



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA

**FATORES MODELADORES DA COMPOSIÇÃO E DA DIVERSIDADE DE  
ESPÉCIES HERBÁCEO-ARBUSTIVAS EM VEREDAS NO BRASIL**



**NATÁLIA RODRIGUES BIJOS**

BRASÍLIA – DF

2017



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA

**FATORES MODELADORES DA COMPOSIÇÃO E DA DIVERSIDADE DE  
ESPÉCIES HERBÁCEO-ARBUSTIVAS EM VEREDAS NO BRASIL**

**NATÁLIA RODRIGUES BIJOS**

**ORIENTADORA: Prof. Dra. Cássia Beatriz R. Munhoz**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Botânica da Universidade de Brasília (UnB).

BRASÍLIA – DF  
Fevereiro de 2017

# **FATORES MODELADORES DA COMPOSIÇÃO E DA DIVERSIDADE DE ESPÉCIES HERBÁCEO-ARBUSTIVAS EM VEREDAS NO BRASIL**

Trabalho realizado junto ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Botânica.

Banca examinadora:

---

Profa. Dra. Cássia Beatriz Rodrigues Munhoz  
Orientadora – UnB

---

Dra. Aryanne Gonçalves Amaral  
Membro Titular – UnB

---

Prof. Dr. José Roberto Rodrigues Pinto  
Membro Titular – UnB

---

Prof. Dr. Marcelo Fragomeni Simon  
Membro Suplente - UnB

*A todos que acreditam em seus sonhos, não desistam, persistam que eles se realizarão!*

## **Agradecimentos**

À Universidade de Brasília, especialmente aos professores, funcionários e colegas do Departamento de Botânica.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de estudo.

Aos membros da banca, agradeço muito por todas as contribuições, sugestões, críticas e conselhos enriquecedores.

Aos professores, pelos ensinamentos lecionados e pelas experiências compartilhadas, vocês fizeram eu me apaixonar ainda mais pela biologia.

À Dra. Cássia B. R. Munhoz, minha estimada e admirada orientadora, amiga, aventureira e psicóloga, serei sempre grata por toda a paciência, confiança, sabedoria e experiência compartilhadas, pelos incentivos, por ter me apresentado às veredas e por caminhar junto comigo para tornar esse trabalho possível.

Ao Fred Takahashi, Aryanne Amaral e Adriano Darosci que me orientaram pelo caminho da estatística e do Programa R.

À Cássia Munhoz, Chesterton Eugênio, Thiago Mello, Aryanne Amaral e a todos que ajudaram a coletar, identificar, organizar e compilar os dados de campo, esse trabalho só foi possível a partir da contribuição de vocês.

Aos colegas da salinha dos alunos, pela força, ajuda, companhia, receptividade, amizade e pelos momentos de conversa e descontração, em especial à Gabriella de Souza, Eliel Amaral e Júlia Mundim.

À Natasha Lunara, que me acompanhou nos momentos de transição mais importantes da minha vida, que me incentivou desde as aulas como aluna especial até o dia da defesa final, sempre acreditou no meu potencial e no meu trabalho. Gratidão pela parceria, paciência, compreensão e apoio, e pelo aprendizado e crescimento compartilhados.

Aos meus amigos, especialmente à Katia Araújo e Tâmara Farias, por todo o carinho, incentivo, paciência e compreensão em relação à minha ausência. Ao Diogo Pereira, amigo que o mestrado me proporcionou, que me acompanhou em toda essa trajetória, me presenteando com ótimos momentos e experiências inesquecíveis.

Às minhas famílias, em especial à minha mãe Leila Bijos, professora, PhD, que sempre me incentivou a estudar, me apresentou o mundo, entendeu e respeitou minhas mudanças de humor nesse período de mestrado e meus momentos de isolamento para me dedicar aos estudos.

## **Resumo Geral**

O padrão de composição e distribuição das espécies de plantas na natureza e os mecanismos que os explicam são fenômenos que intrigam os cientistas, por isso são constantemente investigados. Conhecer e analisar a vegetação, avaliar suas interações com o ambiente e com o espaço, é importante para desvendar como são esses padrões e como funcionam esses mecanismos. Por exercerem funções ecológicas essenciais em nível ecológico global, atuando na fauna, na flora, no solo e nos ciclos hidrológicos, o estudo de ambientes úmidos é indispensável. Veredas são comunidades úmidas interessantes, com vegetação majoritariamente herbáceo-arbustiva, que se destacam por serem manchas úmidas circundadas por savanas com solos bem drenados e que desempenham importantes funções ecológicas no Cerrado brasileiro. Estes ecossistemas são pouco estudados em relação a sua diversidade e aos fatores que moldaram sua vegetação herbáceo-arbustiva. Nesse contexto, buscamos avaliar a riqueza, composição e diversidade de espécies herbáceo-arbustiva nas veredas do Cerrado brasileiro e avaliar qual a contribuição da influência do componente espacial e ambiental na distribuição e composição da flora herbáceo-arbustiva, levando em consideração a escala espacial regional. Observamos que as veredas apresentaram padrão de distribuição heterogêneo, por diferirem localmente e entre si em relação à riqueza, composição, cobertura e diversidade de espécies. Concluímos que a vegetação herbáceo-arbustiva dessas comunidades é moldada simultaneamente por processos neutros e de nicho, por ser fortemente influenciada pelo componente ambiental (clima, propriedades físicas e químicas do solo e altitude) e também pelo ambiente estruturado no espaço, considerando a escala regional. O fato de comunidades de vereda serem sensíveis a distúrbios ressalta o valor e a necessidade da conservação de sua flora e do ambiente onde elas se encontram.

**Palavras-chave:** Ambientes úmidos, padrões florísticos, números de Hill, partição da variância, conservação

## **Abstract**

Plant species composition and distribution patterns in nature and the mechanisms that explains them intrigues the scientists and that is why they are constantly investigated. To know and to study the vegetation, to examine their interactions with the environment and with space is important to find out how these patterns are and how these mechanisms work. Studying wetlands is crucial because of their importance in an ecologically global level, considering their ecological function when acting on the fauna, flora, soil and on the hydrological cycles. Veredas (Brazilian palm swamps) are interesting wetlands, with a herb-shrub vegetation, distinguished for being wet spots surrounded by savannas with well-drained soils and for playing an important role in the Brazilian Cerrado. Their diversity and the drivers that shape their herb-shrub vegetation are poorly studied. Therefore, we evaluated the richness, composition and diversity of the herb-shrub flora in and within the veredas of the Brazilian Cerrado. We also evaluated what was the contribution of the spatial and environmental components to the distribution and composition of the veredas' herb-shrub flora, considering the regional spatial scale. We observed that the veredas showed a heterogeneous distribution pattern, because they differed locally and among themselves in relation to species richness, composition, coverage and diversity. Thus, our results indicated that herb-shrub flora of these wetlands is shaped by neutral and niche processes, for they are strongly influenced by the environmental component (climate, physicochemical properties of soil and altitude) and also by the spatial component of environment, considering the regional scale. The fact that the veredas are sensitive to disturbances underscores the need to preserve their flora and the environment where they are located.

**Keywords:** Wetlands, floristic patterns, Hill numbers, variance partitioning, conservation

## SUMÁRIO

<b>Lista de Ilustrações</b> .....	10
<b>Lista de Tabelas</b> .....	12
<b>Introdução Geral</b> .....	14
Referências bibliográficas.....	17
<b>Capítulo 1 – <i>Composição, riqueza e diversidade florística em veredas no Brasil</i></b>	
<i>Central</i> .....	21
Resumo .....	21
Introdução .....	22
Material e métodos.....	23
Sítios de estudo .....	23
Amostragem da vegetação e preparação das matrizes.....	23
Análises numéricas .....	27
Resultados.....	27
Discussão .....	31
Referências bibliográficas.....	34
Material suplementar .....	38
<b>Capítulo 2 – <i>Influência do ambiente e do espaço na composição, riqueza e diversidade de espécies herbáceo-arbustivas em veredas no Cerrado</i></b>	
Resumo .....	57
Introdução .....	58
Material e métodos.....	60
Sítios de estudo .....	60
Amostragem da vegetação .....	64
Amostragem das variáveis ambientais e espaciais .....	64
Preparo das matrizes .....	65
Análises numéricas .....	66
Variáveis espaciais .....	66
Variáveis ambientais .....	67
Contribuição das variáveis espaciais e ambientais na diversidade .....	67
Resultados.....	68
Discussão .....	71
Referências bibliográficas.....	75



Material suplementar .....83

## Lista de ilustrações

### Capítulo 1

**Figura 1.** Localização das nove veredas amostradas no Distrito Federal (DF1, DF2, DF3 e DF4), em Goiás (GO1, GO2, GO3 e GO4) e em Minas Gerais (MG1), Brasil.

**Figura 2.** Ordenação da cobertura das cinco espécies mais abundantes em cada vereda amostrada no Brasil Central. Em relação ao nome das espécies, as três primeiras letras se referem ao gênero e as quatro últimas ao epíteto específico. Os retângulos pretos representam as coberturas das espécies nos sítios. As legendas dos sítios estão descritas na tabela 1.

**Figura 3.** Curvas de rarefação (linhas contínuas) e extrapolação (linhas tracejadas) com 95% de intervalo de confiança para os números de Hill  $q = 0$  (quadro da esquerda),  $q = 1$  (quadro do meio), e  $q = 2$  (quadro da direita), representando o número de espécies herbáceo-arbustivas das nove veredas amostradas no Brasil Central. Os intervalos de confiança de 95% (área sombreada colorida que acompanha as linhas) foram obtidos através do método *bootstrap*. As amostras de referência são indicadas pelos pontos sólidos coloridos. As legendas dos sítios estão descritas na tabela 1.

**Figura 4.** NMDS para ordenar os sítios em relação à composição (A) e à cobertura (B) das espécies herbáceo-arbustivas das nove veredas amostradas no Brasil Central. Os valores de stress final calculados para A e B foram, respectivamente, 0,09 e 0,05. As legendas dos sítios estão descritas na tabela 1.

### Capítulo 2

**Figura 1.** Localização das 13 veredas amostradas no Distrito Federal (DF1, DF2, DF3 e DF4), Goiás (GO1, GO2, GO3 e GO4), Minas Gerais (MG1) e Tocantins (TO1, TO2, TO3 e TO4), no Brasil.

**Figura 2.** Fluxograma das análises estatísticas empregadas para acessar os efeitos dos componentes ambientais e espaciais na explicação da variação na composição florística

herbáceo-arbustiva nas veredas. Primeiramente nós escolhemos as variáveis ambientais (Amb: Ed = componente edáfico, Clim = componente climático, Alt = altitude) e espaciais (S). As variáveis ambientais foram transformadas e selecionadas por meio da correlação de Pearson (cor Pearson) e do valor do Fator de Inflação da Variância (VIF). As variáveis espaciais (S) foram geradas a partir das coordenadas em UTM (Coord UTM), pelo método *distance-based Moran's Eigenvector Maps* (dbMEM) e os valores positivos e significativos ( $p < 0,05$ ) foram selecionados. As variáveis selecionadas (Sel) foram incluídas na partição da variância aplicada para análises de pRDA como matrizes explicativas (ambiental e espacial) para explicar a matriz de comunidade (Bio). A partição da variância foi utilizada para desvendar os efeitos dos componentes ambientais e espaciais na variação da comunidade.

**Figura 3.** Diagrama de partição da variância (esquerda) e diagrama de Venn (direita) das frações ambientais e espaciais, mostrando o quanto a composição de espécies é explicada por cada um.

**Figura 4.** Análise de redundância parcial utilizando variáveis ambientais como preditores da variação na composição florística de 13 veredas amostradas no Brasil Central. Alt = altitude, Mat\_Org = matéria orgânica, BIO4 = temperatura sazonal, P = fósforo, Mg = magnésio, Al = alumínio. As legendas e mais informações sobre os sítios encontram-se na Tabela 1. Informações detalhadas das variáveis encontram-se na Tabela S1 do Material Suplementar.

## Lista de tabelas

### Capítulo 1

**Tabela 1.** Informações geográficas, florísticas e ambientais das nove veredas amostrados no Brasil Central. Prec. anual = precipitação anual média, TMed = temperatura média anual e RPPN = Reserva Particular do Patrimônio Natural.

**Tabela S1.** Dados do *voucher*, cobertura absoluta em metro e o total de espécies herbáceo-arbustivas das nove veredas amostradas no Brasil Central. A legenda dos sítios está descrita na tabela 1.

### Capítulo 2

**Tabela 1.** Informações geográficas e ambientais dos 13 sítios de Vereda amostrados no Brasil Central. Alt. = altitude, Prec. anual = precipitação anual, TMed = temperatura média anual e RPPN = Reserva Particular do Patrimônio Natural.

**Tabela 2.** Importância relativa das variáveis ambientais e espaciais na explicação da variação da composição florística das 13 veredas estudadas no Brasil Central. Amb = variáveis ambientais, Espaço = variáveis espaciais.

**Tabela 3.** *Forward selection* feita a partir da pRDA para a matriz de variáveis ambientais, mostrando a fração da variação explicada por cada variável em relação a composição de espécies. Alt = altitude, Mat\_Org = matéria orgânica, BIO4 = temperatura sazonal, P = fósforo, Mg = magnésio, Al = alumínio.

**Tabela S1.** Descrição das 25 variáveis (altitudinais, edáficas e climáticas) utilizadas na análise numérica para avaliar as 13 veredas amostradas no Brasil Central. Variáveis climáticas estão de acordo com Hijmans et al. (2005)\*.

**Tabela S2.** *Forward selection* feita a partir da RDA parcial para a matriz espacial, mostrando a fração da variação explicada por cada variável em relação a composição de espécies nas 13 veredas amostradas no Brasil Central.

**Tabela S3.** Matriz com os valores médios das 25 variáveis ambientais (altitudinais, edáficas e climáticas) das 13 veredas amostradas no Brasil Central. Legendas e mais informações sobre os sítios encontram-se na Tabela 1. Os códigos das variáveis ambientais estão descritos na tabela S1.

**Tabela S4.** Resultado da correlação de Pearson das 25 variáveis ambientais (edáfica, climática e altitude) avaliadas nas 13 veredas amostradas no Brasil Central. Os códigos das variáveis ambientais estão descritos na tabela S1.

**Tabela S5.** Cobertura absoluta (m) das espécies nas 13 veredas amostradas no Brasil Central. Consideramos aqui apenas as espécies que ocorreram em mais de um sítio. As legendas e mais informações sobre os sítios encontram-se na Tabela 1.

## **Introdução geral**

O estrato herbáceo-arbustivo pode ser observado em ampla frequência em ecossistemas úmidos, pois nesses locais ocorrem restrições ao estabelecimento de espécies lenhosas, com isso possibilita que apenas espécies adaptadas morfológica e fisiologicamente se desenvolvam (Keddy, 2010; Junk et al., 2014). Do ponto de vista ecológico, esse estrato exibe elevada relação com o ambiente e com o espaço, assim, variações ambientais e espaciais podem influenciar na composição e distribuição das espécies (Munhoz e Felfili, 2008; Munhoz et al., 2008; Magalhães et al., 2015). A importância de ambientes úmidos se estende às funções ecológicas globais, pois interagem com a fauna, a flora, o solo e os ciclos hidrológicos (Greb et al., 2006), e funcionam como significantes repositórios da biodiversidade mundial (Keddy, 2010). Neste contexto, para se compreender o que define os padrões de composição, riqueza e diversidade da flora herbáceo-arbustiva, é essencial investigar a influência da associação entre o ambiente e o espaço na distribuição das espécies.

Mensurar a diversidade em diferentes escalas é importante para embasar as pesquisas que se fundamentam em variações em escala espacial, e que procuram investigar quais processos ecológicos influenciam a distribuição e composição da vegetação em determinadas áreas (Laliberté et al., 2008). Para investigar as comunidades é importante medir os índices de diversidade alfa, beta e gama, sendo que a diversidade alfa é o parâmetro utilizado para medir variações quantitativas na vegetação em um único local ou em uma comunidade específica (Sepkoski, 1988). Ela é mensurada contando-se o número de espécies presentes na área ou levando em conta a frequência relativa das espécies (Anderson et al., 2006). A diversidade beta representa a variação na composição ou na abundância de espécies entre sítios em uma área de interesse e, em muitos ecossistemas, pode ser a causa simultânea da influência dos processos bióticos e fatores ambientais agindo sobre as espécies em diferentes proporções (Whittaker, 1960; 1972). Diversidade gama, corresponde à diversidade de grandes áreas, biomas, continentes ou ilhas e é medida a partir dos mesmos índices da diversidade alfa (Legendre et al., 2005).

