre os pares de sítios de cada ambiente mediante análises de Kruskal-Wallis, uma vez que os pressupostos de normalidade dos resíduos e homogeneidade de variâncias não foram atendidos. Empregamos o teste *post hoc* de Mann-Whitney para comparações par a par, com correção de Bonferroni.

Para as análises seguintes, nós construímos uma matriz de composição florística composta pela abundância das espécies, uma matriz ambiental composta pelas variáveis edáficas previamente selecionadas e uma matriz espacial composta pela latitude e longitude de cada parcela. Aplicamos à matriz de composição florística a transformação de *Hellinger*, indicada para análises com dados de abundância de espécies (Legendre and Gallagher, 2001). Padronizamos a matriz edáfica para corrigir as diferenças em unidades das diferentes variáveis do solo (exceto pH).

Para avaliar a relação entre as propriedades edáficas e a variação florística entre os ambientes, nós empregamos Análise de Redundância parcial (pRDA). Nesta análise, geramos filtros espaciais *Moran's Eigenvector Maps (MEMs)*, a partir da matriz espacial (coordenadas geográficas por parcela), para controlar possíveis vieses gerados pela autocorrelação espacial. Para confirmar a significância dos grupos formados pela RDA, nós realizamos Análise de Variância (ANOVA) com permutações.

Utilizamos a Análise de Partição de Variância baseada em modelos de RDA (Análise de Redundância) (Dray *et al.*, 2012; Legendre *et al.*, 2012) para cada ambiente separadamente, para avaliar o efeito das propriedades edáficas e do espaço isoladamente e em conjunto, em cada um dos dois ambientes. Geramos filtros espaciais *Moran's Eigenvector Maps (MEMs)* (Borcard *et al.*, 2011; Legendre and Legendre, 2012), utilizando a matriz espacial. Testamos a significância dos *MEMs* pelo teste de Moran I (Borcard *et al.*, 2011; Legendre *et al.*, 2012; Peres-Neto and Legendre, 2010). Em cada partição, realizamos uma Análise de Redundância (RDA) para selecionar progressivamente (Blanchet *et al.*, 2008) os filtros espaciais e outra RDA para

selecionar, progressivamente, as variáveis edáficas (Peres-Neto and Legendre, 2010). Por fim, utilizamos Análise de Variância (ANOVA) com permutações (Legendre and Legendre, 2012) para testar a significância das frações puras (edáfica e espacial).

Realizamos todas as análises no ambiente R 3.2.2 (R Core Team 2015). Na análise de Kruskal-Wallis utilizamos o pacote *spgirmess* (Giraudoux, 2015); na RDA usamos o pacote *vegan* (Oksanen et al., 2015); nas análises de Partição de Variância utilizamos os pacotes *ade4* (Dray and Dufour, 2007), *spacemakeR* (Dray, 2013), *spdep* (Bivand et al., 2013), *venneuler* (Wilkinson, 2011), *rJava* (Urbanek, 2015) e *tripack* (Renka et al., 2015). Empregamos 999 aleatorizações nas ANOVAs e adotamos nível de significância de 5% em todas as análises.

Resultados

De forma geral tanto os solos do Cerrado Rupestre quanto os de Cerrado Típico foram classificados como hiperdistróficos ($< 35\%$ do percentual de saturação de bases), álicos ($\geq 50\%$ saturação por alumínio), ácidos ($\text{pH} < 6,6$) e com textura arenosa. No entanto, o Cerrado Rupestre apresentou maior variabilidade entre as localidades em relação ao Cerrado Típico. Houve diferença entre sítios para todas as variáveis edáficas analisadas em Cerrado Rupestre em pelo menos um dos quatro sítios, enquanto no Cerrado Típico, a concentração de alumínio, o pH, a quantidade de silte e areia foram bastante homogêneas entre os quatro sítios amostrados (Tabela 2).

Tabela 2. Propriedades químicas e granulométricas dos solos em sítios de Cerrado Rupestre e Cerrado Típico amostrados no leste mato-grossense, Brasil.

Variáveis edáficas	Cerrado Rupestre				Cerrado Típico			
	CR1	CR2	CR3	CR4	CT1	CT2	CT3	CT4
Cálcio (cmolc/dm ³) (mE/100 ml)	0,30 ^{ab}	0,20 ^a	0,65 ^b	0,20 ^a	0,61 ^a	0,23 ^{ab}	0,23 ^{ab}	0,23 ^b
Alumínio (cmolc/dm ³) (mE/100 ml)	1,72 ^a	0,74 ^{bc}	1,47 ^{ab}	0,56 ^c	0,85 ^a	0,51 ^{ab}	0,50 ^{ab}	0,41 ^b
Fósforo (MEHLICH (mg/dm ³) (ppm))	5,96 ^a	4,42 ^{ab}	6,87 ^a	2,44 ^b	5,22 ^a	3,91 ^a	3,71 ^a	1,45 ^b
Matéria Orgânica (g/dm ³)	26,8 ^{ab}	20,80 ^{ac}	31,60 ^b	19,04 ^c	20,40 ^a	14,00 ^a	14,00 ^a	10,40 ^b
Sódio (mg/dm ³ (ppm))	6,20 ^a	5,80 ^a	7,90 ^a	13,72 ^b	6,70 ^a	6,90 ^a	7,10 ^a	13,12 ^b
Capacidade de Troca Catiônica	9,46 ^a	6,00 ^{ab}	8,04 ^a	4,07 ^b	6,77 ^a	4,25 ^{ab}	3,55 ^{bc}	3,06 ^c
Saturação de bases (%)	7,64 ^a	7,84 ^a	18,13 ^b	13,26 ^b	17,05 ^{ab}	11,37 ^a	12,61 ^{ab}	15,47 ^b
Saturação de alumínio (%)	71,89 ^a	63,25 ^{ab}	53,00 ^b	55,35 ^b	47,78 ^a	53,36 ^a	55,02 ^a	50,08 ^a
pH (CaCl ₂)	3,67 ^a	3,69 ^{ab}	3,97 ^b	3,81 ^{ab}	4,02 ^a	3,97 ^a	3,85 ^a	3,97 ^a
Silte (g/Kg)	42,00 ^{ab}	36,00 ^a	47,00 ^b	44,40 ^b	42,00 ^a	38,00 ^a	36,00 ^a	35,6 ^a
Areia (g/Kg)	880,00 ^{ab}	894,00 ^a	854,00 ^b	856,00 ^b	877,00 ^a	890,00 ^a	895,00 ^a	887,2 ^a

Valores com letras diferentes indicam diferenças significativa pelo teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$), realizado para cada ambiente separadamente.

Os ambientes de Cerrado Rupestre e Cerrado Típico formaram grupos distintos de acordo com a composição florística e as relações com as propriedades químicas e granulométricas dos solos ($F_{(11, 96)} = 2,782; p < 0,01$). Os dois primeiros eixos da RDA explicaram 33,92% e 28,24%, respectivamente, da variação na composição florística e nas propriedades edáficas com distinção entre os dois ambientes. Os sítios de Cerrado Rupestre estão associados a solos com maior disponibilidade de nutrientes (maiores valores de matéria orgânica, capacidade de troca catiônica, mais ácidos (maiores valores de saturação de alumínio) e com textura mais fina (maiores valores de silte). Os sítios de Cerrado Típico apresentam solos com menor disponibilidade de nutrientes, menor acidez (alto valor de pH) e com textura mais grossa (maior valor de areia). Notamos ainda, comparado ao Cerrado Típico, maior amplitude de variação das parcelas dentro de um mesmo sítio de Cerrado Rupestre, o que sugere maior heterogeneidade florística e edáfica.

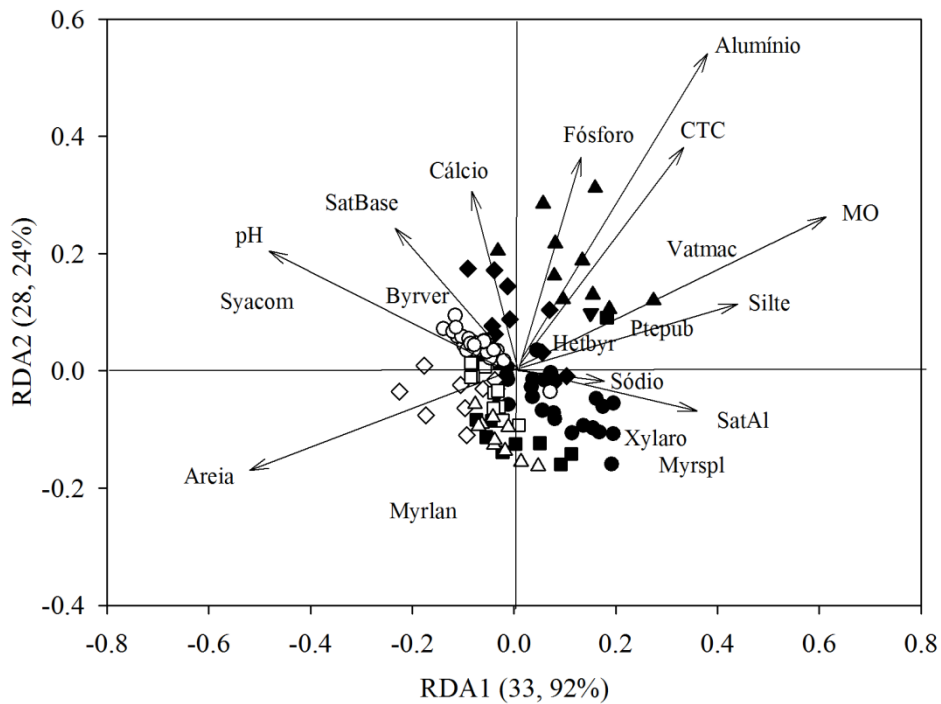


Figura 2. Análise de redundância para espécies lenhosas de sítios adjacentes de Cerrado Rupestre = CR e Cerrado Típico = CT amostrados no leste mato-grossense, Brasil. (CR1 = ◆; CT1 = ◇; CR2= ■; CT2= □; CR3=▲; CT3= △; CR4= ●; CT4= ○). SatAl = Saturação de Alumínio (%); SatBase = Saturação de bases (%); CTC = Capacidade de troca catiônica; MO= Matéria orgânica (g/dm³); Syacom = *Syagrus comosa*; Byrver = *Byrsonima verbascifolia*; Myrlan= *Myrcia lanuginosa*; Xylaro = *Xylopiya aromatica*; Vatmac = *Vatairea macrocarpa*; Ptepub = *Pterodon pubescens*; Hetbyr = *Heteropterys byrsonimifolia*; Myrspl = *Myrcia splendens*.

A contribuição individual do solo e do espaço na ocorrência e abundância de espécies lenhosas diferiu entre os ambientes CR e CT. No CR, a variação na composição florística foi explicada pela variabilidade espacial ($F_{(3,47)} = 2,468$; $p < 0,01$), pela variação das propriedades edáficas ($F_{(4,47)} = 2,254$; $p < 0,01$), mas principalmente, pela fração compartilhada entre o espaço e as variáveis do solo (Figura 3a). Apesar disso, o componente espacial e as propriedades do solo explicaram somente 37% da variabilidade da composição florística nos sítios de CR. Também no CT, a variação na composição florística foi explicada pela fração puramente espacial ($F_{(12,36)} = 2,032$; $p = 0,03$), pela fração puramente edáfica ($F_{(6,36)} = 1,210$; $p < 0,01$) e, principalmente, pela fração compartilhada entre o espaço e as propriedades edáficas (Figura 3b). O modelo completo explicou 46% da variação.

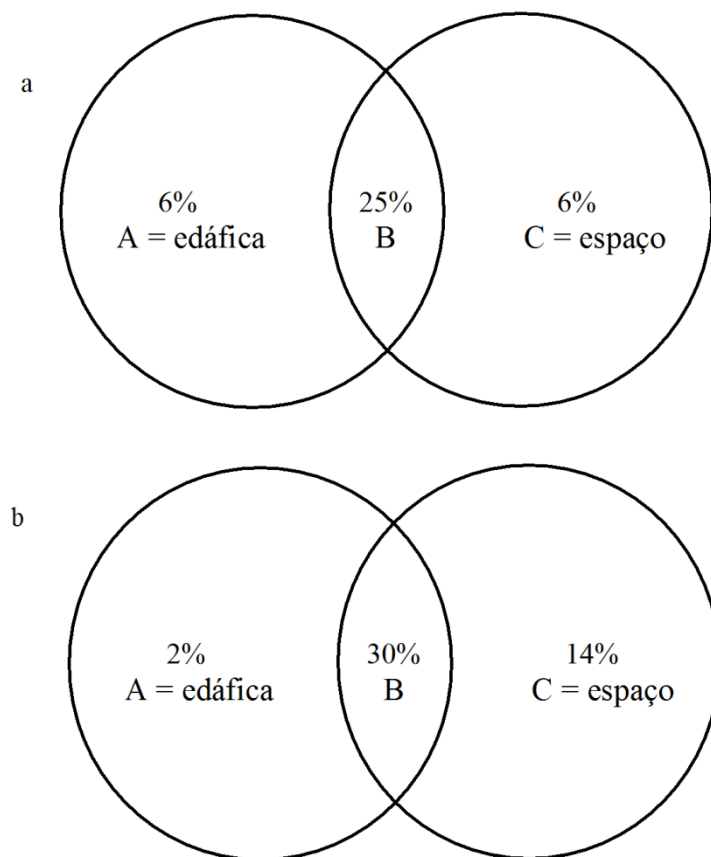


Figura 3. Partição de variância entre os componentes que explicam a variação na composição florística entre sítios de Cerrado Rupestre (a) e de Cerrado Típico (b) amostrados no leste mato-grossense, Brasil. A e C = frações puras; B = fração compartilhada. Resíduos a = 63%; b = 54%.