A diversidade de espécies que compõe as comunidades de plantas tem intrigado os cientistas e levado a muitos questionamentos a respeito da causa de sua distribuição no ambiente (Bell, 2001; Condit et al., 2002; Cottenie, 2005). Proposições teóricas como a Teoria Neutra (Hubbell, 2001) e a Teoria de Nicho (Grinnel, 1917) buscam explicar estes padrões. A teoria neutra prediz que as diferenças observadas na natureza estão

baseadas em restrições na dispersão dos indivíduos, onde Hubbell (2001) propõe que as comunidades ecológicas são estruturadas por estocasticidade demográfica, isto é, com todos os indivíduos de uma assembleia possuindo igual probabilidade de reproduzir, morrer ou migrar. Com seus mecanismos ligados à capacidade de dispersão dos indivíduos, as comunidades mais próximas devem ser mais similares entre si do que comunidades mais distantes (Gaston e Chown, 2005). Já a teoria do nicho propõe que cada indivíduo da comunidade irá se estabelecer em habitats onde as condições ambientais locais favorecerem sua sobrevivência e reprodução (Grinnell, 1917). As características intrínsecas das espécies e as interações competitivas que ocorrem entre elas podem explicar como se dá a coexistência entre esses organismos e, por conseguinte, a manutenção e a conservação da biodiversidade (Chesson, 2000; Levine e Hillerislambers, 2009; Silvertown, 2004). A teoria do nicho preconiza que a composição das espécies é mais homogênea entre áreas que apresentam as mesmas características e condições ambientais (Tilman, 2004), nesse sentido, o padrão de composição das espécies nas comunidades pode ser determinado por características ambientais que relacionam as espécies capazes de se estabelecer em determinados sítios.

Fatores que podem influenciar a distribuição da vegetação do bioma Cerrado em escala ampla são o regime de chuvas, variações em altitude e latitude (Oliveira-Filho e Ratter, 1995; Ratter et al., 2003; Silva et al., 2006). Em escala local, para espécies arbóreas, podemos considerar as propriedades físico-químicas dos solos (Oliveira-Filho et al., 1989; Dantas e Batalha, 2011; Messias et al., 2013), a disponibilidade de água no solo e as distinções no relevo (Oliveira-Filho et al., 1989; Ratter et al., 2003; Abreu et al., 2012) como sendo fatores que determinam a fisionomia da vegetação. Para o estrato herbáceo-arbustivo, as influências das variáveis edáficas, como fertilidade e umidade no solo parecem exercer efeitos importantes na distribuição das comunidades em escala local (Munhoz e Felfili, 2007; Munhoz et al., 2008; Mendes et al., 2012).

Existe grande diversidade geomorfológica, geológica, edáfica, vegetacional e climática no bioma Cerrado (Silva et al., 2006). Esta heterogeneidade de condições ambientais proporciona ao Cerrado abrigar diferentes tipos fitofisionômicos (Ribeiro e Walter, 2008). Um dos tipos fitofisionômicos do mosaico vegetacional do Cerrado e classificado como formação savânica do bioma, são as veredas (Eiten, 1972; Ribeiro e Walter, 2008). As veredas são caracterizadas por apresentarem solos hidromórficos, lençol freático superficial, estrato herbáceo-arbustivo contínuo e faixa de *Buritis* (*Mauritia flexuosa* L.f.) emergindo em algum ponto da área (Eiten, 1972; Carvalho,

1991). Podem estar localizadas em regiões de vales, próximas a cursos d'água ou bordeando as matas de galeria (Ribeiro e Walter, 2008). As veredas são extremamente diversas e importantes ecologicamente (Carvalho, 1991), mas foram pouco investigadas em relação aos fatores que determinam sua riqueza, diversidade, composição e distribuição de sua flora no espaço (Guimarães et al., 2002; Ramos et al., 2006; Santos e Munhoz, 2012; Araújo et al., 2013; Resende et al., 2013).

Nesse contexto, para se compreender melhor como as veredas são caracterizadas e como estão organizadas no bioma Cerrado, se faz necessário investigar a influência das variáveis ambientais sobre a composição, distribuição, riqueza e diversidade florística de suas comunidades e suas relações com fatores ambientais e espaciais em escala regional (comparação entre os sítios de estudo). Diante disso, o presente estudo foi dividido em dois capítulos:

**Capítulo 1: “Composição, riqueza e diversidade florística em veredas no Brasil Central”**, cujo objetivo foi avaliar os componentes: riqueza de espécies, composição e diversidade da flora herbáceo-arbustiva de veredas no Cerrado brasileiro e comparar as áreas de vereda quanto a estes componentes da comunidade. Para tanto, nós direcionamos as seguintes perguntas: (1) As veredas no Brasil Central apresentam semelhança quanto a riqueza, composição e diversidade de espécies herbáceo-arbustivas? 2) Sítios de veredas distantes entre si são mais distintos quanto a esses atributos da diversidade do que sítios próximos?

**Capítulo 2: “Influência do ambiente e do espaço na composição, riqueza e diversidade de espécies herbáceo-arbustivas em veredas no Cerrado”**, cujo objetivo foi avaliar qual a contribuição da influência efetiva do componente espacial e ambiental na distribuição e composição da flora herbáceo-arbustiva de veredas no Brasil Central, levando em consideração a escala espacial regional. Para tanto, nós direcionamos as seguintes perguntas: (1) A variação na composição de espécies da flora herbáceo-arbustiva em vereda pode ser explicada pela altitude e pelas variáveis edáficas, climáticas e espaciais? (2) Qual a contribuição individual do componente ambiental (edáfico, climático e altitudinal) e espacial para a variação da composição das espécies nas veredas? (3) Qual processo estaria explicando a composição das espécies nas veredas, processos baseados na teoria de nicho (Grinnell, 1917) ou na teoria neutra (Hubbell, 2001)?



## Referências bibliográficas

- Abreu MF, Pinto JRR, Maracahipes L, Gomes L, Oliveira EAD, Marimon BS, 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.
- Anderson MJ, Ellingsen KE, McArdle BH. 2006. Multivariate dispersion as a measure of beta diversity. *Ecology letters* 9(6):683-693.
- Araújo GM, Amaral AF, Bruna EM, Vasconcelos HL. 2013. Fire drives the reproductive responses of herbaceous plants in a Neotropical swamp. *Plant Ecology* 214:1479-1484.
- Bell G. 2001. Neutral macroecology. *Science* 293:2413-2418.
- Carvalho PDS. 1991. As veredas e sua importância no domínio dos cerrados. *Informe agropecuário* 168:47-54.
- Chesson P. 2000. Mechanisms of maintenance of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics* 31:343-66.
- Condit R, Pitman N, Leigh EG, Chave J, Terborgh J, Foster RB, Hubbell SP. 2002. Beta-diversity in tropical forest trees. *Science* 295:666-669.
- Cottenie K. 2005. Integrating environmental and spatial processes in ecological community dynamics. *Ecology letters* 8:1175-1182.
- Dantas VL, Batalha MA. 2011. Vegetation structure: fine scale relationships with soil in a cerrado site. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* 206:341-346.
- Eiten G. 1972. The cerrado vegetation of Brazil. *The Botanical Review* 38:201-341.
- Gaston KJ, Chown SL. 2005. Neutrality and the niche. *Functional Ecology* 19:1-6.
- Greb SF, Dimichele WA, Gastaldo RA. 2006. Evolution and importance of wetlands in earth history. *Geological Society of America Special Papers* 399:1-40.
- Grinnell J. 1917. The niche-relationships of the California Thrasher. *The Auk*. p. 427-433.
- Guimarães AJM, Araújo GM, Corrêa GF. 2002. Estrutura fitossociológica em área natural e antropizada de uma vereda em Uberlândia, MG. *Acta Botanica Brasilica* 16:317-329.
- Hubbell SP. 2001. The unified neutral theory of biodiversity and biogeography (MPB-32), Vol. 32. Princeton University Press.

- Junk WJ, Piedade MTF, Lourival R, Wittmann F, Kandus P, Lacerda LD, Bozelli RL, Esteves FA, Nunes da Cunha C, Maltchik L, Schöngart J, Schaeffer-Novelli Y, Agostinho AA. 2014. Brazilian wetlands: their definition, delineation, and classification for research, sustainable management, and protection. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 24:5-22.
- Keddy PA. 2010. *Wetland Ecology: Principles and Conservation*. Cambridge: Cambridge University Press. p. 1-38.
- Laliberté E, Paquette A, Legendre P, Bouchard A. 2008. Assessing the scale-specific importance of niches and other spatial processes on beta diversity: a case study from a temperate forest. *Oecologia* 159:377-388.
- Levine JM, Hillerislambers J. 2009. The importance of niches for the maintenance of species diversity. *Nature* 461:254–257.
- Legendre P, Borcard D, Peres-Neto PR. 2005. Analyzing beta diversity: partitioning the spatial variation of community composition data. *Ecological Monographs* 75(4):435-450.
- Magalhães TL, Bortoluzzi RLC, Mantovani A. 2015. Plant distribution in freshwater wetlands of the Brazilian subtropical highland grasslands. *Brazilian Journal of Botany* 39:239-249.
- Mendes MRA, Munhoz CBR, Silva-Júnior MC, Castro AAJF. 2012. Relação entre a vegetação e as propriedades do solo em áreas de campo limpo úmido no Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí, Brasil. *Rodriguésia* 63:971-984.
- Messias MCTB, Leite MGP, Neto JAAM, Kozovits AR, Tavares R. 2013. Soil-vegetation relationship in quartzitic and ferruginous Brazilian rocky outcrops. *Folia Geobotanica* 48:509-521.
- Munhoz CBR, Felfili JM. 2007. Florística do estrato herbáceo-subarbustivo de um campo limpo úmido em Brasília, Brasil. *Biota Neotropica* 7:1-11.
- Munhoz CBR, Felfili JM. 2008. Fitossociologia do estrato herbáceo subarbustivo em campo limpo úmido no Distrito Federal, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 62:905-913.
- Munhoz CBR, Felfili JM, Rodrigues C. 2008. Species-environment relationship in the herb-subshrub layer of a moist savanna site, Federal District, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 68:25-35.

- Oliveira-Filho AT, Ratter JA. 1995. A study of the origin of central Brazilian forests by the analysis of plant species distribution patterns. *Edinburgh Journal of Botany* 52:141-194.
- Oliveira-Filho AT, Shepherd GJ, Martins FR, Stubblebine WH. 1989. Environmental factors affecting physiognomic and floristic variation in an area of cerrado in central Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 5:413-431.
- Peres-Neto PR, Legendre P, Dray S, Borcard D. 2006. Variation partitioning of species data matrices: estimation and comparison of fractions. *Ecology* 87:2614–2625.
- Ramos MVV, Curi N, Motta PEF, Vitorino ACT, Ferreira MM, Silva MLN. 2006. Veredas do triângulo mineiro: solos, água e uso. *Ciência Agrotécnica* 30:283-293.
- 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.
- Resende ILM, Chaves LJ, Rizzo JA. 2013. Floristic and phytosociological analysis of palm swamps in the central part of the Brazilian savanna. *Acta Botanica Brasilica* 27:205-225.
- Ribeiro JF, Walter BMT. 2008. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. In: Sano SM, Almeida SP, Ribeiro JF, editores. *Cerrado: ecologia e flora*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. p. 151-212.
- Santos FFM, Munhoz CBR. 2012. Diversidade de espécies herbáceo-arbustivas e zonação florística em uma vereda no Distrito Federal. *Heringeriana* 6:21-27.
- Sepkoski JJJ. 1988. Alpha, beta, or gamma: where does all the diversity go? *Paleobiology* 14:221-234.
- 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.
- Silvertown J. 2004. Plant coexistence and the niche. *Trends in Ecology & Evolution* 19:605–11.
- Tilman D. 2004. Niche tradeoffs, neutrality, and community structure: a stochastic theory of resource competition, invasion, and community assembly. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 101:10854-10861.
- Whittaker RH. 1960. Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. *Ecological Monographs* 30:279–338.

Whittaker RH. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon* 21:213–251.

## **CAPÍTULO 1**

### **COMPOSIÇÃO, RIQUEZA E DIVERSIDADE FLORÍSTICA EM VEREDAS NO BRASIL CENTRAL**

#### **RESUMO**

Vereda é uma das fitofisionomias savânicas do Cerrado que apresenta solos saturados de água e flora diversa. Neste estudo nós avaliamos a distribuição de espécies nessas áreas úmidas isoladas entre si, em meio à vegetação seca do Cerrado, quanto a riqueza, composição e diversidade de espécies herbáceo-arbustivas. Partimos do pressuposto que os solos úmidos nas veredas atuam como filtros ambientais que determinam elevada semelhança florística entre as áreas. Nós compramos a distribuição das espécies entre as veredas avaliando: a distribuição das coberturas relativas das espécies mais abundantes de cada sítio; a diversidade e riqueza das espécies de cada sítio pelas estimativas de diversidade e riqueza por meio dos números de Hill; e para dispor os sítios no espaço multidimensional, baseado na composição e cobertura das espécies, utilizamos o método de ordenação não métrico. Foram registradas 331 espécies, 167 gêneros e 58 famílias nas veredas estudadas. Todos os sítios amostrados apresentaram espécies exclusivas, variando de 7 a 41 espécies. A ocorrência de apenas duas espécies comuns a todos os sítios confirma o baixo compartilhamento de espécies entre as veredas. Mesmo que as veredas apresentem solo úmido e aspecto homogêneo formado pela linha de Buritis em meio ao tapete herbáceo-subarbustivo, uma análise comparando um maior número de sítios de veredas revelou heterogeneidade na riqueza, cobertura e diversidade de espécies entre elas.

**Palavras-chave:** Cerrado, ambientes úmidos, números de Hill, conservação

## Introdução

Ambientes úmidos desempenham importantes funções ecológicas globais, atuando na fauna, na flora, no solo e nos ciclos hidrológicos (Greb et al., 2006), funcionando assim como significantes repositórios da biodiversidade mundial (Keddy, 2010). O alagamento do solo em cerrados hipersazonais restringe o número de espécies nessas condições (Cianciaruso et al., 2005). Nesse sentido, estudos relacionados à investigação da composição, diversidade e riqueza de comunidades vegetais úmidas são essenciais para o conhecimento de seus processos ecológicos e para a criação de políticas de conservação (Rosolen et al. 2015; Junk et al., 2014).

As veredas são fitofisionomias savânicas úmidas presentes no Brasil Central. Este ecossistema está presente em solos saturados de água, situados em regiões de vales ou encostas, próximo a cursos d'água ou bordeando as matas de galeria (Carvalho, 1991). A ocorrência dessas comunidades se dá em solos hidromórficos, gleis e orgânicos turfosos, e está condicionada ao afloramento do lençol freático (Ramos et al., 2006), e também apresenta manchas de umidade em razão de variações da topografia e da alternância de camadas do solo com permeabilidades distintas (Carvalho, 1991; Oliveira et al., 2009). A vegetação é constituída de estrato herbáceo-arbustivo contínuo, com uma faixa de *Mauritia flexuosa* L. f. (Buriti) emergindo nas porções de maior umidade (Ribeiro e Walter, 2008). O gradiente de umidade no solo leva a uma variação na composição florística entre as zonas de maior e menor umidade (Guimarães et al., 2002; Resende et al., 2013).

Ocorrendo no Brasil Central em manchas úmidas, em meio à savana sobre solos secos, o compartilhamento de plantas entre as veredas não foi avaliado em escala regional. Os fatores conhecidos que, isoladamente ou em conjunto, podem ser responsáveis por moldar localmente essa vegetação são a topografia e as características edáficas (Ramos et al., 2006), as diferentes profundidades do lençol freático (Guimarães et al., 2002; Oliveira et al., 2009), o fogo (Rull e Montoya, 2014) e a antropização (Guimarães et al., 2002). Comparações entre veredas próximas encontraram elevada riqueza de espécies e semelhança florística (Resende et al., 2013; Moreira et al., 2015). (Araújo et al., 2013). No entanto, os padrões de distribuição das espécies são determinados pelas interações entre as comunidades e o ambiente em diferentes escalas espaciais, as quais necessitam de investigação para desvendar os processos que determinam esses padrões (Borcard et al., 2004).

Assim, para melhor avaliar a distribuição de espécies nessas áreas úmidas isoladas entre si, em meio à vegetação seca do Cerrado, nós direcionamos as seguintes perguntas: (1) As veredas no Brasil Central apresentam semelhança quanto a riqueza, composição e diversidade de espécies herbáceo-arbustivas? 2) Sítios de veredas distantes entre si são mais distintos quanto a esses atributos da diversidade do que sítios próximos? Neste estudo partimos do pressuposto de que os solos úmidos nas veredas atuam como filtros ambientais que determinam elevada semelhança florística.

## **Material e métodos**

### **Sítios de estudo**

Conduzimos este estudo em nove veredas na região do Cerrado no Brasil Central (Figura 1), com a amplitude latitudinal de 13°40' a 17°47' S, longitudinal de 43°37' a 48°4' W e elevação variando de 686 a 1244 m acima do nível do mar (Tabela 1). De acordo com o sistema de classificação de Köppen, o clima das regiões é do tipo Aw, sazonal, com estação chuvosa no verão, de outubro a abril, e estação seca no inverno, de maio a setembro. Nas veredas predominam Gleissolos de textura argilosa, que são caracterizados por serem hidromórficos, por apresentar material orgânico com decomposição lenta e lençol freático superficial, principalmente na estação chuvosa (Embrapa, 2006).