Discussão

Mostramos nesse estudo que sítios de savana sobre solos rasos e com afloramentos rochosos (Cerrado Rupestre) possuem propriedades edáficas mais variáveis tanto entre quanto dentro dos sítios, enquanto áreas de savana sobre solo profundo e plano (Cerrado Típico) apresentam propriedades edáficas mais homogêneas. Conceição *et al.* (2007) e Messias *et al.* (2013) também encontraram variações nas propriedades edáficas entre áreas de Cerrado Rupestre sobre solos com diferentes litologias (tipos de rochas). Em nosso estudo, a clara separação das áreas de arenito (CR2 e CR4) menos férteis e de quartzito (CR1 e CR3) mais férteis para o CR indica que as diferentes litologias no ambiente CR tendem a promover diferenças na vegetação. Para o CT, no entanto, não notamos separação entre as parcelas do sítio de cambissolo (CT1) e aqueles de areia quartzosa (CT2, CT3 e CT4), o que indica que comparado ao CT, o tipo de solo do CR tende a contribuir para uma maior heterogeneidade nas propriedades edáficas e florísticas. Adicionalmente, os maiores teores de MO e de silte associados aos sítios de Cerrado Rupestre sugerem maior capacidade de retenção de água dos solos.

A dissimilaridade florística entre CR e CT está associada às variações no ambiente edáfico uma vez que os ambientes de CR são correlacionados a solos com maior disponibilidade de nutrientes e de matéria orgânica, mais ácidos e com textura mais fina e presumivelmente com maior capacidade de retenção de água. Por outro lado, sítios de CT são correlacionados a solos com menor disponibilidade de nutrientes, menor acidez, com textura mais grossa e menor capacidade de retenção de água. Esses achados corroboram outros trabalhos que evidenciaram que as propriedades edáficas influenciam a composição e a estrutura de plantas lenhosas entre ambientes de CR e CT (Abreu *et al.* 2012, Mews *et al.* no prelo). Propriedades edáficas como profundidade, fertilidade, variáveis físicas do solo, presença de concreções e proximidade do lençol freático à superfície são determinantes para as diferenças entre as fitofisionomias de Cerrado (Haridasan, 2000). Marimon Junior & Haridasan (2005) encontraram distinção entre Cerrado Típico (vegetação savânica) e Cerradão (vegetação florestal) em função da textura do solo e conseqüentemente da disponibilidade de água para as plantas, isto é solos com maior disponibilidade de água tendem a apresentar uma vegetação com ocorrência de espécies florestais. No entanto, a distinção florística notada entre ambientes de CR e CT é complexa, uma vez que envolve diferentes fatores como fertilidade (presente estudo, Goodland & Pollard 1973), textura (presente estudo,

Marimon Junior & Haridasan 2005) e capacidade de retenção de água (presente estudo), além da maior heterogeneidade dos solos de CR em relação aos solos de CT conforme descrito mais acima.

Outra evidência da maior fertilidade do solo e menor restrição hídrica no CR foi a ocorrência das espécies *Xylopia aromatica*, *Vatairea macrocarpa*, *Pterodon pubescens*, *Heteropterys byrsonimifolia* e *Myrcia splendens* como indicadores de CR. Estas espécies são comumente citadas para o Cerradão (Maracahipes et al., 2015; Marimon Junior and Haridasan, 2005), que geralmente apresenta solos com maior disponibilidade de nutriente ou maior disponibilidade hídrica. Em contrapartida, as espécies associadas ao CT (*Syagrus comosa*, *Byrsonima verbascifolia* e *Myrcia lanuginosa*) raramente são registradas em Cerradão. Devido à grande heterogeneidade do ambiente CR, há a formação de microssítios nas fendas mais profundas entre rochas, nos quais há acúmulo de serapilheira, com formação de um substrato mais orgânico (Benites *et al.* 2007) e consequentemente maior fertilidade e umidade. É nesses sítios que em geral se estabelecem as espécies citadas acima e até mesmo espécies típicas de formações florestais sobre solos eutróficos e com maior fertilidade como *Tapirira guianensis*, *Diospyros sericea* e *Hirtella glandulosa* (que também foram amostradas em sítios de CR do presente estudo).

Pela primeira vez nós mostramos que o solo e a variabilidade espacial diferem entre Cerrado Rupestre e Cerrado Típico em termos de grau de importância para explicar a composição florística destes ambientes. No CR, os efeitos do solo e do espaço são iguais, enquanto no CT, o espaço é mais importante para explicar a variação florística. Mews *et al.* (no prelo) e Abreu *et al.* (2012) encontraram que as variações nas propriedades do solo entre áreas de CR e CT são tão pronunciadas que a distância geográfica entre as áreas tem pouca relevância para explicar os padrões florísticos. Já trabalhos realizados somente com áreas sobre afloramentos rochosos também evidenciaram que as variáveis ambientais são mais importantes para explicar a composição florística do que a distância geográfica (Conceição *et al.* 2007, Santos *et al.* 2012b). Nossos achados corroboram em parte esses resultados, uma vez que encontramos tanto fatores edáficos quanto espaciais como determinantes das variações florísticas encontradas para o ambiente CR. Por outro lado, os resultados supracitados contrariam nossos achados para o ambiente CT, onde o espaço explicou sete vezes mais a composição florística do que o ambiente edáfico. Maracahipes-Santos (2015) num estudo entre Cerradão, Cerrado Típico e Cerrado Denso também relacionou o maior

efeito do espaço na dissimilaridade florística com a homogeneidade nas variáveis edáficas entre esses ambientes. Assim, em ambientes com substratos mais homogêneos como o Cerrado Típico, o espaço pode ser melhor preditor de variações na composição florística. Ao contrário, ambientes com maior heterogeneidade no substrato, como o Cerrado Rupestre as propriedades edáficas locais atuam como filtro de seleção das espécies. Em um trabalho recente, Mews *et al.* (no prelo) encontraram evidências de que as propriedades edáficas, e não do espaço, tem maior influência sobre a composição de espécies de sítios de Cerrado Rupestre e Cerrado Típico no Brasil Central. Os autores afirmam que a heterogeneidade dos solos entre os dois ambientes poderia explicar os resultados, uma vez que as análises foram empregadas para os dois ambientes em conjunto.

Concluimos que o espaço e o solo influenciam a dissimilaridade florística entre os ambientes savânicos sobre substratos largamente distintos (Cerrado Rupestre e Cerrado Típico), evidenciando que diferentes variáveis edáficas estão relacionadas com cada ambiente. Também mostramos, pela primeira vez, que os determinantes da composição florística diferem entre os ambientes. Espaço e solo influenciam igualmente a vegetação e a flora em ambientes mais heterogêneos como o CR. Já em ambientes homogêneos como o CT, a distância entre as áreas tem papel mais importante do que as propriedades do solo. Dessa forma, recomendamos que novos estudos comparativos entre Cerrado Rupestre e Cerrado Típico considerem a relação entre os fatores estruturadores e a flora independentemente para cada um dos dois ambientes.

Referências bibliográficas

- Abreu, M.F., Pinto, J.R.R., Maracahipes, L., Gomes, L., Oliveira, E.A. De, Marimon, B.S., Marimon Junior, B.H., Farias, J. De, 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 J. Bot.* 35, 259–272. doi:10.1590/S1806-99592012000300005
- Anderson, M.J., 2006. Distance-based tests for homogeneity of multivariate dispersions. *Biometrics* 62, 245–253. doi:10.1111/j.1541-0420.2005.00440.x
- Anderson, M.J., 2001. A new method for non parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecol.* 26, 32–46. doi:10.1111/j.1442-9993.2001.01070.pp.x

- Anderson, M.J., Ellingsen, K.E., McArdle, B.H., 2006. Multivariate dispersion as a measure of beta diversity. *Ecol. Lett.* 9, 683–693. doi:10.1111/j.1461-0248.2006.00926.x
- APG, I., 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants : APG III. *Bot. J. Linn. Soc.* 105–121.
- Benites, V.M., Schaefer, C.E.G.R., Simas, F.N.B., Santos, H.G., 2007. Soils associated with rock outcrops in the Brazilian mountain ranges Mantiqueira and Espinhaço. *Rev. Bras. Botânica* 30, 569–577. doi:10.1590/S0100-84042007000400003
- Bivand, R.S., Hauke, J., Kossowski, T., 2013. Computing the Jacobian in Gaussian spatial autoregressive models: An illustrated comparison of available methods [WWW Document]. *Geogr. Anal.* 45(2).
- Blanchet, G., Legendre, P., Borcard, D., 2008. Forward selection of spatial explanatory variables. *Ecology* 89, 2623–2632. doi:10.1890/07-0986.1
- Borcard, D., Gillet, F., Legendre, P., 2011. *Numerical Ecology with R*, Springer. New York.
- Collinson, A.S., 1988. Tropical formations with conspicuous grasslands: savannas., in: COLLINSON, A.S. (Ed.), *Introduction to World Vegetation*. Unwin Hyman Ltd, London, pp. 232–248.
- Conceição, A.A., Pirani, J.R., Meirelles, S.T., 2007. Floristics, structure and soil of insular vegetation in four quartzite-sandstone outcrops of “Chapada Diamantina”, Northeast Brazil. *Rev. Bras. Botânica* 30, 641–656. doi:10.1590/S0100-84042007000400009
- Dray, S., 2013. spacemaker: Spatial modelling [WWW Document]. R Packag. version 0.0-5/r113. URL <http://R-Forge.R-project.org/projects/sedar/>
- Dray, S., Dufour, A.B., 2007. The ade4 package: implementing the duality diagram for ecologists [WWW Document]. *J. Stat. Software.* 22(4) 1-20.
- Dray, S., Péliissier, R., Couteron, P., Fortin, M.J., Legendre, P., Peres-Neto, P.R., Bellier, E., Bivand, R., Blanchet, F.G., De Cáceres, M., Dufour, a. B., Heegaard, E., Jombart, T., Munoz, F., Oksanen, J., Thioulouse, J., Wagner, H.H., 2012. Community ecology in the age of multivariate multiscale spatial analysis. *Ecol. Monogr.* 82, 257–275. doi:10.1890/11-1183.1
- Embrapa, 2006. *Sistema brasileiro de classificação de solos*, 2^a edição. ed. Rio de Janeiro.
- Ferreira, J.N., Bustamante, M.M.C., Davidson, E.A., 2009. Linking woody species diversity with plant available water at a landscape scale in a Brazilian savanna. *J. Veg. Sci.* 20, 826–835. doi:10.1111/j.1654-1103.2009.01076.x

- Giraudoux, P., 2015. *pgirmess: Data Analysis in Ecology* [WWW Document]. R Packag. version 1.6.2. URL <http://cran.r-project.org/package=pgirmess>
- Goedert, W.J., Wagner, E., Barcelhos, A.O., 2008. Savanas Tropicais: dimensão histórica e perspectivas, in: Faleiro, F.G., Farias-Neto, A.L. (Eds.), *Savanas: Desafios E Estratégias Para O Equilíbrio Entre Sociedade, Agronegócio E Recursos Naturais*. Embrapa Cerrados, Planaltina, pp. 49–80.
- 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. Brasilica* 25, 865–875. doi:10.1590/S0102-33062011000400013
- Goodland, R., Pollard, R., 1973. The Brazilian Cerrado Vegetation : A Fertility Gradient. *J. Ecol.* 61, 219–224. doi:10.2307/2258929
- Gotelli, N.J., Colwell, R.K., 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness . *Ecol. Lett.* 4, 379–391. doi:10.1046/j.1461-0248.2001.00230.x
- Hammer, Ø., Harper, D. a. T., Ryan, P.D., 2001. Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontol. Electron.* 4, 9–18. doi:10.1016/j.bcp.2008.05.025
- Haridasan, M., 2000. NUTRIÇÃO MINERAL DAS PLANTAS NATIVAS DO CERRADO. *Rev. Bras. Fisiol. Veg.* 12, 68–83.
- IBGE, 2004. Mapa de Biomas do Brasil, primeira aproximação. [WWW Document]. IBGE. URL www.ibge.gov.br.
- Klink, C.A., Machado, R.B., 2005. A conservação do Cerrado brasileiro. *Megadiversidade* 1, 147–155.
- Legendre, P., Borcard, D., Roberts, D.W., 2012. Variation partitioning involving orthogonal spatial eigenfunction submodels. *Ecology* 93, 1234–1240. doi:10.1890/11-2028.1
- Legendre, P., Dale, M.R.T., Fortin, M., Gurevitch, J., Fortin, M., Hohn, M., Myers, D., 2002. The Consequences of Spatial Structure for the Design and Analysis of Ecological Field Surveys The consequences of spatial structure for the design and analysis of ecological field surveys. *Ecography (Cop.)*. 5, 601–615.
- Legendre, P., Gallagher, E.D., 2001. Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. *Oecologia* 129, 271–280. doi:10.1007/s004420100716
- Legendre, P., Legendre, L., 2012. *Numerical Ecology*, 3. ed. ed. Elsevier, Oxford.
- Lemos, H.L., Pinto, J.R.R., Mews, H.A., Lenza, E., 2013. Structure and floristic relationships between Cerrado sensu stricto sites on two types of substrate in

northern Cerrado, Brazil. *Biota Neotrop.* 13, 0–12. doi:10.1590/S1676-06032013000400013