### **Amostragem da vegetação e preparação das matrizes**

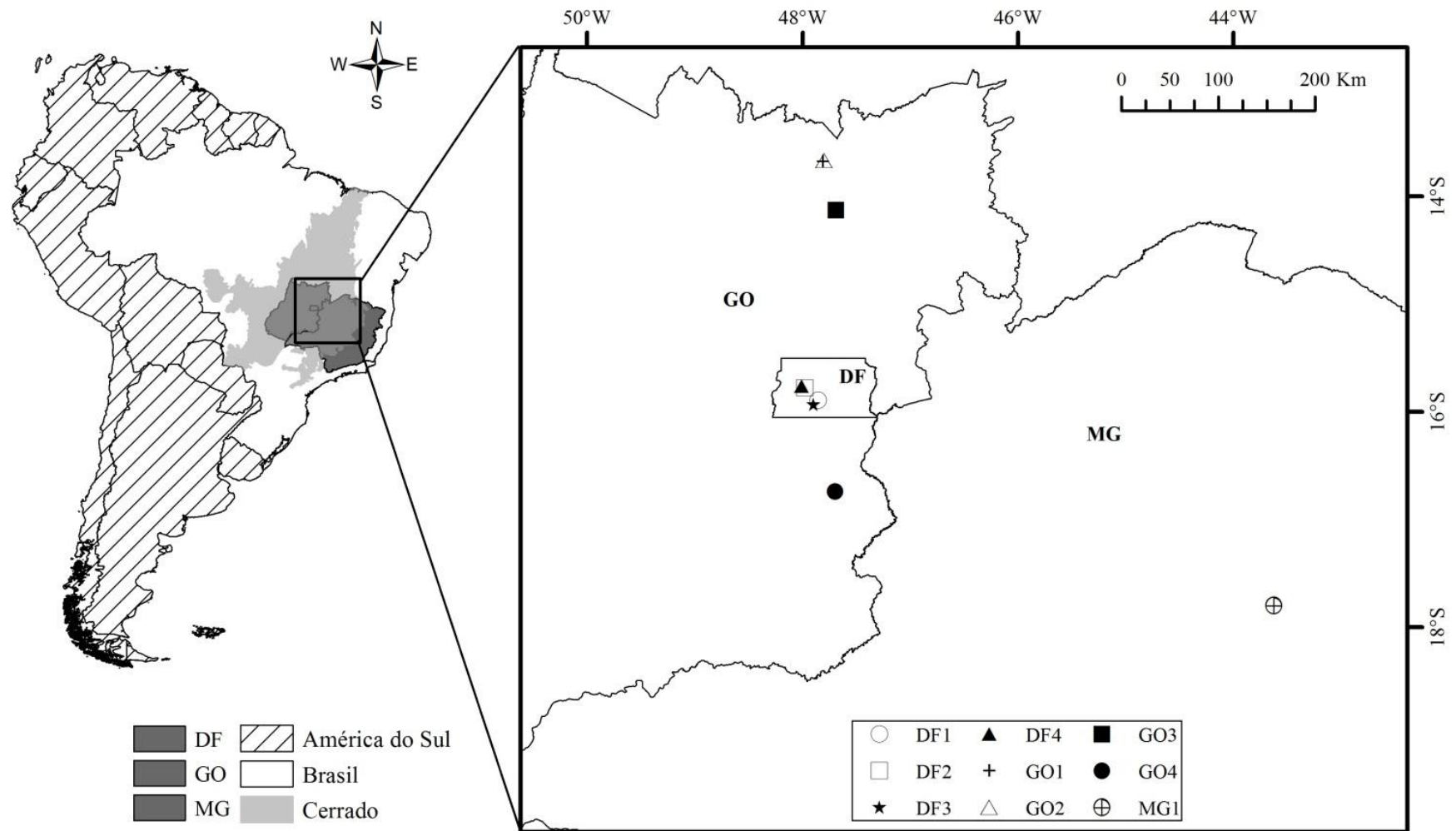
As veredas foram delimitadas a partir da vegetação onde ocorrem os Buritis, passando pelo contínuo de vegetação herbáceo-arbustiva, até fazer borda com outras fitofisionomias do Cerrado (zona de transição). Realizamos levantamentos da vegetação herbáceo-arbustiva na estação chuvosa, quando aumenta as chances de encontrar maior número de espécies em estágio reprodutivo (Munhoz e Felfili, 2006). Para amostrar a vegetação determinamos a composição e a cobertura linear das espécies através do método de inventário de interseção na linha (Canfield, 1941; Munhoz e Araújo, 2011), que consiste em traçar linhas pela vegetação e anotar o comprimento da linha interceptada por uma espécie, que dividido pelo comprimento total das espécies inventariadas sob a linha estima a proporção da área coberta por aquela espécie. Distribuimos as linhas fazendo, primeiramente, o reconhecimento das zonas de umidade do solo de acordo com a presença de umidade e matéria orgânica em decomposição na

superfície. Em seguida, alocamos linhas de 10 m (UA) em cada zona, demarcadas com estacas de ferro de 80 cm, a 30 m uma da outra, até atingir 15 linhas por vereda. Com o auxílio de uma trena, fez-se a visualização e o registro da projeção horizontal das espécies na linha, o que correspondeu ao valor de cobertura absoluta. O registro de ocorrência de cada espécie nas UA foi utilizado para calcular a frequência das mesmas nos sítios. O cálculo de cobertura absoluta (m) seguiu a fórmula de Kent e Coker (1992), conforme utilizado por Munhoz e Felfili (2006).

As espécies foram identificadas por meio de comparação com exsicatas de herbários, consultas a especialistas e literatura. O material botânico fértil coletado foi depositado nos herbários da Reserva Ecológica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e da Universidade de Brasília (UB). A nomenclatura botânica das famílias e das espécies foi determinada de acordo com o sistema do *Angiosperm Phylogeny Group IV* (Byng et al., 2016). A grafia dos taxa foi conferida por meio do pacote flora versão 0.2.7 (Carvalho, 2016), no programa R versão 3.3.1 (R Development Core Team, 2016).

Preparamos três tipos de matrizes: (1) uma com os dados de cobertura das espécies em cada sítio, (2) uma matriz binária, com os dados de presença e ausência das espécies nos sítios e (3) uma matriz de cobertura relativa, com os dados das cinco espécies com as maiores coberturas de cada sítio. As matrizes 2, de incidência e 1, dados de cobertura foram utilizadas na análise de ordenação multidimensional não-métrica (NMDS). Para as análises de riqueza e diversidade de espécies, utilizou-se a matriz 2. A matriz 3 foi utilizada para avaliar a importância relativa das espécies com as maiores coberturas nos sítios.





**Figura 1.** Localização das nove veredas amostradas no Distrito Federal (DF1, DF2, DF3 e DF4), em Goiás (GO1, GO2, GO3 e GO4) e em Minas Gerais (MG1), Brasil.

**Tabela 1** – Informações geográficas, florísticas e ambientais das nove veredas amostrados no Brasil Central. Prec. anual = precipitação anual média, TMed = temperatura média anual e RPPN = Reserva Particular do Patrimônio Natural.

Sítio/Estado	Código dos sítios	Riqueza de espécies	Número de espécies exclusivas	Latitude (S) e Longitude (W)	Ano de coleta	Altitude (m)	Prec. anual (mm)	TMed Mín/Máx (°C)
Estação Ecológica do Jardim Botânico de Brasília/DF	DF1	49	7	15°53'30" e 47°51'25"	2009	1.127	1.650	15/26
Parque Nacional de Brasília/DF	DF2	81	17	15°46'48" e 47°58'37"	2009	1.114	1.567	15/26
Reserva Ecológica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/DF	DF3	104	31	15°55'53" e 47°53'57"	2008	1.193	1.691	15/26
Floresta Nacional de Brasília/DF	DF4	81	16	15°45'44" e 48°4'10"	2008	1.164	1.540	15/26
RPPN Serra do Tombador (1)/GO	GO1	42	13	13°40'39" e 47°48'45"	2010	822	1.743	18/29
RPPN Serra do Tombador (2)/GO	GO2	58	18	13°40'1" e 47°48'4"	2010	822	1.743	18/29
Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros/GO	GO3	71	19	14°7'43" e 47°41'15"	2008	1.244	1.830	16/26
RPPN Linda Serra de Topázios/GO	GO4	128	41	16°44'15" e 47°41'54"	2009	1.073	1.373	14/27
Parque Nacional das Sempre Vivas /MG	MG1	55	21	17°47'51" e 43°37'20"	2010	686	1.157	15/28

## **Análises numéricas**

Avaliamos a distribuição das coberturas relativas das cinco espécies mais abundantes de cada sítio, com o objetivo de comparar como essas espécies se distribuem entre os sítios. O resultado desta análise foi representado na forma gráfica preparada a partir do programa R versão 3.3.1 (R Development Core Team, 2016).

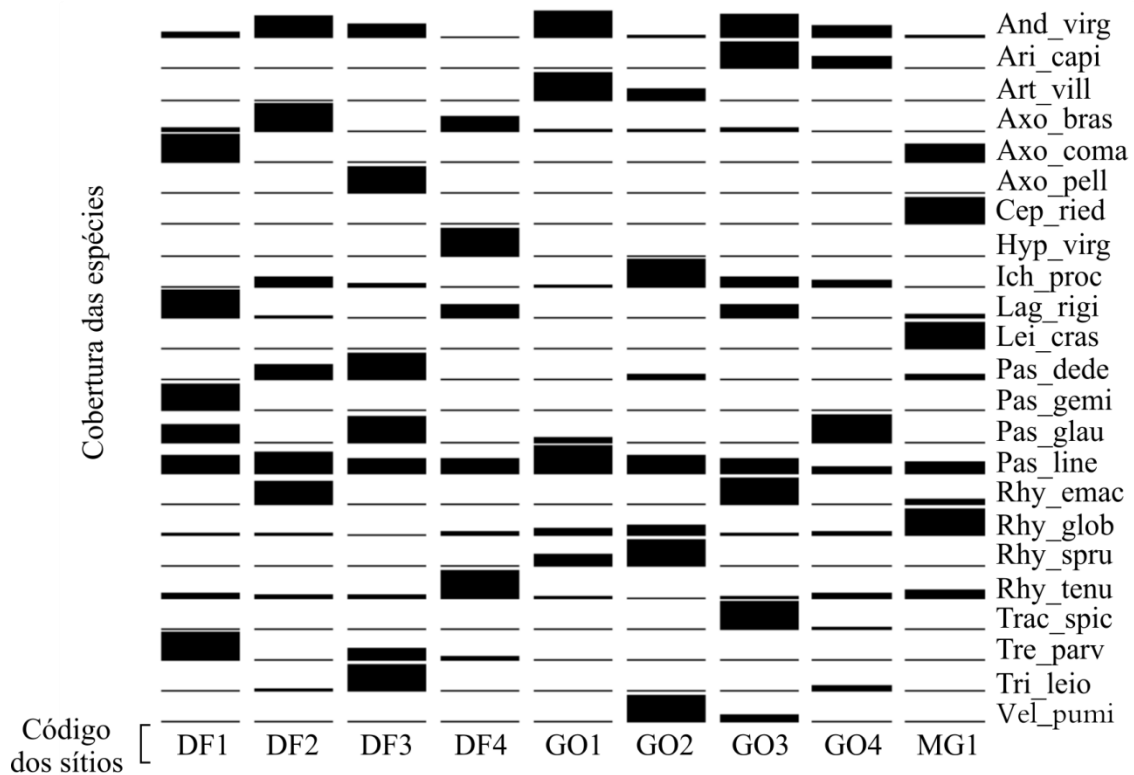
Para caracterizar a diversidade de espécies nos sítios avaliados, utilizamos curvas integradas de rarefação/extrapolação baseadas nos três primeiros números de Hill. Números de Hill são famílias matematicamente unificadas de índices de diversidade (se diferenciando entre si apenas pelo expoente  $q$ ) que incorpora abundância relativa e riqueza de espécies (Chao et al., 2014). De acordo com Chao et al. (2014), esse método utiliza o modelo de distribuição de probabilidade multinomial dos números de Hill  $q = 0$  (riqueza de espécies),  $q = 1$  (diversidade de Shannon) e  $q = 2$  (diversidade de Simpson), sendo que Shannon dá mais peso para as espécies raras e Simpson para as espécies mais frequentes e abundantes. Aferimos a riqueza e a diversidade de espécies em cada sítio pelas curvas de rarefação e extrapolação dos números de Hill para os dados de incidência, utilizando os procedimentos e funções propostas por Chao et al. (2014), por meio do pacote ‘iNEXT’ versão 2.0.9 (Hsieh et al., 2015), no programa R versão 3.3.1 (R Development Core Team, 2016). A partir desta análise, que se baseia nos dados de incidência da comunidade, é possível comparar os dados de diferentes comunidades no tempo e espaço, pois as amostras são padronizadas a um mesmo tamanho (Chao et al., 2014). As curvas foram geradas com intervalos de confiança a 95% obtidos pelo método de *bootstrap*, o que facilita a comparação de diversas comunidades de amostras extrapoladas (Chao et al., 2014).

Utilizamos o método de ordenação não métrico (NMDS) (McCune e Grace, 2002; Legendre e Legendre, 2012) para dispor os sítios no espaço multidimensional baseado na incidência de espécies e na cobertura das espécies. Empregamos as medidas de similaridade Jaccard para a análise de incidência e Bray-Curtis para a análise de cobertura (McCune e Grace, 2002). Utilizamos o pacote *vegan* versão 2.4-0 (Oksanen et al., 2015) do programa R versão 3.3.1 (R Development Core Team, 2016) para realizar as análises.

## **Resultados**

Foram amostradas 331 espécies, 167 gêneros e 58 famílias, sendo que o número de espécies entre as veredas variou de 42 a 128 (Tabela S1 do Material Suplementar). As

famílias com o maior número de espécies foram Poaceae (56), Cyperaceae (34), Asteraceae (32), Melastomataceae (28) e Xyridaceae (23). Poaceae e Cyperaceae apresentaram os maiores valores de cobertura absoluta. Aproximadamente metade das famílias apresentou uma única espécie. O gênero com o maior número de espécies foi *Xyris* (22 espécies). Apenas *Paspalum lineare* Trin. e *Rhynchospora globosa* (Kunth) Roem. & Schult. ocorreram em todos os sítios (Tabela S1 do Material Suplementar). As veredas da RPPN Linda Serra de Topázios (GO4) e da Reserva Ecológica do IBGE (DF3) se destacaram das demais ao exibirem os maiores valores em riqueza e em número de espécies exclusivas (128 e 41, para GO4, e 104 e 31, para DF3, respectivamente) (Tabela 1), 70% do número total de espécies ocorreram nesses dois sítios. As veredas do Distrito Federal apresentaram 16 em comum, as de Goiás apenas sete. O sítio que apresentou menos espécies em comum com os demais foi GO1 (29 espécies). Pelo menos 27 espécies ocorreram em ao menos cinco dos nove sítios. Vinte e três espécies contabilizaram as maiores coberturas nos sítios, considerando as cinco espécies mais representativas em cada um dos sítios (Fig. 2). As espécies com as maiores coberturas relativas (Fig. 2), consideradas como as espécies dominantes, tiveram maior peso sobre a composição das veredas, sendo importantes na diferenciação entre os sítios.

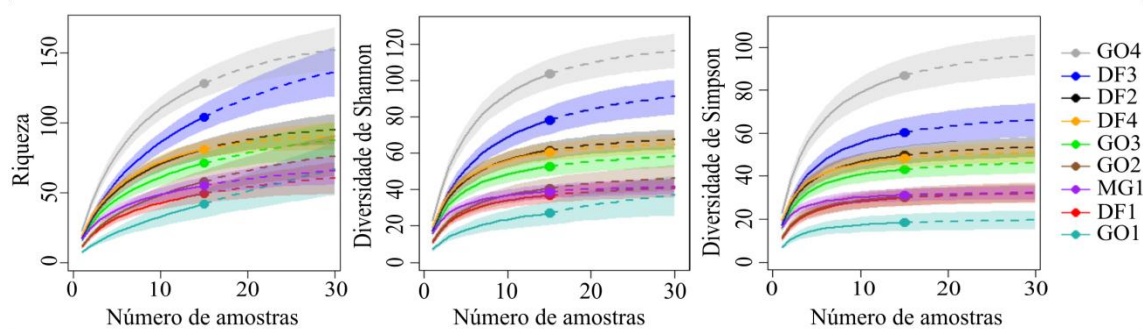


**Figura 2.** Ordenação da cobertura das cinco espécies mais abundantes em cada vereda amostrada no Brasil Central. Em relação ao nome das espécies, as três primeiras letras se referem ao gênero e as quatro últimas ao epíteto específico. Os retângulos pretos representam as coberturas das espécies nos sítios. As legendas dos sítios estão descritas na tabela 1.