- Lenza, E., Pinto, J.R.R., Pinto, A.D.S., Maracahipes, L., Bruziguessi, E.P., 2011. Comparação da vegetação arbustivo-arbórea de uma área de cerrado rupestre na Chapada dos Veadeiros, Goiás, e áreas de cerrado sentido restrito do Bioma Cerrado. *Rev. Bras. Botânica* 34, 247–259. doi:10.1590/S0100-84042011000300002
- Lima, T.A., Pinto, J.R.R., Lenza, E., Pinto, A.D.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, 0–0. doi:10.1590/S1676-06032010000200020
- Lista de Espécies da Flora do Brasil, 2015. Lista de Espécies da Flora do Brasil 2015 [WWW Document]. *Jard. Botânico do Rio Janeiro*. URL <http://floradobrasil.jbrj.gov.br>
- Machado, R.B., Neto, M.G.P., Caldas, E.F., Gonçalves, D. a., Santos, N. a., Tabor, K., Steininger, M., 2004. Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. *Conserv. Int. - Bras.* 1–23. doi:10.1590/S0104-42302007000600013
- Magurran, A.E., 2011. Medindo a diversidade biológica. Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Maracahipes, L., Eddie, S., Josias, L., Schwantes, B., Pedro, M., Ben, V.E., Marimon, H., Feldpausch, T.R., 2015. Diversity , floristic composition , and structure of the woody vegetation of the Cerrado in the Cerrado – Amazon transition zone in Mato Grosso , Brazil. *Brazilian J. Bot.* doi:10.1007/s40415-015-0186-2
- Maracahipes, L., Lenza, E., Marimon, B.S., Oliveira, E.A. De, Pinto, J.R.R., Marimon Junior, B.H., 2011. Estrutura e composição florística da vegetação lenhosa em cerrado rupestre na transição Cerrado-Floresta Amazônica, Mato Grosso, Brasil. *Biota Neotrop.* 11, 133–141. doi:10.1590/S1676-06032011000100013
- Maracahipes- Santos, L., 2015. Efeito do solo e do espaço sobre o gradiente fitofisionômico da vegetação lenhosa na transição Cerrado-Amazônia, Mato Grosso, Brasil, in: *Dissertação de Mestrado*. pp. 27–40.
- 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. Brasilica* 19, 913–926. doi:10.1590/S0102-33062005000400026
- Méio, B.B., Freitas, C. V., Jatobá, L., Silva, M.E.F., Ribeiro, J.F., Henriques, R.P.B., 2003. Influência da flora das florestas Amazônica e Atlântica na vegetação do cerrado sensu stricto. *Rev. Bras. Botânica* 26, 437–444. doi:10.1590/S0100-84042003000400002

- Mendonça, R.C., Felfili, J.M., Walter, B.T., Silva-Júnior, 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., in: Sano, S.M., Almeida, S.P., Ribeiro, J.F. (Eds.), Cerrado: Ecologia E Flora. Embrapa-CPAC, Planaltina, pp. 421–1279.
- Messias, M.C.T.B., Leite, M.G.P., Meira Neto, J.A.A., Kozovits, A.R., Tavares, R., 2013. Soil-Vegetation Relationship in Quartzitic and Ferruginous Brazilian Rocky Outcrops. *Folia Geobot.* 48, 509–521. doi:10.1007/s12224-013-9154-4
- 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. *Biodivers. Conserv.* 23, 1119–1131. doi:10.1007/s10531-014-0651-4
- Mews, H.A., Pinto, J.R.R., Eisenlohr, P. V., Lenza, E., n.d. No Evidence of Intrinsic Spatial Processes Driving Neotropical Savanna Vegetation on Different Substrates. *Biotropica*.
- Miranda, S.C., Silva Júnior., M.C., Salles, L.A., 2007. A comunidade lenhosa de cerrado rupestre na Serra Dourada, Goiás. *Heringeriana* 43–53.
- Moreira, A.G., 2000. Effects of fire protection on savanna structure in Central Brazil. *J. Biogeogr.* 1021–1029.
- 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. *Pesqui. Agropecu. Bras.* 37, 869–878. doi:10.1590/S0100-204X2002000600017
- Moura, I.O., Ribeiro, K.T., Takahasi, A., 2011. Amostragem da vegetação em ambientes rochosos., in: Felfili, J.M., Eisenlohr, P.V., Melo, M.M.R.F., Andrade, L.A., Meira Neto, J.A.A. (Eds.), *Fitossociologia No Brasil Métodos E Estudos de Casos*. Editora UFV, Viçosa, pp. 255–294.
- Oksanen, J., Blanchet, F.G., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P.R., O’Hara, R.B., Simpson, G.L., Solymos, P., Stevens, M.H.H., Wagner, H., 2015. *vegan: Community Ecology Package*. [WWW Document]. R Packag. version 2.3-1. URL <http://cran.r-project.org/package=vegan>
- Oliveira-Filho, A.T., Ratter, J.A., 2002. Vegetation physiognomies and woody flora of the Cerrado Biome, in: OLIVEIRA, P.S., MARQUIS, R.J. (Eds.), *The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna*. Columbia University Press, New York, pp. 91–120.
- Peres-Neto, P.R., Legendre, P., 2010. Estimating and controlling for spatial structure in the study of ecological communities. *Glob. Ecol. Biogeogr.* 19, 174–184. doi:10.1111/j.1466-8238.2009.00506.x