As curvas obtidas para a riqueza de espécies ( $q = 0$ ) mostram que o número de espécies existentes seria mais elevado nas veredas de Cristalina/GO (GO4), DF (DF3) e do norte de Goiás (GO1) (Fig. 3). Nas estimativas de diversidade de Shannon ( $q = 1$ ) e de Simpson ( $q = 2$ ) observou-se que as posições das curvas foram praticamente as mesmas em ambas para os nove sítios, considerando as espécies raras e as espécies frequentes e abundantes (Fig. 3). A vereda em Cristalina (GO4) foi a mais diversa, a vereda ao norte de Goiás (GO1) a menos diversa, sendo que as outras veredas apresentaram curvas sobrepostas. Além disso, também houve distinção estatisticamente significativa em GO4, o que é observado pela não sobreposição de seu intervalo de confiança em relação aos demais sítios (Fig. 3).

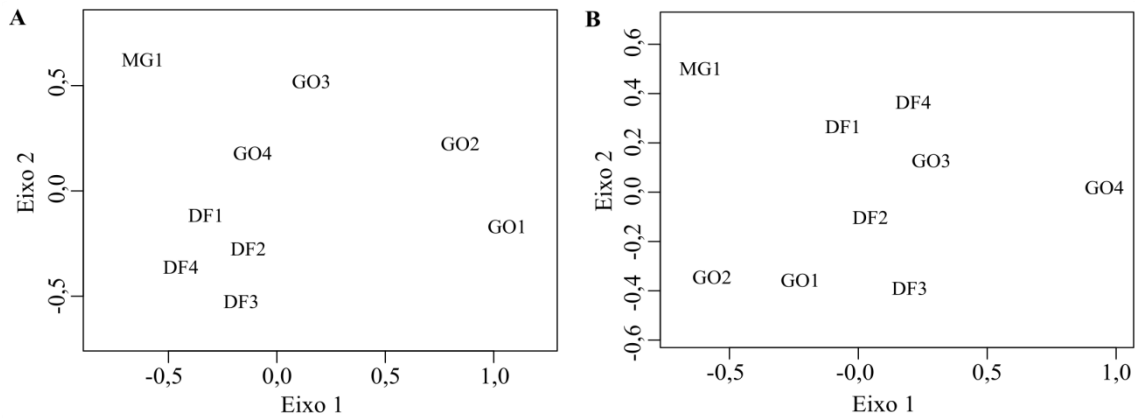
Para a diversidade de Shannon, as veredas DF3 e GO1 ao norte de Goiás, mostram ter potencial para maiores valores, o que é indicado pela linha extrapolada da curva em ascensão (Fig. 3). Para a diversidade de Simpson, a vereda ao norte de Goiás (GO1)

mostrou-se significativamente menos diversa, já a vereda de Cristalina (GO4) foi a mais diversa. Nessa análise dois grupos se formaram a partir da sobreposição dos intervalos de confiança, um com três veredas (DF1, GO2 e MG1) e um com quatro veredas (DF2, DF3, DF4 e GO3) (Fig. 3).



**Figura 3.** Curvas de rarefação (linhas contínuas) e extrapolação (linhas tracejadas) com 95% de intervalo de confiança para os números de Hill  $q = 0$  (quadro da esquerda),  $q = 1$  (quadro do meio), e  $q = 2$  (quadro da direita), representando o número de espécies herbáceo-arbustivas das nove veredas amostradas no Brasil Central. Os intervalos de confiança de 95% (área sombreada colorida que acompanha as linhas) foram obtidos através do método *bootstrap*. As amostras de referência são indicadas pelos pontos sólidos coloridos. As legendas dos sítios estão descritas na tabela 1.

A ordenação dos sítios com base na incidência (Fig. 4A) e na cobertura (Fig. 4B) das espécies apresentou diferenciação no padrão de separação das veredas no espaço multidimensional, mostrando distinção na riqueza e composição de espécies entre as veredas. Na análise de presença e ausência de espécies os sítios no Distrito Federal estão mais próximos (Fig. 4A), distanciando-se na ordenação pela cobertura das espécies (Fig. 4B). O mesmo ocorre com as veredas em regiões de chapadas e serras (MG1, GO3 e GO4; Fig. 4). No entanto, houve exceção para as duas veredas localizadas ao norte de Goiás (GO1 e GO2), que se distinguiram mais quanto a cobertura de espécies. A diferença na cobertura das principais espécies entre os sítios determinou maior separação na análise de cobertura (Fig. 4).



**Figura 4.** NMS para ordenar os sítios em relação à composição (A) e à cobertura (B) das espécies herbáceo-arbustivas das nove veredas amostradas no Brasil Central. Os valores de stress final calculados para A e B foram, respectivamente, 0,09 e 0,05. As legendas dos sítios estão descritas na tabela 1.

## Discussão

Encontramos distinção florística entre as veredas estudadas quanto à composição, riqueza e diversidade de espécies herbáceo-arbustivas. Padrão encontrado também em comparações entre diferentes sítios de cerrado, até mesmo entre aqueles geograficamente próximos, provavelmente em resposta a interações entre fatores climáticos, altitude, fertilidade do solo e a distribuição esporádica e irregular de muitas espécies (Oliveira-Filho et al., 1989; Ratter et al., 2003; Silva et al., 2006). As veredas se mostraram ricas floristicamente quando comparadas com veredas amostradas em outras localidades (Guimarães et al., 2002; Resende et al., 2013) e com outras fitofisionomias onde o estrato herbáceo-arbustivo é predominante, como o campo limpo úmido (Munhoz e Felfili, 2008). Porém apresentaram riqueza inferior ao campo sujo (Munhoz e Felfili, 2006), provavelmente devido às diferenças nos fatores físicos e químicos do solo e nos fatores bióticos que determinam a distribuição das espécies. O estrato herbáceo-arbustivo apresenta ampla frequência em ecossistemas úmidos, no entanto esses locais são conhecidos por possuírem flora exclusiva e diversa, com a presença de muitas espécies típicas, com adaptações morfológicas e fisiológicas para sobreviver a ambientes saturados de água (Blom, 1999; Parolin, 2001; Rocha e Martins, 2011).

A grande riqueza e diversidade de espécies encontradas nas veredas resultam da heterogeneidade da umidade em seus solos, que possibilita a ocorrência de plantas adaptadas a diferentes níveis de saturação de água, padrão já descrito para outras

veredas (Guimarães et al., 2002; Resende et al., 2013). Em áreas úmidas a capacidade que a espécie tem de se adaptar é o que possivelmente definirá como será a distribuição dela dentro das comunidades (Oliveira et al., 2009). Em regiões úmidas da savana Australiana (Williams e Morgan, 2015) e Venezuelana (*humedales*) o nível da água determina maior diversidade de plantas nas porções que sofrem alagamento parcial (Rial, 2006; Neiff et al., 2008; Suárez-Villasmil et al., 2015).

As variações nas coberturas das espécies mais abundantes nas veredas foram determinantes para distingui-las. Veredas próximas entre si, como as localizadas no Distrito Federal, apresentaram maior proximidade quanto a ocorrência das espécies do que quanto as distribuições de cobertura entre as mesmas. A proximidade geográfica, que implica em semelhanças no tipo de solo de origem e no clima, foi responsável pela afinidade da flora dessas veredas, porém fatores locais bióticos e abióticos podem ter determinado as variações nas abundâncias das espécies entre os sítios. A divergência de valores de riqueza e diversidade entre as veredas vizinhas da Estação Ecológica do Jardim Botânico de Brasília (DF1) e da Reserva Ecológica do IBGE (DF3) pode estar associada ao impacto de espécies nativas que estão expandindo suas populações nesses ambientes. A exemplo de *Trembleya parviflora* (D. Don) Cogn. que tem se expandido em veredas, devido a diminuição da profundidade do lençol freático, levando a perda de diversidade de espécies (Santos e Munhoz, 2012).

As veredas situadas em chapadas e serras (GO3, GO4 and MG1) foram as mais distintas, quanto à riqueza e à diversidade de espécies. Esses sítios apresentaram grande quantidade de espécies exclusivas, sendo as com maiores coberturas pouco abundantes nos demais sítios. Nos sítios situados na Serra do Espinhaço, na Chapada dos Veadeiros e na Serra dos Cristais ocorrem muitas espécies endêmicas e espécies que são restritas aos cerrados de altitude, principalmente nas famílias Eriocaulaceae e Xyridaceae (Giulietti et al., 1987; Munhoz e Proença, 1998; Proença et al., 2000). Áreas de elevada altitude apresentam clima contrastante, com temperaturas mais baixas, e condições de solo de origem distintas, com rochosidade, o que representa um isolamento à dispersão das espécies de montanha (Giulietti et al., 1987; Stannard, 1995). A vereda MG1, situada na porção sul da Serra do Espinhaço, apresentou composição florística diferenciada dos outros sítios de vereda, provavelmente por receber grande influência dos campos de altitude da Mata Atlântica que bordeia a região (Giulietti e Pirani, 1988; Echternacht et al., 2011). A ordenação mostrou para essas três veredas (GO3, GO4 and MG1), assim como para as do Distrito Federal, maior semelhança na composição das



espécies do que nas suas coberturas, evidenciando semelhança florística, porém com distinções nos tamanhos das populações das espécies. Em relação às veredas da Reserva Natural Serra do Tombador (GO1 e GO2), o que as diferenciaram dos demais sítios foram a baixa riqueza de espécies e os valores de cobertura diferenciados. O cerrado *sensu lato* a nordeste de Goiás é conhecido por apresentar menor riqueza de espécies lenhosas, com a ocorrência de muitas espécies mesotróficas (Ratter et al., 2003), o que também pode estar acontecendo para as espécies herbáceo-arbustivas de veredas.

Assim como encontramos neste estudo, sítios de vereda próximos entre si tendem a apresentar maior similaridade na composição florística (Resende et al., 2013), e até mesmo quando sítios campestres úmidos e veredas próximas foram comparados (Moreira et al., 2015). Por outro lado, veredas vizinhas com diferentes níveis de perturbação diferiram entre si quanto a riqueza de espécies, principalmente pelo aumento de espécies invasoras (Araújo et al., 2002; Guimarães et al., 2002; Resende et al., 2013). Mesmo que as veredas apresentem solo úmido e aspecto homogêneo formado pela linha de Buritis em meio ao tapete herbáceo-subarbustivo uma análise comparando um maior número de sítios de veredas revelou heterogeneidade na riqueza, cobertura e diversidade de espécies entre elas. Todos os sítios amostrados apresentaram alguma quantidade de espécies exclusivas, variando de 7 a 41 espécies. A ocorrência de apenas duas espécies (*Paspalum lineare* Trin. e *Rhynchospora globosa* (Kunth) Roem. & Schult.) comuns a todos os sítios confirma o baixo compartilhamento de espécies entre elas.

Assim, essa comunidade vegetal é um grande repositório de biodiversidade que merece maior atenção quanto às políticas públicas de sua conservação. Por fim, espera-se que este trabalho sirva como base para estudos complementares mais aprofundados acerca dos efeitos dos fatores ambientais e das vegetações subjacentes sobre as veredas e da distribuição e dinâmica de sua flora. Estudos futuros que avaliem o efeito da largura das veredas na sua diversidade florística, a partir da zona alagada onde está a linha de Buritis até a borda, devem ser realizados para auxiliar na decisão do tamanho da área de vereda a ser protegida. Mesmo porque, estudos anteriores já encontraram que a maior parte da diversidade da vereda está nas zonas de borda com menor umidade (Oliveira et al., 2009; Santos e Munhoz, 2012; Resende, 2013). Atualmente a Lei nº 12.651 (Brasil, 2012) considera área de preservação permanente apenas uma faixa de 50 metros de largura, a partir do espaço permanentemente brejoso e encharcado da vereda.

## Referências bibliográficas

- Araújo GM, Barbosa AAA, Arantes AA, Amaral AF. 2002. Composição florística de veredas no Município de Uberlândia, MG. *Revista Brasileira de Botânica* 25:475-493.
- Araújo GM, Amaral AF, Bruna EM, Vasconcelos HL. 2013. Fire drives the reproductive responses of herbaceous plants in a Neotropical swamp. *Plant Ecology* 214:1479-1484.
- Blom CWPM. 1999. Adaptations to flooding stress: from plant community to molecule. *Plant Biology* 1:261-273.
- Borcard D, Legendre P, Avois-Jacquet C, Tuomisto H. 2004. Dissecting the spatial structure of ecological data at multiple scales. *Ecology* 85:1826-1832.
- Brasil, 2012. Lei no. 12.651, de 25 de maio de 2012. Conselho Nacional do Meio Ambiente, Brasília, Brasil. [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm) (acessado em 21.06.16).
- Byng JW, Chase MW, Christenhusz MJM, Fay MF, Judd WS, Mabberley DJ, Sennikov AN, Soltis DE, Soltis PS, Stevens PF. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of The Linnean Society* 181:1-20.
- Canfield R. 1941. Application of line interception in sampling range vegetation. *Journal of Forestry* 39:388-394.
- Carvalho G. 2016. Package flora. Tools for interacting with the Brazilian flora checklist, version 0.2.7.
- Carvalho PDS. 1991. As veredas e sua importância no domínio dos cerrados. *Informe agropecuário* 168:47-54.
- Cianciaruso MV, Batalha MA, Silva IA. 2005. Seasonal variation of a hyperseasonal cerrado in Emas National Park, central Brazil. *Flora* 200:345-353.
- Chao A, Gotelli NJ, Hsieh TC, Sander EL, Ma KH, Colwell RK, Ellison AM. 2014. Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monographs* 84:45-67.
- Echternacht L, Trovó M, Oliveira CT, Pirani JR. 2011. Areas of endemism in the Espinhaço Range in Minas Gerais, Brazil. *Flora* 206:782-791.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2006. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro, 2.ed.

- Greb SF, Dimichele WA, Gastaldo RA. 2006. Evolution and importance of wetlands in earth history. *Geological Society of America Special Papers* 399:1-40.
- Giulietti AM, Menezes NL, Pirani JR, Meguro M, Wanderley MGL. 1987. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Caracterização e lista das espécies. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* 9:1-151.
- Giulietti AM, Pirani JR. 1988. Patterns of geographic distribution of some plant species from Espinhaço Range, Minas Gerais and Bahia, Brazil. In: Vanzolini P, Heyer WR, editores. *Proceedings of a workshop on neotropical distribution patterns*. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências. p. 39–69.
- Guimarães AJM, Araújo GM, Corrêa GF. 2002. Estrutura fitossociológica em área natural e antropizada de uma vereda em Uberlândia, MG. *Acta Botanica Brasílica* 16:317-329.
- Hsieh TC, Ma KH, Chao A. 2015. iNEXT: An R package for interpolation and extrapolation for species diversity (Hill numbers). <http://chao.stat.nthu.edu.tw/blog/software-download>. (acessado em 02.08.16).
- Junk WJ, Piedade MTF, Lourival R, Wittmann F, Kandus P, Lacerda LD, Bozelli RL, Esteves FA, Nunes da Cunha C, Maltchik L, Schöngart J, Schaeffer-Novelli Y, Agostinho AA. 2014. Brazilian wetlands: their definition, delineation, and classification for research, sustainable management, and protection. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 24:5-22.
- Keddy PA. 2010. *Wetland Ecology: Principles and Conservation*. Cambridge: Cambridge University Press. p. 1-38.
- Kent M, Coker P. 1992. *Vegetation description and analysis; a practical approach*. London: Blackwell. p. 363.
- Legendre P, Legendre L. 2012. *Numerical Ecology*. Amsterdam: Elsevier. p. 512-519.
- McCune B, Grace JB. 2002. *Analysis of Ecological Communities*. Glenden Beach (USA): MjM Software Design.
- Moreira SN, Eisenlohr PV, Pott A, Pott VJ, Oliveira-Filho AT. 2015. Similar vegetation structure in protected and non-protected wetlands in Central Brazil: conservation significance. *Environmental Conservation* 42:356-362.
- Munhoz CBR, Araújo GM. 2011. Métodos de Amostragem do estrato herbáceo-subarbustivo. In: Felfili JM, Eisenlohr PV, Melo MMRF, Andrade LA, Neto JAAM, editores. *Fitossociologia no Brasil: Métodos e Estudos de Casos*. Viçosa. Editora Univ. Fed. Viçosa. p. 213-230.

- Munhoz CBR, Felfili JM. 2006. Fitossociologia do estrato herbáceo-subarbustivo de uma área de campo sujo no Distrito Federal, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 20:671-685.
- Munhoz CBR, Felfili JM. 2008. Fitossociologia do estrato herbáceo subarbustivo em campo limpo úmido no Distrito Federal, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 62:905-913.
- Munhoz CBR, Proença C. 1998. Composição florística do município de Alto Paraíso de Goiás na Chapada dos Veadeiros. *Bol. Herb. Ezechias Paulo Heringer* 3:102-150.
- Neiff JJ, Casco SL, de Neiff AP. 2008. Response of *Eichhornia crassipes* (Pontederiaceae) to water level fluctuations in two lakes with different connectivity in the Paraná River floodplain. *Rev. Biol. Trop.* 56 (2):613-623.
- Oksanen J, Kindt R, Legendre P, O'Hara B, Stevens MHH, Oksanen MJ, Suggests MASS. 2015. *Vegan community ecology package: ordination methods, diversity analysis and other functions for community and vegetation ecologists. Version 2.3-1.*
- Oliveira GC, Araújo GM, Barbosa AAA. 2009. Florística e zonação de espécies vegetais em veredas no Triângulo Mineiro, Brasil. *Rodriguésia* 60:1077-1085.
- Oliveira-Filho AT, Shepherd GJ, Martins FR, Stubblebine WH. 1989. Environmental factors affecting physiognomic and floristic variation in an area of cerrado in central Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 5(04):413-431.
- Parolin P. 2001. Morphological and physiological adjustments to waterlogging and drought in seedlings of Amazonian floodplain trees. *Oecologia* 128:326-335.
- Proença C, Oliveira RS, Silva AP. 2000. *Flores e Frutos do Cerrado*. Brasília: Universidade de Brasília. p. 144-151.
- R Development Core Team. 2016. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Rial A. 2006. Variabilidad espacio-temporal de las comunidades de plantas acuáticas en un humedal de los Llanos de Venezuela. *Revista de Biología Tropical* 52(2):403-413.
- Ramos MVV, Curi N, Motta PEF, Vitorino ACT, Ferreira MM, Silva MLN. 2006. Veredas do triângulo mineiro: solos, água e uso. *Ciência Agrotécnica* 30:283-293.
- 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.

- Resende ILM, Chaves LJ, Rizzo JA. 2013. Floristic and phytosociological analysis of palm swamps in the central part of the Brazilian savanna. *Acta Botanica Brasilica* 27:205-225.
- Ribeiro JF, Walter BMT. 2008. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. In: Sano SM, Almeida SP, Ribeiro JF, editores. *Cerrado: ecologia e flora*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. p. 151–212.
- Rocha DC, Martins D. 2011. Adaptações morfoanatômicas de Cyperaceae ao ambiente aquático. *Planta Daninha* 29:7-15.
- Rosolen V, de Oliveira DA, Bueno GT. 2015. Vereda and Murundu wetlands and changes in Brazilian environmental laws: challenges to conservation. *Wetlands Ecology and Management* 23:285-292.
- Rull V, Montoya E. 2014. *Mauritia flexuosa* palm swamp communities: natural or human-made? A palynological study of the Gran Sabana region (northern South America) within a neotropical context. *Quaternary Science Reviews* 99:17-33.
- Santos FFM, Munhoz CBR. 2012. Diversidade de espécies herbáceo-arbustivas e zonação florística em uma vereda no Distrito Federal. *Heringeriana* 6:21-27.
- 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.
- Stannard BL. 1995. Flora of the Pico das Almas - Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. Kew: Royal Botanic Gardens. p. 853.
- Suárez-Villasmil LM, Barreto-Pittol EM, Fedón, IC, Gordon E, García D, Avendaño Y, Barreto MB. 2015 Riqueza, composición florística y factores hidroedáficos en humedales herbáceos de Barlovento (Estado Miranda, Venezuela). *Métodos em Ecología y Sistemática* 10(2):29.
- Williams NSG, Morgan JW. 2015. The native temperate grasslands of south-eastern Australia. In: Williams NSG, Marshall AJ, Morgan JW. *Land of Sweeping Plains: Managing and Restoring the Native Grasslands of South-eastern Australia*. Austrália: Csiro Publishing. p. 38.

## Material suplementar

**Tabela S1.** Dados do *voucher*, cobertura absoluta em metro e o total de espécies herbáceo-arbustivas das nove veredas amostradas no Brasil Central. A legenda dos sítios está descrita na tabela 1.

Espécies	Número do <i>voucher</i>	Sítios								
		DF1	DF2	DF3	DF4	GO1	GO2	GO3	GO4	MG1
<i>Abolboda pulchella</i> Humb.	7033	-	-	-	-	-	-	0,31	-	0,08
<i>Achyrocline alata</i> (Kunth) DC.	4513	0,65	-	4,89	1,12	-	-	-	-	-
<i>Achyrocline satureioides</i> (Lam.) DC.	4354	0,53	-	0,13	1,33	-	-	-	-	-
<i>Acisanthera genliseoides</i> (Hoehne) Wurdack	7870	-	-	-	-	-	-	-	1,61	-
<i>Acisanthera limnobios</i> (Schrank & Mart. ex DC.) Triana		-	0,12	-	-	-	-	-	0,02	-
<i>Aeschynomene genistoides</i> (Taub.) Rudd	7863	-	-	-	-	-	0,17	2,47	-	-
<i>Agenium leptocladum</i> (Hack.) Clayton	3644	-	-	0,97	-	-	-	-	2,67	-
<i>Agenium villosum</i> (Nees) Pilg.	4191	-	-	-	-	-	4,79	-	-	-
<i>Alstroemeria longistyla</i> Schenk	4976	-	0,06	-	0,22	-	-	-	-	-
<i>Andropogon bicornis</i> L.	3452	-	-	12,30	-	9,48	9,01	0,05	-	-
<i>Andropogon lateralis</i> Nees	3790	3,00	5,24	5,05	0,18	-	-	-	-	-
<i>Andropogon leucostachyus</i> Kunth	3460	3,00	1,88	11,74	5,79	-	-	0,98	3,41	0,02
<i>Andropogon macrothrix</i> Trin.		-	-	-	-	-	-	-	0,83	-
<i>Andropogon virgatus</i> Desv.	7872	6,54	27,45	18,25	-	31,65	2,88	26,79	14,49	1,80
<i>Aristida capillacea</i> Lam.	7873	-	-	-	-	-	-	14,86	7,51	-

Espécies	Número do <i>voucher</i>	Sítios								
		DF1	DF2	DF3	DF4	GO1	GO2	GO3	GO4	MG1
<i>Aristida riparia</i> Trin.	7995	-	-	-	-	-	0,28	1,29	-	-
<i>Arthropogon villosus</i> Nees	7944	-	-	-	-	17,35	7,48	-	-	-
<i>Ascolepis brasiliensis</i> (Kunth) Benth. ex C.B.Clarke	2039	-	-	-	0,01	-	-	-	-	-
<i>Asemeia hebeclada</i> (DC.) J.F.B.Pastore & J.R.Abbott		-	-	0,01	-	-	-	-	-	-
<i>Aspilia foliacea</i> (Spreng.) Baker	7794	-	0,14	0,22	-	-	-	-	-	-
<i>Aspilia montevidensis</i> (Spreng.) Kuntze		-	-	-	0,24	-	-	-	-	-
<i>Axonopus aureus</i> P.Beauv.	7002	0,78	3,01	0,21	-	0,30	0,24	-	0,06	3,93
<i>Axonopus brasiliensis</i> (Spreng.) Kuhlmann.	3412	1,24	11,16	-	5,39	0,22	0,37	1,11	0,06	-
<i>Axonopus comans</i> (Trin. ex Döll) Kuhlmann.	2273	27,24	-	-	-	-	-	0,23	-	20,41
<i>Axonopus fastigiatus</i> (Nees ex Trin.) Kuhlmann.	7991	-	-	-	-	-	5,06	-	1,00	-
<i>Axonopus pellitus</i> (Nees ex Trin.) Hitchc. & Chase		-	-	14,70	-	-	-	-	-	-
<i>Ayapana amygdalina</i> (Lam.) R.M.King & H.Rob.	7803	-	0,14	0,08	-	0,22	0,27	-	-	-
<i>Baccharis reticulata</i> (Ruiz & Pav.) Pers.		-	0,52	-	-	-	-	-	-	-
<i>Baccharis retusa</i> DC.	4896	-	-	-	0,04	-	-	-	-	-
<i>Baccharis tridentata</i> Vahl		-	-	-	0,02	-	-	-	-	-
<i>Bauhinia curvula</i> Benth.	7948	-	-	-	-	-	1,69	-	-	-
<i>Blechnum schomburgkii</i> (Klotzsch) C.Chr.		-	-	-	1,32	-	-	-	-	-
<i>Blechnum serrulatum</i> Rich.	7875	-	-	0,22	-	-	-	-	5,55	-

Espécies	Número do <i>voucher</i>	Sítios								
		DF1	DF2	DF3	DF4	GO1	GO2	GO3	GO4	MG1
<i>Borreria alata</i> (Aubl.) DC.		-	-	-	-	-	-	-	0,08	-
<i>Borreria capitata</i> (Ruiz & Pav.) DC.	7796	-	0,26	-	-	-	-	-	-	-
<i>Borreria latifolia</i> (Aubl.) K.Schum.	3765	0,07	-	-	0,17	-	-	-	-	0,07
<i>Borreria marticrovettiana</i> E.L.Cabral	3900	-	-	-	-	-	-	-	0,48	-
<i>Borreria suaveolens</i> G. Mey.	3628	-	-	0,08	-	-	-	-	-	-
<i>Borreria tenella</i> (Kunth) Cham. & Schltldl.	1194	-	-	-	-	-	-	-	0,31	-
<i>Brunfelsia obovata</i> Benth.	4855	-	-	0,20	-	-	-	-	-	-
<i>Bulbostylis edwalliana</i> (Boeckeler) Prata	968	-	-	-	-	-	-	-	-	0,64
<i>Bulbostylis fasciculata</i> Uittien	3667	-	-	-	-	-	0,04	-	-	-
<i>Bulbostylis hirtella</i> (Schrad.) Urb.		-	0,70	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bulbostylis jacobinae</i> (Steud.) Lindm.	7876	-	-	-	-	-	-	-	3,33	-
<i>Bulbostylis junciformis</i> (Kunth) C.B.Clarke	4018	-	-	3,09	-	-	-	-	0,01	-
<i>Bulbostylis paradoxa</i> (Spreng.) Lindm.		-	-	-	-	-	-	0,15	1,91	-
<i>Bulbostylis sellowiana</i> (Kunth) Palla	3663	0,49	0,10	0,15	3,49	-	-	-	0,92	-
<i>Bulbostylis vestita</i> (Kunth) C.B.Clarke		-	-	-	-	-	-	-	-	0,21
<i>Byttneria melastomaefolia</i> A.St.-Hil.	7951	-	-	-	-	-	0,08	-	-	-
<i>Calea elongata</i> (Gardner) Baker	7952	-	-	-	-	0,07	1,65	0,08	-	-
<i>Calea gardneriana</i> Baker	7878	-	-	-	-	-	-	1,03	1,39	-



Espécies	Número do <i>voucher</i>	Sítios								
		DF1	DF2	DF3	DF4	GO1	GO2	GO3	GO4	MG1
<i>Calea hymenolepis</i> Baker		-	-	-	-	-	0,07	-	-	-
<i>Calliandra dysantha</i> Benth.	3369	-	-	1,05	-	-	-	0,24	-	-
<i>Calopogonium mucunoides</i> Desv.		-	0,35	-	-	-	-	-	-	-
<i>Calyptrocarya glomerulata</i> (Brongn.) Urb.	7879	-	-	-	0,61	-	-	-	2,06	-
<i>Cambessedesia espora</i> (A.St.-Hil. ex Bonpl.) DC.	3735	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cambessedesia hilariana</i> (Kunth) DC.	7880	-	-	-	-	-	-	-	1,37	-
<i>Campomanesia pubescens</i> (Mart. ex DC.) O.Berg		-	-	0,16	-	-	-	-	-	-
<i>Campuloclinium megacephalum</i> (Mart. ex Baker) R.M.King & H.Rob.	3437	-	-	0,08	-	-	-	-	-	-
<i>Cantinoa subrotunda</i> (Pohl ex Benth.) Harley & J.F.B.Pastore	4695	-	-	-	1,64	-	-	-	3,48	-
<i>Cassytha filiformis</i> L.	3454	-	0,70	0,61	0,23	-	-	-	-	-
<i>Cayaponia espelina</i> (Silva Manso) Cogn.		0,05	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cephalostemon riedelianus</i> Körn.	7108	-	-	-	-	-	-	-	-	37,05
<i>Cestrum tubulosum</i> Sendtn.		-	-	-	-	-	-	-	0,71	-
<i>Chamaecrista brachyrachis</i> (Harms) H.S.Irwin & Barneby	4542	-	-	0,05	-	-	-	-	-	-
<i>Chamaecrista conferta</i> (Benth.) H.S.Irwin & Barneby	7954	-	-	-	-	0,01	-	-	-	-
<i>Chamaecrista cotinifolia</i> (G.Don) H.S.Irwin & Barneby	7955	-	-	-	-	-	0,11	-	-	-
<i>Chamaecrista desvauxii</i> (Collad.) Killip	7104	-	-	-	-	-	-	-	0,04	0,02

Espécies	Número do <i>voucher</i>	Sítios								
		DF1	DF2	DF3	DF4	GO1	GO2	GO3	GO4	MG1
<i>Chamaecrista diphylla</i> (L.) Greene		-	-	-	-	-	-	0,11	-	-
<i>Chamaecrista nictitans</i> (L.) Moench		-	-	-	-	-	-	-	2,18	-
<i>Chelonanthus alatus</i> (Aubl.) Pulle	7892	-	-	-	-	0,01	-	-	0,07	-
<i>Chromolaena laevigata</i> (Lam.) R.M.King & H.Rob.	4129	-	-	0,77	-	-	-	-	-	-
<i>Chromolaena vindex</i> (DC.) R.M.King & H.Rob.	740	-	1,94	3,42	1,79	-	-	-	4,46	-
<i>Cissampelos ovalifolia</i> DC.	2453	-	-	0,02	-	-	-	-	-	-
<i>Cleistes</i> Rich. ex Lindl.		-	-	-	0,02	-	-	-	-	-
<i>Coccocypselum lymanmithii</i> Standl.	3867	-	0,39	-	0,03	-	-	-	-	-
<i>Collaea aschersoniana</i> (Taub.) Burkart	7969	-	-	-	-	2,51	0,02	-	-	-
<i>Comanthera xeranthemoides</i> (Bong.) L.R.Parra & Giul.	7928	-	-	-	0,55	-	-	-	0,46	12,26
<i>Comolia lanceiflora</i> (DC.) Triana	7883	-	0,52	-	-	-	-	-	0,04	-
<i>Croton antisyphiliticus</i> Mart.	7958	-	-	1,21	-	-	0,05	-	-	-
<i>Cryptangium verticillatum</i> (Spreng.) Vitta		-	-	-	-	-	-	-	-	1,54
<i>Cuphea antisyphilitica</i> Kunth	3469	-	-	-	-	-	0,01	-	-	-
<i>Cuphea linarioides</i> Cham. & Schltldl.	1963	-	0,02	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cuphea pohlii</i> Lourteig	7884	-	-	-	0,30	-	-	-	0,94	-
<i>Cuphea spermacoce</i> A.St.-Hil.	1877	-	0,01	0,08	-	-	-	-	-	-
<i>Cuphea spermacoce</i> A.St.-Hil. var. <i>spermacoce</i>		-	-	-	-	-	-	0,01	-	-

Espécies	Número do <i>voucher</i>	Sítios								
		DF1	DF2	DF3	DF4	GO1	GO2	GO3	GO4	MG1
<i>Cuphea spermacoce</i> var. <i>erectifolia</i> (Koehe) T.B.Cavalc. & S.A.Graham		-	-	-	-	-	-	-	4,38	-
<i>Curtia tenuifolia</i> (Aubl.) Knobl.	7885	-	-	0,17	-	-	-	-	0,94	0,04
<i>Cyperus rigens</i> C.Presl	7886	-	-	-	-	-	-	-	6,05	-
<i>Dalechampia linearis</i> Baill.		-	-	-	-	0,02	-	-	-	-
<i>Declieuxia fruticosa</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) Kuntze	7799	0,03	0,15	-	-	-	-	-	-	-
<i>Desmoscelis villosa</i> (Aubl.) Naudin	4202	0,22	0,15	0,02	0,14	-	-	-	0,04	0,02
<i>Dicranopteris flexuosa</i> (Schrad.) Underw.		-	-	1,17	-	-	-	-	-	-
<i>Dioscorea amaranthoides</i> C.Presl	7887	-	-	-	-	-	-	-	4,77	-
<i>Dioscorea anomala</i> Griseb.		-	-	-	-	-	-	0,05	-	-
<i>Dioscorea debilis</i> Uline ex R.Knuth	7964	-	-	-	-	0,13	-	-	-	-
<i>Diplusodon argenteus</i> Lourteig		-	-	-	-	-	-	0,06	-	-
<i>Diplusodon ramosissimus</i> Pohl	7967	-	-	-	-	0,20	-	-	-	-
<i>Drosera communis</i> A.St.-Hil.	1171	-	-	-	-	-	-	-	-	0,21
<i>Drosera montana</i> A.St.-Hil.	4486	-	0,16	-	0,02	-	-	0,14	1,66	-
<i>Echinolaena inflexa</i> (Poir.) Chase	3625	-	6,53	3,35	1,03	-	-	0,73	2,97	-
<i>Eleocharis filiculmis</i> Kunth		-	-	-	-	0,04	-	-	-	-
<i>Eltroplectris</i> Raf.		-	-	-	-	-	-	0,02	-	-