- Pinto, J.R.R., Lenza, E., Pinto, A.D.S., 2009. Composição florística e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea em um cerrado rupestre, Cocalzinho de Goiás, Goiás. *Rev. Bras. Botânica* 32, 23–32. doi:10.1590/S0100-84042009000100002
- Ratter, J. a., Bridgewater, S., Ribeiro, J.F., 2003. Analysis of the Floristic Composition of the Brazilian Cerrado Vegetation Iii: Comparison of the Woody Vegetation of 376 Areas. *Edinburgh J. Bot.* 60, 57–109. doi:10.1017/S0960428603000064
- Reatto, A., Correia, J.R., Spera, S.T., 2008. Solos do Bioma do Cerrado: aspectos pedológicos, in: Sano, S.M., Almeida, S.P., Ribeiro, J. (Ed.), *Cerrado: Ecologia E Flora*. Embrapa-CPAC, Planaltina, pp. 107–149.
- Renka, R.J., Eglén, S., Zuyev, S., White, D., 2015. tripack: Triangulation of Irregularly Spaced Data [WWW Document]. R Packag. version 1.3-7. URL <http://cran.r-project.org/package=tripack>
- Ribeiro, J.F., Walter, B.M.T., 2008. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado, in: Sano, S.M., Almeida, S.P., Ribeiro, J.F. (Ed.), *Cerrado: Ecologia E Flora*. Embrapa-CPAC, Planaltina, pp. 151–212.
- Ruggiero, P.G.C., Batalha, M.A., Pivello, V.R., Meirelles, S.T., 2002. Soil-vegetation relationships in cerrado (Brazilian savanna) and semideciduous forest, Southeastern Brazil. *Plant Ecol.* 160, 1–16. doi:10.1023/A:1015819219386
- Ruggiero, P.G.C., Pivello, V.R., Sparovek, G., Teramoto, E., Pires Neto, A.G., 2006. Relação entre solo, vegetação e topografia em área de cerrado (Parque Estadual de Vassununga, SP): como se expressa em mapeamentos? *Acta Bot. Brasilica* 20, 383–394. doi:10.1590/S0102-33062006000200013
- Sankaran, M., Ratnam, J., Hanan, N.P., 2004. Tree-grass coexistence in savannas revisited - insights from an examination of assumptions and mechanisms invoked in existing models. *Ecol. Lett.* 7, 480–490. doi:10.1111/j.1461-0248.2004.00596.x
- Santos, T.R.R. Dos, Pinto, J.R.R., Lenza, E., Mews, H.A., 2012. The tree-shrub vegetation in rocky outcrop cerrado areas in Goiás State, Brazil. *Brazilian J. Bot.* 35, 281–294. doi:10.1590/S1806-99592012000300007
- Santos, T.R.R., Pinto, J.R.R., Lenza, E., 2012. Floristic relationships of the woody component in rocky outcrops savanna areas in Central Brazil. *Flora* 207, 541–550. doi:10.1016/j.flora.2012.06.015
- Scholes, R.J., Archer, S.R., 1997. Tree-Grass Interactions. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 28, 517 – 544.
- Silva, D.M., Batalha, M.A., 2008. Soil-vegetation relationships in cerrados under different fire frequencies. *Plant Soil* 311, 87–96. doi:10.1007/s11104-008-9660-y
- Silva, F.A.M., Assad, E.D., Evangelista, B.A., 2008. Caracterização Climática do Bioma Cerrado., in: Sano, S.M., Almeida, S.P., Ribeiro, J.F. (Eds.), *Cerrado: Ecologia E Flora*. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, pp. 67–88.

- 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. *J. Biogeogr.* 33, 536–548. doi:10.1111/j.1365-2699.2005.01422.x
- Silva, J.M.C., Bates, J.M., 2002. Biogeographic Patterns and Conservation in the South American Cerrado: A Tropical Savanna Hotspot. *Bioscience* 52, 225. doi:10.1641/0006-3568(2002)052[0225:BPACIT]2.0.CO;2
- Simon, M.F., Proença, C., 2000. Phytogeographic patterns of Mimosa (Mimosoideae, Leguminosae) in the Cerrado biome of Brazil: An indicator genus of high-altitude centers of endemism? *Biol. Conserv.* 96, 279–296. doi:10.1016/S0006-3207(00)00085-9
- Team, R.C., 2015. R: A language and environment for Statistical Computing. R Found. Stat. Comput. Vienna, Austria.
- Tóthmérész, B., 1995. Comparison of Different Methods for Diversity Ordering. *J. Veg. Sci.* 6, 283–290.
- Urbanek, S., 2015. rJava: Low-Level R to Java Interface [WWW Document]. R Packag. version 0.9-7. URL <http://cran.r-project.org/package=rJava>
- Wilkinson, L., 2011. venneuler: Venn and Euler Diagrams [WWW Document]. R Packag. version 1.1-0. URL <http://cran.r-project.org/package=venneuler>
- Young, M.D., Solbrig, O.T., 1993. Economic and ecological driving forces affecting tropical savannas., in: Young, M.D., Solbrig, O.T. (Eds.), *The World's Savannas: Economic Driving Forces, Ecological Constraints and Policy Options for Sustainable Land Use*. Parthenon Publishing, New York, pp. 3–18.

Apêndices

Apêndice 1. Descrição das variáveis edáficas usadas nas análises numéricas para comparar sítios adjacentes de Cerrado Rupestre e Cerrado Típico no leste mato-grossense, Brasil. Variáveis em negrito foram mantidas durante a seleção progressiva da Partição de Variância.

Variáveis	Descrição e unidade de medida
Areia	Areia no solo (g/Kg)
Al ^{1,2}	Alumínio (cmolc/dm ³) (mE/100 ml)
Ca	Cálcio (cmolc/dm ³) (mE/100 ml)
CTC ²	Capacidade de Troca Catiônica
Silte	Silte no solo (g/Kg)
MO	Matéria Orgânica (g/dm ³)
Na ^{1,2}	Sódio (mg/dm ³) (ppm))
pH ²	pH (CaCl ₂)
P ^{1,2}	Fósforo (MEHLICH (mg/dm ³) (ppm))
SatBase ²	Saturação de bases (%)
SatAl ¹	Saturação de alumínio (%)

¹ Variáveis selecionadas para Cerrado Rupestre. ² Variáveis selecionadas para Cerrado Típico.

Apêndice 2. Espécies lenhosas ($Db_{30\text{ cm}} \geq 5\text{ cm}$) e suas respectivas densidades registradas nos sítios adjacentes de Cerrado Típico (CT) e Cerrado Rupestre (CR) amostrados no leste mato-grossense, Brasil. As siglas representam as localidades amostradas, onde: CR1, CR2, CR3, CT1, CT2 e CT3 = Nova Xavantina; CR4 e CT4 = Ribeirão Cascalheira.