Espécies	Número do <i>voucher</i>	Sítios								
		DF1	DF2	DF3	DF4	GO1	GO2	GO3	GO4	MG1
<i>Erechtites hieracifolius</i> (L.) Raf. ex DC.		-	-	-	0,12	-	-	-	-	-
<i>Eriocaulon sellowianum</i> Kunth	7835	-	-	-	-	-	0,16	0,17	4,28	-
<i>Eriochrysis cayennensis</i> P. Beauv.	7800	-	0,05	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eriosema congestum</i> Benth.	1344	-	-	-	-	0,08	-	-	-	-
<i>Eriosema longifolium</i> Benth.		-	-	-	-	-	-	-	1,58	-
<i>Eryngium ebracteatum</i> Lam.	7968	-	-	-	-	-	0,89	-	-	-
<i>Eryngium juncifolium</i> (Urb.) Mathias & Constance	4253	-	-	0,26	0,01	-	-	-	-	-
<i>Erythroxyllum campestre</i> A.St.-Hil.	1452	-	-	0,02	-	-	-	1,29	-	-
<i>Eugenia involucrata</i> DC.		-	-	0,04	-	-	-	-	-	-
<i>Euphorbia elodes</i> Boiss.	7836	-	-	-	-	-	-	0,11	-	-
<i>Euphorbia hypericifolia</i> L.	3695	-	-	1,30	-	-	-	-	-	-
<i>Euphorbia potentilloides</i> Boiss.	1868	-	0,08	-	0,20	-	-	-	-	-
<i>Evolvulus lagopodioides</i> Meisn.	2508	-	-	-	-	-	-	0,01	-	-
<i>Exochogyne amazonica</i> C.B.Clarke	7888	-	-	-	-	-	-	-	1,44	0,77
<i>Froelichiella grisea</i> R.E.Fr.	7837	-	-	-	-	-	-	0,25	-	-
<i>Galactia stereophylla</i> Harms	3736	-	-	0,05	-	-	-	-	-	-
<i>Gaylussacia brasiliensis</i> (Spreng.) Meisn.	4358	-	0,16	0,21	1,48	-	-	-	-	-
<i>Grazielia intermedia</i> (DC.) R.M.King & H.Rob.	3375	-	-	-	-	-	-	0,19	-	-

Espécies	Número do voucher	Sítios								
		DF1	DF2	DF3	DF4	GO1	GO2	GO3	GO4	MG1
<i>Habenaria magniscutata</i> Catling	2574	-	-	-	-	-	-	0,03	-	-
<i>Habenaria schwackei</i> Barb.Rodr.		-	-	-	-	-	-	0,01	-	-
<i>Heteropterys pannosa</i> Griseb.	7971	-	-	-	-	-	0,43	-	1,67	-
<i>Hyparrhenia bracteata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Stapf	3904	-	-	2,43	1,86	-	-	-	-	-
<i>Hypogynium virgatum</i> (Desv.) Dandy	2114	-	-	-	9,27	-	-	-	-	-
<i>Hyptis campestris</i> Harley & J.F.B. Pastore		-	-	-	-	0,05	0,20	-	-	-
<i>Hyptis conferta</i> Pohl ex Benth.	7972	-	-	-	-	1,94	0,66	-	-	-
<i>Hyptis lanuginosa</i> Glaz. ex Epling	7838	-	-	-	-	-	-	0,06	-	-
<i>Hyptis linarioides</i> Pohl ex Benth.	4448	0,08	0,88	0,23	0,18	0,61	0,12	0,68	0,21	-
<i>Hyptis nudicaulis</i> Benth.	3434	-	-	0,06	-	-	-	0,11	-	-
<i>Hyptis rotundifolia</i> Benth.	7890	-	-	-	-	-	-	0,78	0,45	-
<i>Ichnanthus procurrens</i> (Nees ex Trin.) Swallen	3445	-	4,23	0,90	-	0,41	11,34	4,02	2,51	-
<i>Ichthyothere latifolia</i> Baker	3370	-	-	0,01	0,07	-	-	-	-	-
<i>Ichthyothere terminalis</i> (Spreng.) S.F.Blake	7977	-	-	-	-	-	0,60	-	-	-
<i>Ipomoea geophilifolia</i> K. Afzel.		0,22	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ipomoea procurrens</i> Meisn.	3743	-	0,01	0,03	-	-	-	-	1,83	-
<i>Lagenocarpus rigidus</i> Nees	4533	40,90	1,35	-	18,53	-	-	18,39	0,57	5,54
<i>Laplacea fructicosa</i> (Schrad.) Kobuski	3829	5,06	-	-	-	-	-	-	-	-

Espécies	Número do <i>voucher</i>	Sítios								
		DF1	DF2	DF3	DF4	GO1	GO2	GO3	GO4	MG1
<i>Lavoisiera imbricata</i> (Thunb.) DC.	3497	-	0,41	4,30	0,25	-	-	-	-	-
<i>Leandra lacunosa</i> Cogn.	4157	-	-	0,09	-	-	-	-	-	-
<i>Leandra polystachya</i> (Naudin) Cogn.	4393	-	-	0,24	0,08	-	-	-	-	-
<i>Leiothrix crassifolia</i> (Bong.) Ruhland	MSP31	-	-	-	-	-	-	-	-	15,60
<i>Lepidaploa aurea</i> (Mart. ex DC.) H.Rob.	4224	0,30	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lepidaploa rufogrisea</i> (A.St.-Hil.) H.Rob.	3950	-	-	-	-	-	-	-	0,32	-
<i>Lessingianthus argyrophyllus</i> (Less.) H.Rob.	7827	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lessingianthus cristalinae</i> (H.Rob.) H.Rob.	3687	-	-	-	-	-	-	-	0,11	-
<i>Lessingianthus psilophyllus</i> (DC.) H.Rob.	4377	-	-	0,24	-	-	-	-	-	-
<i>Lippia rotundifolia</i> Cham.	4397	-	-	0,22	2,55	-	-	-	3,66	-
<i>Lobelia brasiliensis</i> A.O.S.Vieira & G.J.Sheph.	4351	-	-	0,41	1,33	-	-	-	-	-
<i>Ludwigia nervosa</i> (Poir.) H.Hara	4531 A	0,05	0,07	-	0,02	-	0,92	-	0,72	0,05
<i>Lycopodiella alopecuroides</i> (L.) Cranfill	1284	-	-	-	-	-	-	-	0,75	-
<i>Lycopodiella geometra</i> B.Øllg. & P.G.Windisch	M49	-	-	-	-	-	-	-	-	0,35
<i>Macairea radula</i> (Bonpl.) DC.	4866	-	-	1,08	-	-	-	-	-	-
<i>Melasma stricta</i> (Benth.) Hassl.	3030	-	-	0,01	-	-	-	-	-	-
<i>Melinis minutiflora</i> P.Beauv.	7981	-	-	-	0,64	5,50	-	-	2,05	-
<i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka	4400	-	-	6,25	-	-	-	-	-	-

Espécies	Número do voucher	Sítios								
		DF1	DF2	DF3	DF4	GO1	GO2	GO3	GO4	MG1
<i>Mesosetum elytrochaetum</i> (Hack.) Swallen	2408	-	-	-	-	-	-	-	0,40	-
<i>Mesosetum loliiforme</i> (Hochst.) Chase	7043	-	-	-	-	-	-	4,25	3,96	0,56
<i>Miconia chamissois</i> Naudin	4361	-	-	1,14	0,35	0,50	-	-	1,17	-
<i>Microlicia confertiflora</i> Naudin	M206	-	-	-	-	-	-	-	0,99	3,19
<i>Microlicia euphorbioides</i> Mart.	2513	-	0,01	0,18	-	-	-	-	-	-
<i>Microlicia fasciculata</i> Mart. ex Naudin	4093	-	-	0,07	-	0,42	-	-	-	-
<i>Microlicia insignis</i> Schltldl.	3398	-	-	-	-	-	-	0,03	-	-
<i>Microlicia psammophila</i> Wurdack	2649	-	-	-	-	-	-	1,91	-	-
<i>Microlicia ramosa</i> Pilg.	1175	-	0,38	-	-	-	-	-	-	-
<i>Microlicia serpyllifolia</i> D.Don	3993	1,19	1,22	-	-	-	-	-	-	-
<i>Microstachys bidentata</i> (Mart.& Zucc.) Esser	1396	0,11	-	-	-	-	0,01	-	-	-
<i>Mikania officinalis</i> Mart.	3373	0,02	0,58	3,10	0,04	-	0,03	-	0,45	-
<i>Mimosa clausenii</i> Benth.		-	-	-	-	-	1,52	-	-	-
<i>Mimosa pumilio</i> Barneby		-	-	-	-	-	3,85	0,14	-	-
<i>Minaria cordata</i> (Turcz.) T.U.P.Konno & Rapini	3828	-	0,04	-	-	-	-	-	-	-
<i>Monnina stenophylla</i> A.St.-Hil. & Moq.	1861	-	-	-	-	-	-	-	1,14	-
<i>Myrcia linearifolia</i> Cambess.	4195	-	-	-	-	-	0,04	0,62	-	-
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze		-	-	0,24	-	-	-	-	-	-

Espécies	Número do <i>voucher</i>	Sítios								
		DF1	DF2	DF3	DF4	GO1	GO2	GO3	GO4	MG1
<i>Ossaea congestiflora</i> (Naudin) Cogn.	3381	-	-	0,53	0,19	-	-	-	-	-
<i>Otachyrium seminudum</i> Hack. ex Send. & Soderstr.	4658	-	0,98	-	0,79	-	-	-	-	-
<i>Otachyrium versicolor</i> (Döll) Henrard	7989	-	-	-	-	0,02	-	-	-	-
<i>Ouratea lanceolata</i> (Pohl) Engl.		-	-	-	-	-	0,04	-	-	-
<i>Oxypetalum appendiculatum</i> Mart.	3485	-	-	0,33	1,06	-	-	-	0,82	-
<i>Oxypetalum pachygynum</i> Decne.	7992	-	-	-	-	-	0,19	-	-	-
<i>Paepalanthus distichophyllus</i> Mart.	M47	-	-	-	-	-	-	-	-	2,80
<i>Paepalanthus elongatulus</i> Ruhland		-	-	2,09	-	-	-	-	-	-
<i>Paepalanthus elongatus</i> (Bong.) Körn.	1998	-	-	-	-	-	1,21	-	2,27	-
<i>Paepalanthus eriocauloides</i> Ruhland	7897	-	-	-	-	-	-	-	1,67	-
<i>Paepalanthus flaccidus</i> (Bong.) Kunth	4299	-	0,06	1,82	1,74	-	-	-	3,33	-
<i>Paepalanthus lundii</i> Körn.	7898	-	0,38	-	0,55	-	-	-	0,95	-
<i>Palhinhaea cernua</i> (L.) Franco & Vasc.		-	0,09	-	0,07	-	-	-	-	-
<i>Panicum cervicatum</i> Chase	7997	-	-	-	-	3,19	-	-	1,71	-
<i>Panicum olyroides</i> Kunth	3456	-	-	0,10	-	-	-	-	-	-
<i>Paspalum decumbens</i> Sw.	8000	-	-	-	-	2,44	-	-	-	-
<i>Paspalum dedeccae</i> Quarín	8001	-	12,72	25,54	-	0,04	4,89	-	-	4,80
<i>Paspalum ellipticum</i> Döll	751	-	-	-	3,99	-	-	-	-	-



Espécies	Número do voucher	Sítios								
		DF1	DF2	DF3	DF4	GO1	GO2	GO3	GO4	MG1
<i>Paspalum gardnerianum</i> Nees	7899	-	-	-	-	-	-	-	6,58	-
<i>Paspalum geminiflorum</i> Steud.	3986	44,90	-	0,89	-	-	-	-	-	-
<i>Paspalum glaucescens</i> Hack.	8002	5,06	-	8,05	-	1,00	-	-	8,00	-
<i>Paspalum hyalinum</i> Nees ex Trin.	4109	-	0,88	1,75	-	-	-	0,17	5,22	0,51
<i>Paspalum imbricatum</i> Filg.	941	-	-	-	1,84	-	-	-	-	-
<i>Paspalum lineare</i> Trin.	7809	62,19	70,77	53,33	44,87	90,40	61,16	47,67	20,77	43,28
<i>Paspalum maculosum</i> Trin.	7807	-	3,53	-	2,16	-	-	2,60	3,13	-
<i>Paspalum multicaule</i> Poir.	7901	-	-	-	-	-	-	-	1,89	-
<i>Paspalum polyphyllum</i> Nees	4657	-	-	-	0,23	-	-	-	-	-
<i>Paspalum trichostomum</i> Hack.	8004	-	-	-	-	-	7,73	-	-	-
<i>Pavonia rosa-campestris</i> A.St.-Hil.		-	-	-	-	-	0,01	-	-	-
<i>Peltaea lasiantha</i> Krapov. & Cristóbal	3409	-	-	0,03	-	-	-	-	-	-
<i>Perama hirsuta</i> Aubl.	7084	-	-	-	-	-	-	-	-	0,03
<i>Peritassa campestris</i> (Cambess.) A.C.Sm.		-	-	0,61	-	-	-	-	-	-
<i>Philodendron uliginosum</i> Mayo	3107	-	-	-	0,16	-	-	-	-	-
<i>Piper fuligineum</i> Kunth	8007	-	-	-	-	0,09	-	-	-	-
<i>Polygala abreui</i> Marques & J.F.B.Pastore	7902	-	-	-	-	-	-	-	0,02	-
<i>Polygala carphoides</i> Chodat	3824	-	-	-	0,02	-	-	-	0,23	-

Espécies	Número do <i>voucher</i>	Sítios								
		DF1	DF2	DF3	DF4	GO1	GO2	GO3	GO4	MG1
<i>Polygala celosioides</i> Mart. ex A.W.Benn.	7903	-	-	-	-	-	-	-	0,67	-
<i>Polygala fendleri</i> Chodat	4928	-	-	-	0,11	-	-	-	-	-
<i>Polygala juncea</i> A.St.-Hil. & Moq.	2061	-	-	-	-	-	-	0,02	-	-
<i>Polygala poaya</i> Mart.		-	-	-	-	-	-	-	0,49	-
<i>Polygala sedoides</i> A.W.Benn.	7904	-	-	-	-	-	-	-	0,13	-
<i>Polygala tenuis</i> DC.	7810	-	0,27	-	-	-	-	-	1,42	-
<i>Polygala timoutou</i> Aubl.	4502 A	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn		-	-	1,04	-	-	-	-	-	-
<i>Pterolepis repanda</i> (DC.) Triana	8010	-	-	-	-	-	0,10	-	-	-
<i>Raulinoreitzia leptophlebia</i> (B.L.Rob.) R.M.King & H.Rob.	4150	0,43	0,31	0,81	1,11	-	-	-	-	-
<i>Renealmia dermatopetala</i> K.Schum.	8011	-	-	-	-	0,10	-	-	-	-
<i>Rhynchanthera grandiflora</i> (Aubl.) DC.	4026	-	1,24	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhynchospora albiceps</i> Kunth	8012	-	0,11	-	-	0,17	-	-	2,05	-
<i>Rhynchospora barbata</i> (Vahl) Kunth	7906	-	-	-	-	-	-	2,59	0,04	-
<i>Rhynchospora confinis</i> (Nees) C.B.Clarke	3577	-	-	0,07	-	-	-	-	-	-
<i>Rhynchospora consanguinea</i> (Kunth) Boeckeler	3501	0,65	3,24	0,08	7,08	-	-	10,71	0,13	-
<i>Rhynchospora emaciata</i> (Nees) Boeckeler	4560	-	13,09	0,14	-	-	-	14,74	-	3,21
<i>Rhynchospora globosa</i> (Kunth) Roem. & Schult.	4660	6,13	4,44	2,96	7,52	16,41	27,85	5,85	10,12	85,45

Espécies	Número do <i>voucher</i>	Sítios								
		DF1	DF2	DF3	DF4	GO1	GO2	GO3	GO4	MG1
<i>Rhynchospora holoschoenoides</i> (Rich.) Herter	7813	-	1,51	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhynchospora marisculus</i> Lindl. & Nees	7814	-	3,92	-	7,43	-	-	0,13	1,24	-
<i>Rhynchospora nervosa</i> (Vahl) Boeckeler	8014	-	-	-	-	0,54	-	0,01	-	-
<i>Rhynchospora robusta</i> (Kunth) Boeckeler	8015	-	-	-	-	0,04	-	-	1,94	1,97
<i>Rhynchospora rugosa</i> (Vahl) Gale	4284	0,05	1,45	5,81	4,71	-	-	-	-	0,25
<i>Rhynchospora speciosa</i> (Kunth) Boeckeler	M75	-	-	-	-	-	-	-	-	0,81
<i>Rhynchospora spruceana</i> C.B. Clarke	4920	-	-	0,83	-	23,10	51,22	-	-	-
<i>Rhynchospora tenella</i> (Ness) Boeckeler		-	-	-	-	-	-	-	-	1,00
<i>Rhynchospora tenuis</i> Link	4611	8,78	3,93	3,54	45,02	0,33	-	1,43	7,73	15,39
<i>Rhynchospora velutina</i> (Kunth) Boeckeler	M182	-	-	-	-	-	-	-	-	0,06
<i>Riencourtia oblongifolia</i> Gardner	3371	0,02	-	1,51	2,27	-	-	0,68	2,03	-
<i>Roupala montana</i> Aubl.	4401	-	-	1,94	-	-	-	-	-	-
<i>Rubus urticifolius</i> Poir.	3669	-	-	0,46	-	-	-	-	-	-
<i>Ruellia incomta</i> (Nees) Lindau	1373	-	-	0,13	-	-	-	-	-	-
<i>Rugoloa pilosa</i> (Sw.) Zuloaga		-	-	-	-	0,41	-	-	-	-
<i>Saccharum angustifolium</i> (Nees) Trin.		-	-	-	-	-	-	1,72	-	-
<i>Saccharum asperum</i> (Nees) Steud.	4583	-	-	-	-	-	-	-	0,69	-
<i>Sacciolepis myuros</i> (Lam.) Chase	7912	-	-	-	-	-	-	-	0,99	-

Espécies	Número do voucher	Sítios								
		DF1	DF2	DF3	DF4	GO1	GO2	GO3	GO4	MG1
<i>Sauvagesia linearifolia</i> A.St.-Hil.	M211	-	-	0,03	-	-	-	-	0,54	0,01
<i>Sauvagesia racemosa</i> A.St.-Hil.	3698	0,12	-	0,06	0,03	-	-	-	-	0,08
<i>Schizachyrium condensatum</i> (Kunth) Nees	4655	-	-	-	5,63	-	-	-	0,47	-
<i>Schizachyrium sanguineum</i> (Retz.) Alston	7820	0,12	6,59	-	-	-	-	-	-	-
<i>Schizachyrium tenerum</i> Nees	3752	-	-	0,40	-	-	-	0,57	0,54	-
<i>Schultesia guianensis</i> (Aubl.) Malme	7914	-	-	-	-	-	-	-	2,20	-
<i>Schultesia pohliana</i> Progel	7913	-	-	-	-	-	-	-	1,21	-
<i>Scleria hirtella</i> Sw.	8017	-	-	-	-	0,04	1,24	0,14	1,02	-
<i>Scleria leptostachya</i> Kunth	7916	1,15	1,06	1,81	6,34	-	0,25	4,79	4,85	-
<i>Scleria ramosa</i> C.B.Clarke	8016	-	-	-	-	0,03	-	-	-	-
<i>Senecio adamantinus</i> Bong.	2269	-	-	-	0,45	-	-	-	-	-
<i>Serjania obtusidentata</i> Radlk.	7917	-	-	-	-	-	-	-	0,43	-
<i>Sinningia allagophylla</i> (Mart.) Wiehler	3557	-	-	-	0,05	-	-	-	-	-
<i>Sinningia elatior</i> (Kunth) Chautems	3420	-	-	1,06	-	-	-	-	3,24	-
<i>Siparuna brasiliensis</i> (Spreng.) A.DC.	7919	-	-	-	-	-	-	-	2,14	-
<i>Siphanthera cordata</i> Pohl ex DC.	3770	-	-	-	-	-	-	-	0,13	-
<i>Siphanthera subtilis</i> Pohl ex DC.	7920	-	-	-	-	-	-	-	1,82	-
<i>Siphocampylus lauroanus</i> Handro & M.Kuhlman.	7921	-	-	-	-	-	-	-	0,01	-

Espécies	Número do <i>voucher</i>	Sítios								
		DF1	DF2	DF3	DF4	GO1	GO2	GO3	GO4	MG1
<i>Sisyrinchium restioides</i> Spreng.	3921	-	0,04	0,30	-	-	-	-	0,25	-
<i>Sisyrinchium vaginatum</i> Spreng.	4527B	0,10	0,35	0,22	0,44	-	0,48	0,01	0,01	0,05
<i>Solanum subumbellatum</i> Vell.	4053	0,27	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spigelia riedeliana</i> (Progel) E.F.Guim. & Fontella	M178	-	-	-	-	-	-	-	-	0,22
<i>Sporobolus pyramidatus</i> (Lam.) Hitchc.	8022	-	-	-	-	14,55	10,44	-	-	-
<i>Stevia heptachaeta</i> DC.	3431	-	0,14	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stylosanthes scabra</i> Vogel	7923	-	-	-	-	-	-	-	1,15	-
<i>Symphyopappus compressus</i> (Gardner) B.L.Rob.	3819	-	-	2,28	-	-	-	-	-	-
<i>Syngonanthus caulescens</i> (Poir.) Ruhland	1263	-	-	-	-	-	0,07	-	-	-
<i>Syngonanthus densiflorus</i> (Körn.) Ruhland	3470	-	-	0,20	0,94	-	-	-	3,61	0,99
<i>Syngonanthus densus</i> (Körn.) Ruhland	7925	-	-	-	-	-	-	-	0,45	-
<i>Syngonanthus fischerianus</i> (Bong.) Ruhland	7822	-	8,91	-	-	-	-	-	-	-
<i>Syngonanthus gracilis</i> (Bong.) Ruhland	4571	0,04	-	0,53	-	-	-	1,92	1,71	-
<i>Syngonanthus nitens</i> Ruhland	4614A	0,29	0,02	-	0,18	-	0,20	0,15	1,43	0,16
<i>Syngonanthus verticillatus</i> (Bong.) Ruhland	M180	-	-	-	-	-	-	-	-	0,43
<i>Syngonanthus xeranthemoides</i> (Bong.) Ruhland	1155	-	-	-	-	-	-	0,03	-	-
<i>Tetrapteryx ambigua</i> (A.Juss.) Nied.	1945	-	-	0,06	-	-	-	0,21	-	-
<i>Thelypteris rivularioides</i> (Fée) Abbiatti		-	-	0,45	0,30	-	-	-	0,42	-

Espécies	Número do <i>voucher</i>	Sítios								
		DF1	DF2	DF3	DF4	GO1	GO2	GO3	GO4	MG1
<i>Tibouchina aegopogon</i> (Naudin) Cogn.	2232	-	-	-	-	-	-	-	0,60	-
<i>Tibouchina gracilis</i> (Bonpl.) Cogn.	3564	0,62	1,44	-	0,42	-	-	-	0,38	-
<i>Tibouchina stenocarpa</i> (Schrank & Mart. ex DC.) Cogn.	3610	-	-	0,03	-	-	-	-	-	-
<i>Trachypogon macroglossus</i> Trin.	4251	-	-	-	-	-	-	-	0,02	-
<i>Trachypogon spicatus</i> (L.f.) Kuntze	7823	-	0,43	-	-	-	0,60	37,49	2,68	-
<i>Trembleya parviflora</i> (D.Don) Cogn.	4440	10,80	0,13	4,56	1,37	-	-	-	-	-
<i>Trembleya phlogiformis</i> DC.	4569	1,08	-	0,03	-	-	-	-	0,01	-
<i>Trichantheium cyanescens</i> (Nees ex Trin.) Zuloaga & Morrone	2533	-	-	-	-	-	-	-	-	0,34
<i>Trichantheium parvifolium</i> (Lam.) Zuloaga & Morrone	4516B	0,85	0,45	0,60	0,04	-	0,93	-	2,60	-
<i>Trichantheium wettsteinii</i> (Hack.) Zuloaga & Morrone	7805	-	4,33	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trimezia cathartica</i> (Klatt) Niederl.		-	-	-	-	-	-	0,12	0,06	-
<i>Trimezia juncifolia</i> (Klatt) Benth. & Hook.	7931	-	-	-	-	-	-	1,15	6,09	1,86
<i>Tristachya leiostachya</i> Nees	4195	-	0,97	20,49	-	-	-	-	3,21	-
<i>Turnera melochioides</i> Cambess.	8027	-	-	-	-	-	0,07	-	-	-
<i>Turnera oblongifolia</i> Cambess.	2388	0,04	0,04	0,04	0,12	-	-	-	-	-
<i>Urochloa decumbens</i> (Stapf) R.D.Webster		-	-	-	-	1,52	-	-	-	-
<i>Utricularia amethystina</i> Salzm. ex A.St.-Hil. & Girard	7857	-	-	-	-	-	-	0,79	0,03	-

Espécies	Número do <i>voucher</i>	Sítios								
		DF1	DF2	DF3	DF4	GO1	GO2	GO3	GO4	MG1
<i>Utricularia hispida</i> Lam.	4306	-	-	-	0,02	-	-	-	-	0,01
<i>Utricularia neottioides</i> A.St.-Hil. & Girard	7825	-	0,06	-	-	-	-	-	-	-
<i>Utricularia subulata</i> L.	M72	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01
<i>Vellozia pumila</i> Goethart & Henrard	7932	-	-	-	-	-	10,91	2,71	0,44	-
<i>Vernonanthura phosphorica</i> (Vell.) H.Rob.		-	-	0,24	-	-	-	-	-	-
<i>Vernonia rubriramea</i> Mart. ex DC.	3626	0,15	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Waltheria indica</i> L.		-	-	-	-	-	0,08	-	-	-
<i>Wedelia bishopii</i> H.Rob.	3425	-	-	0,17	-	-	0,42	-	-	-
<i>Xanthosoma striatipes</i> (Kunth & Bouché) Madison		-	-	-	0,66	-	-	-	-	-
<i>Xyris asperula</i> Mart.	8032	-	0,27	-	-	-	0,01	-	-	-
<i>Xyris blanchetiana</i> Malme	7866	-	-	-	-	-	-	-	3,40	-
<i>Xyris</i> cf. <i>caroliniana</i> Walter	7829	-	0,81	-	-	-	-	-	-	-
<i>Xyris ciliata</i> Thunb.	2619	-	-	-	-	-	-	-	-	0,40
<i>Xyris dawsonii</i> L.B.Sm. & Downs	7859	-	-	-	-	-	-	1,47	-	-
<i>Xyris diaphanobracteata</i> Kral & Wand.	3990	0,35	-	-	-	-	-	-	0,52	-
<i>Xyris fallax</i> Malme	7934	-	-	-	-	-	-	-	0,29	-
<i>Xyris goyazensis</i> Malme	7935	-	-	-	-	-	-	-	0,08	-
<i>Xyris guaranitica</i> Malme	4593	-	4,78	0,49	-	-	-	-	-	-

Espécies	Número do <i>voucher</i>	Sítios								
		DF1	DF2	DF3	DF4	GO1	GO2	GO3	GO4	MG1
<i>Xyris hymenachne</i> Mart.	3399	-	1,17	2,12	0,23	-	-	-	0,34	-
<i>Xyris jupicai</i> Rich.	7937	1,09	-	-	-	0,05	0,01	-	0,08	-
<i>Xyris lacerata</i> Pohl ex Seub.	7860	-	-	-	-	-	-	0,08	-	-
<i>Xyris macrocephala</i> Vahl	4528	-	6,49	-	1,04	-	0,97	-	-	-
<i>Xyris minarum</i> Seub.	7083	-	-	-	-	-	-	-	-	0,30
<i>Xyris roraimae</i> Malme	M120	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01
<i>Xyris savanensis</i> Miq.	4510	0,47	0,19	-	-	-	-	0,14	0,75	0,32
<i>Xyris schizachne</i> Mart.	4680	-	4,07	-	1,10	-	-	0,02	0,76	0,35
<i>Xyris seubertii</i> L.A.Nilsson		1,36	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Xyris tenella</i> Kunth	7926	-	-	-	-	-	-	-	0,43	0,17
<i>Xyris tortula</i> Mart.	7861	-	-	-	2,17	-	-	4,04	0,51	0,81
<i>Xyris trachyphylla</i> Mart.	M122	-	-	-	-	-	-	-	-	3,31
<i>Xyris veruina</i> Malme	7862	4,12	-	-	-	-	-	1,23	-	-
Cobertura total (m)		243	236,8	258,1	217,1	226,2	236,1	229,1	249,7	273,7



## CAPÍTULO 2

### INFLUÊNCIA DO AMBIENTE E DO ESPAÇO NA COMPOSIÇÃO, RIQUEZA E DIVERSIDADE DE ESPÉCIES HERBÁCEO-ARBUSTIVAS EM VEREDAS NO CERRADO

#### RESUMO

Fatores ambientais e espaciais definem a composição e a distribuição das espécies na natureza. Nesse contexto, esse trabalho buscou avaliar qual a contribuição da influência efetiva do componente espacial e ambiental na distribuição e composição da flora herbáceo-arbustiva em veredas no Brasil Central, considerando a escala espacial regional. Para tanto, foram coletados dados ambientais e florísticos da vegetação herbáceo-arbustiva de 13 veredas do Cerrado. As variáveis ambientais consideradas foram a altitude, as propriedades físicas e químicas do solo e características climáticas. Foi utilizado o método de ordenação RDA parcial para avaliar os efeitos das variáveis ambientais e espaciais na flora herbáceo-arbustiva. Para verificar a significância dos preditores ambientais e espaciais, foi executada a análise de *forward selection*. Realizamos a partição da variância para quantificar a variação explicada por cada conjunto de variáveis (ambiental e espacial) que esteja influenciando a variação na distribuição das espécies. Todos os componentes (ambiental, ambiental estruturado no espaço e espacial) contribuíram para explicar a distribuição e a variação na composição das espécies. Assim, demonstramos que a ação conjunta dos processos de nicho e dos processos neutros explicam o padrão de distribuição das espécies herbáceo-arbustivas em veredas em escala regional.

**Palavras-chave:** Ambientes úmidos, padrões florísticos, processos de nicho, partição da variância

## **Introdução**

A estrutura, composição e distribuição das espécies de plantas na natureza não ocorrem de maneira homogênea e contínua, mas de forma diversificada, respondendo a influência de vários fatores e condições bióticas e abióticas. Para entender o que explica essa influência devemos levar em conta os preditores espaciais e ambientais, avaliando fatores como o clima, as propriedades físicas e químicas do solo e altitude, em escalas espaciais distintas (Pausas e Austin, 2001). Os fatores ambientais podem variar em função da escala espacial, sendo assim, se ressalta a importância de se considerar a escala de amostragem nas descrições de distribuição e dispersão das espécies (Borcard et al., 2004; Laliberté et al., 2008; Diniz-Filho et al., 2012).

As interações entre as comunidades e o ambiente ocorrem em escalas espaciais e temporais definidas, e dão origem a padrões espaciais que necessitam de investigação para desvendar quais processos estruturam essas interações (Borcard et al., 2004). As análises entre preditores ambientais e espaciais e a composição de espécies podem mostrar resultados distintos, dependendo da escala espacial utilizada (Garzon-Lopez et al., 2014), das variáveis escolhidas e da matriz biológica. A escala espacial, que se refere ao tamanho da amostragem, e a extensão geográfica, que faz referência à distância geográfica entre as unidades amostrais são importantes para os estudos ecológicos (Whittaker et al., 2001). Em escala fina, o que pode determinar padrões nas comunidades de plantas são as interações bióticas e as interações ecológicas, como variáveis edáficas (Menezes et al., 2016) e disponibilidade de água (Silvertown et al., 1999). Já em escala ampla, o que parece influenciar a heterogeneidade, distribuição, riqueza e diversidade de espécies são características ambientais, como clima, solo e altitude (Tamme et al., 2010), além das distâncias geográficas (Sitzia et al., 2014).

A estrutura espacial das comunidades pode ser determinada por um mecanismo relacionado aos processos de dispersão, influenciados por interações bióticas (Teoria Neutra; Hubbell, 2001) e outro por interações abióticas, relacionado aos processos baseados em nicho (Teoria de Nicho; Grinnell, 1917), ocasionados por variações nas condições ambientais (Legendre e Legendre, 2012). Esses processos baseados em nicho e em dispersão foram reconhecidos como os principais responsáveis pela formação de comunidades (Cottenie, 2005). Existe também o argumento de que as variações ambientais sejam espacialmente estruturadas, isto é, que a diminuição da similaridade das espécies, conforme o aumento da distância, pode ser devido a resposta das espécies e dos processos de nicho aos gradientes ambientais (Bell et al., 2006). Uma maneira de

avaliar se as comunidades estão sendo influenciadas por processos de nicho ou baseadas em dispersão (Cottenie, 2005) é pela aplicação da técnica de partição da variância (Peres-Neto e Legendre, 2010; Dray et al., 2012). Particionar a variação em componentes ambientais e espaciais possibilita avaliar a contribuição isolada de cada um desses componentes, bem como a sua interação e a variação residual não explicada (Borcard et al., 1992; Peres-Neto e Legendre, 2010; Diniz-Filho et al., 2012). Através da análise de partição da variância é possível avaliar a importância relativa dos processos de nicho na distribuição, diversidade e riqueza de uma comunidade, assim como a importância dos processos espaciais, através da avaliação da contribuição do ambiente em diversas escalas espaciais (Sitzia et al., 2014).