Espécies	Família	CR1	CR2	CR3	CR4	CT1	CT2	CT3	CT4
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	Vochysiaceae	207	26	160	89	203	182	205	90
<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke	Fabaceae	135	10	65	63	19	12	9	4
<i>Erythroxylum suberosum</i> A.St.-Hil.	Erythroxylaceae	123	5	26	3	46	12	11	
<i>Heteropterys byrsonimifolia</i> A.Juss.	Malpighiaceae	67	26	64	11	32	1	22	3
<i>Syagrus flexuosa</i> (Mart.) Becc.	Arecaceae	87	12	151		71			1
<i>Davilla elliptica</i> A.St.-Hil.	Dilleniaceae	27	36	84	66	98	16	56	213
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	Fabaceae	33	3	32	6	7	29	40	8
<i>Salvertia convallariodora</i> A.St.-Hil.	Vochysiaceae	9	12	6	18	44	28	33	15
<i>Eriotheca gracilipes</i> (K.Schum.) A.Robyns	Malvaceae	12	1	14	4	30	8	1	8
<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	Sapotaceae	4	86	30	14	23	4	109	17
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	Fabaceae	9	16	5	3	7	5	6	41
<i>Anacardium occidentale</i> L.	Anacardiaceae	89			34	40			
<i>Kielmeyera rubriflora</i> Cambess.	Calophyllaceae	76	36	48		41	60	35	
<i>Eugenia aurata</i> O.Berg	Myrtaceae	61	10	71		24		23	18
<i>Pseudobombax longiflorum</i> (Mart. & Zucc.) A.Robyns	Malvaceae	61	2	24		25	2		
<i>Tachigali aurea</i> Tul.	Fabaceae	45		9	2	23	11	13	2
<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil.	Lythraceae	43		37	1	21	104	6	2
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	Fabaceae	42				2	7	1	
<i>Dipteryx alata</i> Vogel	Fabaceae	41		2		17			
<i>Qualea multiflora</i> Mart.	Vochysiaceae	33	2	64		26	40	8	
<i>Pterodon pubescens</i> (Benth.) Benth.	Fabaceae	29	14	39	18	1	4	8	
<i>Magonia pubescens</i> A.St.-Hil.	Sapindaceae	27		33		7	12		

Espécies	Família	CR1	CR2	CR3	CR4	CT1	CT2	CT3	CT4
<i>Leptolobium dasycarpum</i> Vogel	Fabaceae	25		15	3	1	1	2	
<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart.	Apocynaceae	24	13	3	6	2	3		1
<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	Apocynaceae	22	6	1		47	13	32	4
<i>Myrcia lanuginosa</i> O.Berg	Myrtaceae	19	1	5		97	124	121	
<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	Fabaceae	19		52	2	6	3	1	4
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	Vochysiaceae	17	3	17		23	215	36	2
<i>Syagrus comosa</i> (Mart.) Mart.	Arecaceae	17		11		108		57	315
<i>Mezilaurus crassiramea</i> (Meisn.) Taub. ex Mez	Lauraceae	14	13	2	3	1	44	34	45
<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth. & Hook.f.	Opiliaceae	14			1	1		1	
<i>Erythroxylum tortuosum</i> Mart.	Erythroxylaceae	13		6		6		16	
<i>Byrsonima pachyphylla</i> A. Juss.	Malpighiaceae	12		14	20	72	10	13	36
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore	Bignoniaceae	11		10		10		19	9
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	Malpighiaceae	11		7	19	40		21	56
<i>Guapira graciliflora</i> (Mart. ex Schmidt) Lundell	Nyctaginaceae	10	1	15	9	10	6	1	
<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltdl.) K.Schum.	Rubiaceae	10		3		3		5	3
<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc.	Calophyllaceae	9		10	14	5	55	17	2
<i>Mouriri elliptica</i> Mart.	Melastomataceae	9		3	3	12	16	10	18
<i>Ouratea spectabilis</i> (Mart.) Engl.	Ochnaceae	8	1	27		22	13	27	
<i>Andira cujabensis</i> Benth.	Fabaceae	7	2	7	5	4		41	6
<i>Eugenia</i> sp.1	Myrtaceae	6	1	21		1			
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	Anacardiaceae	6		14		18	4		
<i>Eugenia gemmiflora</i> O.Berg	Myrtaceae	5		13	3	4	4	12	39
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	Fabaceae	5		11		13	7	2	8
<i>Mimosa laticífera</i> Rizzini & A.Mattos	Fabaceae	5				27	11		
<i>Curatella americana</i> L.	Dilleniaceae	4	2	14	23	33	14		48

Espécies	Família	CR1	CR2	CR3	CR4	CT1	CT2	CT3	CT4
<i>Luetzelburgia praecox</i> (Harms) Harms	Fabaceae	4		1		5			
<i>Buchenavia tomentosa</i> Eichler	Combretaceae	3	4		3	8	47	9	10
<i>Connarus suberosus</i> Planch.	Connaraceae	3	1		18	5	2	2	57
<i>Himatanthus obovatus</i> (Müll. Arg.) Woodson	Apocynaceae	3		3		3	1		3
<i>Vellozia squamata</i> Pohl	Velloziaceae	3				3			
<i>Ouratea hexasperma</i> (A.St.-Hil.) Baill.	Ochnaceae	2	4		18	32	6	54	4
<i>Emmotum nitens</i> (Benth.) Miers	Icacinaceae	2	1	1	16	4	43	4	31
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	Apocynaceae	2	1		1	1	2	1	
<i>Heisteria ovata</i> Benth.	Olacaceae	2		14		1			1
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	Burseraceae	2		3		1			
<i>Annona coriacea</i> Mart.	Annonaceae	2		2	1	11		2	
<i>Erythroxylum engleri</i> O.E.Schulz	Erythroxylaceae	2		2		4		1	5
<i>Diplopterys pubipetala</i> (A.Juss.) W.R. Anderson & C.C.Davis	Malpighiaceae	2		2		1	2		
<i>Neea theifera</i> Oerst.	Nyctaginaceae	2		1				1	
<i>Ferdinandusa elliptica</i> (Pohl) Pohl	Rubiaceae	1	2		23		2		
<i>Cybistax antisyphilitica</i> (Mart.) Mart.	Bignoniaceae	1		2		2			
<i>Rourea induta</i> Planch.	Connaraceae	1			3	1	2	1	18
<i>Strychnos pseudoquina</i> A.St.-Hil.	Loganiaceae	1			2	5	3	2	7
<i>Plenckia populnea</i> Reissek	Celastraceae	1				6			
<i>Tachigali subvelutina</i> (Benth.) Oliveira-Filho	Fabaceae		48				1	2	
<i>Mouriri pusa</i> Gardner	Melastomataceae		35	24	1			25	
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	Annonaceae		3		70		11		35
<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.Grose	Bignoniaceae		3		2			1	
<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	Bignoniaceae		2	2		2	13	6	10
<i>Cordia elliptica</i> (Cham.) Kuntze	Rubiaceae		2		1				9

Espécies	Família	CR1	CR2	CR3	CR4	CT1	CT2	CT3	CT4
<i>Roupala montana</i> Aubl.	Proteaceae		1	2	11	12	56	1	32
<i>Simarouba versicolor</i> A.St.-Hil.	Simaroubaceae		1	2		4	11		
<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel	Fabaceae		1	2		2	12	5	1
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	Myrtaceae		1		63	2	2		9
<i>Aspidosperma multiflorum</i> A.DC.	Apocynaceae			18	1	2	13		
<i>Callisthene fasciculata</i> Mart.	Vochysiaceae			14		6	1		
<i>Peltogyne confertiflora</i> (Mart. ex Hayne) Benth.	Fabaceae			6			2	3	
<i>Myrcia camapuanensis</i> N.Silveira	Myrtaceae			4		4			
<i>Aspidosperma nobile</i> Müll.Arg.	Apocynaceae			3			2		
<i>Vochysia rufa</i> Mart.	Vochysiaceae				5	2	70	44	10
<i>Myrcia bella</i> Cambess.	Myrtaceae				5				15
<i>Salacia crassifolia</i> (Mart. ex Schult.) G.Don	Celastraceae				3	2	1	14	34
<i>Eugenia punicifolia</i> (Kunth) DC.	Myrtaceae				3	1	5	6	12
<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	Caryocaraceae				1	5	7		5
<i>Diospyros sericea</i> A.DC.	Ebenaceae				1		2		
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana	Melastomataceae				1			1	6
<i>Andira vermifuga</i> (Mart.) Benth.	Fabaceae				1				15
<i>Psidium laruotteanum</i> Cambess.	Myrtaceae			2			5	1	
<i>Erythroxylum daphnites</i> Mart.	Erythroxylaceae			1		5			
<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.	Myrtaceae				23	8			19
<i>Hirtella glandulosa</i> Spreng.	Chrysobalanaceae				17				3
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	Euphorbiaceae				14				1
<i>Myrcia variabilis</i> DC.	Myrtaceae				11		4		11
<i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.) J.F.Macbr.	Fabaceae			1		1			
<i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A.Rich.	Rubiaceae			1					1

Espécies	Família	CR1	CR2	CR3	CR4	CT1	CT2	CT3	CT4
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Salicaceae		1				1		
<i>Vochysia gardneri</i> Warm.	Vochysiaceae		218						
<i>Byrsonima</i> sp.	Malpighiaceae		43						
<i>Banisteriopsis</i> sp.	Malpighiaceae		1						
<i>Kielmeyera</i> sp.	Calophyllaceae			4					
<i>Himatanthus</i> cf. <i>articulatus</i> (Vahl) Woodson	Apocynaceae				4				
<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.	Myrtaceae	2		1					
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Anacardiaceae				2				
<i>Cardiopetalum calophyllum</i> Schlttdl.	Annonaceae				2				
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Fabaceae	1	8	4					
<i>Miconia rubiginosa</i> (Bonpl.) DC.	Melastomataceae		3						
<i>Norantea guianensis</i> Aubl.	Marcgraviaceae		2	4					
<i>Miconia</i> sp.	Melastomataceae		1						
<i>Vellozia variabilis</i> Mart. ex Schult. & Schult.f.	Velloziaceae		15						
<i>Myrcia</i> cf. <i>tortuosa</i> (O.Berg) N.Silveira	Myrtaceae		8						
<i>Bonyunia antoniifolia</i> Progel	Loganiaceae		5						
<i>Cordia sessilis</i> (Vell.) Kuntze	Rubiaceae	8		22					
<i>Fridericia cinnamomea</i> (DC.) L.G.Lohmann	Bignoniaceae	7	3	7	6				
<i>Pouteria</i> cf. <i>gardneri</i> (Mart. & Miq.) Baehni	Sapotaceae	6							
<i>Jacaranda brasiliiana</i> (Lam.) Pers.	Bignoniaceae	5		8					
<i>Ferdinandusa</i> sp.	Rubiaceae					9			
<i>Hirtella gracilipes</i> (Hook.f.) Prance	Chrysobalanaceae			1					
<i>Chaunochiton kappleri</i> (Sagot ex Engl.) Ducke	Olacaceae				8				
<i>Licania blackii</i> Prance	Chrysobalanaceae				1				
<i>Vismia</i> sp.	Hypericaceae				1				

Espécies	Família	CR1	CR2	CR3	CR4	CT1	CT2	CT3	CT4
<i>Micropholis venulosa</i> (Mart. & Eichler) Pierre	Sapotaceae				1				
<i>Couepia grandiflora</i> (Mart. & Zucc.) Benth.	Chrysobalanaceae					26	1	39	
<i>Licania humilis</i> Cham. & Schltldl.	Chrysobalanaceae					13	5	28	6
<i>Diospyros hispida</i> A.DC.	Ebenaceae					10	10	16	12
<i>Terminalia argentea</i> Mart.	Combretaceae					5	12		
<i>Erythroxylum</i> sp.	Erythroxylaceae					4			
<i>Pseudobombax tomentosum</i> (Mart. & Zucc.) A.Robyns	Malvaceae					3			
<i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell	Nyctaginaceae					2	11	5	
<i>Stryphnodendron rotundifolium</i> Mart.	Fabaceae					1	7	2	16
Asteraceae sp.	Asteraceae					1			
Myrtaceae sp.1	Myrtaceae					1			
<i>Eschweilera nana</i> (O.Berg) Miers	Lecythidaceae						31	12	
<i>Eugenia</i> sp. 2	Myrtaceae						17	2	
<i>Antonia ovata</i> Pohl	Loganiaceae						14		1
<i>Stryphnodendron coriaceum</i> Benth.	Fabaceae						6		2
<i>Vochysia</i> cf. <i>cinnamomea</i> Pohl	Vochysiaceae						5		
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	Sapindaceae						4		
<i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) DC.	Malpighiaceae						3	6	64
<i>Tachigali vulgaris</i> L.G.Silva & H.C.Lima	Fabaceae						3		18
<i>Annona crassiflora</i> Mart.	Annonaceae						2	1	22
<i>Eremanthus goyazensis</i> (Gardner) Sch.Bip.	Asteraceae						2		2
<i>Byrsonima basiloba</i> A.Juss.	Malpighiaceae						1		4
<i>Myrcia rimosa</i> Cambess.	Myrtaceae								85
<i>Eugenia dysenterica</i> (Mart.) DC.	Myrtaceae								42
<i>Xylopia sericea</i> A.St.-Hil.	Annonaceae								22

Espécies	Família	CR1	CR2	CR3	CR4	CT1	CT2	CT3	CT4
<i>Chomelia ribesioides</i> Benth. ex A.Gray	Rubiaceae								4
<i>Zeyheria montana</i> Mart.	Bignoniaceae								2
<i>Protium unifoliolatum</i> Engl.	Burseraceae								2
<i>Byrsonima intermedia</i> A.Juss.	Malpighiaceae								2
<i>Miconia stenostachya</i> DC.	Melastomataceae								1
<i>Cybianthus detergens</i> Mart.	Primulaceae								1
Total		1630	758	1409	796	1590	1543	1351	1690