O bioma Cerrado, a savana neotropical brasileira (Oliveira-Filho e Ratter, 2002), por ocorrer em ampla e diversificada região, apresenta vegetação na forma de mosaicos de fitofisionomias florestais, savânicas e campestres (Ribeiro e Walter, 2008). As pesquisas com espécies lenhosas tem contribuído para a compreensão dos fatores que promovem a diversidade e a distribuição de plantas no espaço (Ratter et al., 2003; Françoso et al., 2016), porém é essencial levar em conta não somente o estrato arbóreo da vegetação, mas também o estrato herbáceo-arbustivo. Os preditores conhecidos por influenciar a diversidade e distribuição da vegetação arbórea no Cerrado em escala ampla são variações na fertilidade e drenagem do solo, latitude, precipitação, altitude e mudanças climáticas ocorridas no passado (Ratter et al. 2003; Bridgewater et al., 2004; Silva et al., 2006; Bueno et al., 2016). Em escalas menores, a estrutura e a composição da vegetação podem estar relacionadas com a disponibilidade de água no solo (Oliveira-Filho et al., 1989; Ferreira et al., 2009), as propriedades físicas e químicas do solo (Oliveira-Filho et al., 1989; Amorim & Batalha, 2007; Dantas & Batalha, 2011), com o relevo (Ratter et al., 2003) e com a combinação da disponibilidade de água no solo e relevo (Rossatto et al., 2012; Villalobos-Vega et al., 2014).

Nos ecossistemas campestres úmidos, inseridos no domínio savânico do Cerrado, os mosaicos encontrados em escalas locais refletem ambientes formados a partir das diferenças encontradas na textura, disponibilidade de água e fertilidade do solo (Guimarães et al., 2002; Munhoz et al., 2008; Oliveira et al., 2009; Mendes et al., 2012). As veredas são áreas úmidas de distribuição descontínua que ocorrem como manchas úmidas circundadas por savanas sobre solos bem drenados e em alguns casos também fazem borda com florestas ripárias (Eiten, 1994). São comunidades conhecidas pela presença da palmeira *Mauritia flexuosa* L. f. (Buriti) e do estrato vegetal herbáceo-

arbustivo contínuo cobrindo a maior parte da área (Ribeiro e Walter, 2008). Seus solos são hidromórficos, gleis e orgânicos turfosos e estão condicionadas ao afloramento do lençol freático em função da topografia (Ramos et al., 2006).

O processo que poderia estar explicando a composição das espécies nas veredas parece ter mais relação com nicho do que com dispersão, pois, baseado em estudos já realizados, os fatores que parecem ser responsáveis por moldar essas comunidades são a topografia e o solo (Ramos et al., 2006), a profundidade do lençol freático (Guimarães et al., 2002; Oliveira et al., 2009) e o fogo (Araújo et al., 2013; Rull e Montoya, 2014). A latitude é uma variável importante por ser capaz de influenciar espacialmente os ecossistemas, principalmente por seu efeito no relevo, na geologia e na variação no clima, pois também influencia os tipos de habitat onde as espécies se estabelecem (Crawley e Harral, 2001).

Nesse sentido, estudos relacionados à investigação dos fatores que determinam a composição, distribuição, riqueza e diversidade de espécies de comunidades vegetais úmidas são essenciais para a conservação da fauna e flora, das interações entre os organismos e dos serviços ecossistêmicos proporcionados por esses ambientes. Assim, esse trabalho buscou avaliar qual a contribuição da influência efetiva do componente espacial e ambiental na distribuição e composição da flora herbáceo-arbustiva de veredas no Brasil Central, levando em consideração a escala espacial regional. Nós direcionamos as seguintes perguntas: (1) A variação na composição de espécies da flora herbáceo-arbustiva em vereda pode ser explicada pela altitude e pelas variáveis edáficas, climáticas e espaciais? (2) Qual a contribuição individual do componente ambiental (edáfico, climático e altitudinal) e espacial para a variação da composição das espécies nas veredas? (3) Qual processo estaria explicando a composição das espécies nas veredas, processos baseados na teoria de nicho (Grinnell, 1917) ou na teoria neutra (Hubbell, 2001)?

## **Material e métodos**

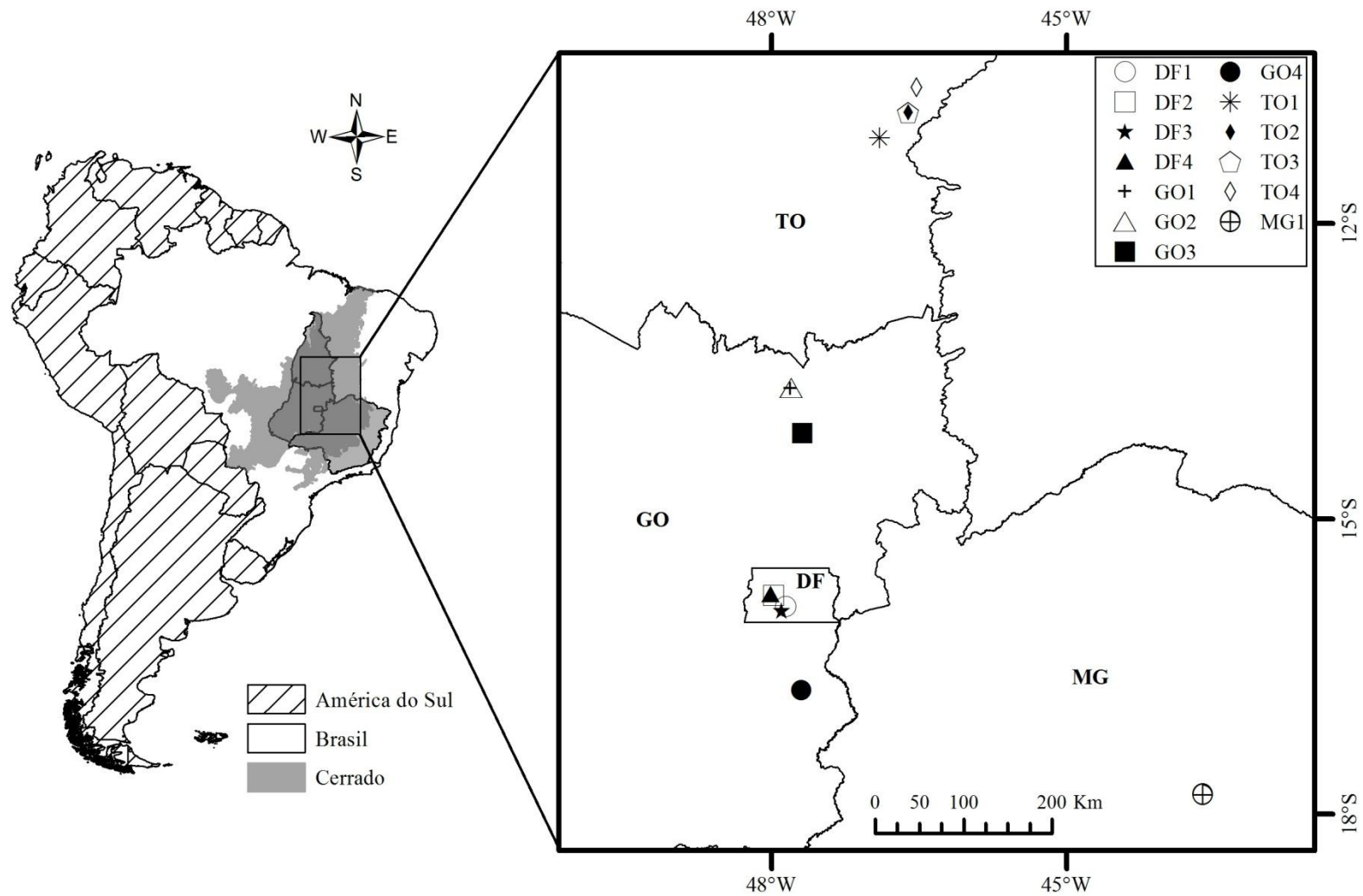
### **Sítios de estudo**

Conduzimos este estudo em 13 veredas na região do Cerrado (Fig. 1), com a amplitude latitudinal dos sítios variando de 10°36' a 17°47' S e longitudinal de 43°37' a 48°04' W e elevação variando de 490 a 1.244 m acima do nível do mar (Tabela 1). O clima é do tipo Aw de Köppen, sazonal, com estação chuvosa no verão, de outubro a

abril, e estação seca no inverno, de maio a setembro. Nas veredas predominam Gleissolos de textura argilosa, que são caracterizados por serem hidromórficos, por apresentar material orgânico com decomposição lenta e lençol freático superficial, principalmente na estação chuvosa (Embrapa, 2006).

**Tabela 1.** Informações geográficas e ambientais dos 13 sítios de Vereda amostrados no Brasil Central. Alt. = altitude, Prec. anual = precipitação anual, TMed = temperatura média anual e RPPN = Reserva Particular do Patrimônio Natural.

Sítio/Estado	Código dos sítios	Riqueza de espécies	Latitude (S) e Longitude (W) (UTM)	Ano de coleta	Alt. (m)	Prec. anual (mm)	TMed Mín/Máx (°C)
Estação Ecológica do Jardim Botânico de Brasília/DF	DF1	49	-15,8916666 e -47,8569444	2009	1.127	1.650	15/26
Parque Nacional de Brasília/DF	DF2	81	-15,7802777 e -47,9772222	2009	1.114	1.567	15/26
Reserva Ecológica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/DF	DF3	107	-15,9313888 e -47,8991666	2008	1.193	1.691	15/26
Floresta Nacional de Brasília/DF	DF4	81	-15,7622222 e -48,0094444	2008	1.164	1.540	15/26
RPPN Serra do Tombador (1)/GO	GO1	42	-13,6775 e -47,8125	2010	822	1.743	18/29
RPPN Serra do Tombador (2)/GO	GO2	58	-13,6672222 e -47,8011111	2010	822	1.743	18/29
Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros/GO	GO3	71	-14,1288888 e -47,6877777	2008	1.244	1.830	16/26
RPPN Linda Serra de Topázios/GO	GO4	128	-16,7375 e -47,69833333	2009	1.073	1.373	14/27
Parque Nacional das Sempre Vivas/MG	MG1	55	-17,7977777 e -43,6222222	2010	686	1.157	15/28
Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins (1)/TO	TO1	50	-11,1277777 e -46,9055555	2014	490	1.700	23/30
Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins (2)/TO	TO2	60	-10,8636111 e -46,615	2014	502	1.700	23/30
Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins (3)/TO	TO3	60	-10,8675 e -46,61527778	2014	519	1.700	23/30
Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins (4)/TO	TO4	47	-10,6136111 e -46,5280555	2014	495	1.700	23/30



**Figura 1.** Localização das 13 veredas amostradas no Distrito Federal (DF1, DF2, DF3 e DF4), Goiás (GO1, GO2, GO3 e GO4), Minas Gerais (MG1) e Tocantins (TO1, TO2, TO3 e TO4), no Brasil.

## **Amostragem da vegetação**

Realizamos os levantamentos da vegetação herbáceo-arbustiva no período do auge para o final das chuvas, quando há maiores chances de amostrar um maior número de espécies em estágio reprodutivo (Munhoz e Felfili, 2006). Foi utilizado o método de inventário de interseção na linha para a determinação da composição e da cobertura linear das espécies (Canfield, 1941; Munhoz e Araújo, 2011). Delimitamos os sítios das veredas estudadas selecionando a zona da vegetação onde ocorrem os Buritis e a parte de estrato herbáceo-arbustivo contínuo, que ocorre até fazer borda com outras fitofisionomias do Cerrado (zona de transição). Para o levantamento da vegetação em cada sítio, distribuimos 15 linhas de 10 m para a aferição da projeção horizontal das espécies em cada zona. A amostragem foi estratificada, sendo os estratos definidos pelas zonas de umidade no solo identificadas nas veredas. As zonas de umidade são determinadas por diferentes profundidades do lençol freático e podem ocorrer em razão da topografia e da alternância de camadas do solo com permeabilidades distintas (Guimarães et al., 2002; Oliveira et al., 2009). A distribuição das zonas se dá em zonas de borda (não sofre encharcamento), meio (encharcamento durante a chuva) e fundo (lençol freático superficial), sendo que, no decorrer das mesmas, são encontradas composições florísticas diferentes (Araújo et al., 2002; Guimarães et al., 2002; Oliveira et al., 2009). Todos os indivíduos herbáceos, subarbustivos e arbustivos que se projetaram acima ou abaixo da linha foram amostrados. Foram registradas a ocorrência e a projeção horizontal de cada espécie, isso é o comprimento que cada espécie ocupava ao longo das linhas amostradas. A soma da projeção horizontal de cada espécie em todas as linhas correspondeu ao valor de cobertura absoluta (em metro).

As espécies foram identificadas por meio de comparação com exsicatas de herbários, consultas a literatura e a especialistas. O material botânico fértil coletado foi depositado nos herbários da Universidade de Brasília (UB) e da Reserva Ecológica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A nomenclatura botânica das famílias e das espécies foi determinada de acordo com o sistema do *Angiosperm Phylogeny Group IV* (Byng et al., 2016). A grafia dos taxa foi conferida por meio do pacote flora (versão 0.2.7, Carvalho, 2016), no programa R (versão 3.3.1, R Development Core Team, 2016).

## **Amostragem das variáveis ambientais e espaciais**

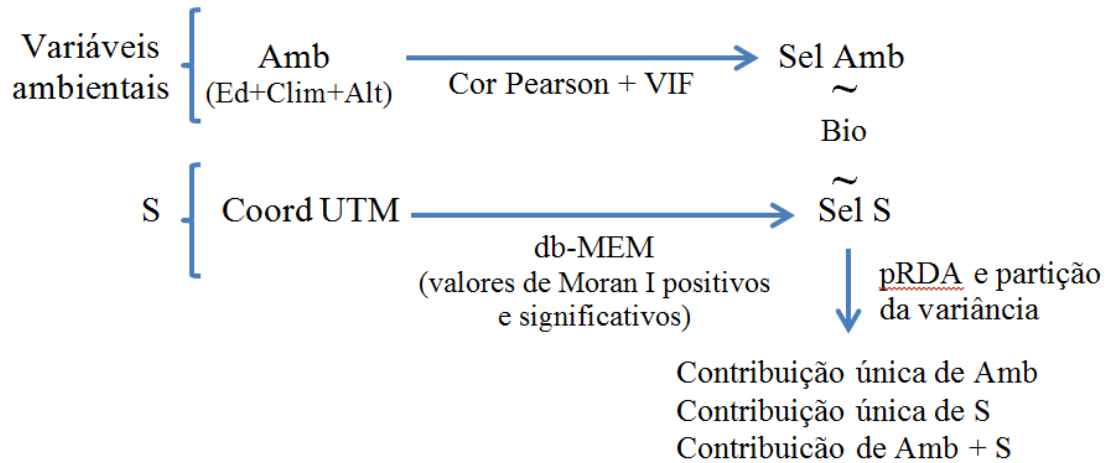


Foram coletadas as coordenadas geográficas do ponto central de cada sítio em UTM. As amostras superficiais de solo (0 a 20 cm) das veredas foram coletadas perpendicularmente na distância de 1 m do centro de cada linha de amostragem. Foram analisadas a matéria orgânica e as propriedades edáficas físicas (argila, silte e areia) e químicas (Ca, Mg, Al, K, P e  $\text{pHCaCl}_2$ ), de acordo com o protocolo da Embrapa (1997) (Material Suplementar Tabela S3).

Obtivemos 19 variáveis climáticas para cada sítio a partir da base de dados do *WorldClim*, a qual fornece dados com resolução espacial de 1.000 m (30 *arc-seconds*) (Hijmans et al., 2005), através do programa DIVA-GIS (versão 7.5, Hijmans et al., 2012). Dessas 19 variáveis, pré-selecionamos 14 que são descritas na literatura como importantes na estruturação da vegetação do Cerrado (Material Suplementar Tabela S3).

### **Preparo das matrizes**

Foram preparadas as seguintes matrizes (dados de coordenadas da Tabela 1; Material Suplementar Tabela S5, Tabela S3): M1 - matriz de cobertura por sítio, composta pela cobertura absoluta das espécies de todas as linhas de cada sítio, as espécies que ocorreram em apenas um sítio foram retiradas dessa matriz – essas espécies descartadas tem pouca influência no resultado geral e podem causar ruído nas análises (Leps e Smilauer, 2003); M2 - matriz ambiental, contendo altitude, as 14 variáveis climáticas pré-selecionadas e as médias das variáveis edáficas de todas as linhas em cada sítio; M3 - matriz de coordenada geográfica por sítio. As variáveis ambientais passaram por padronização, por meio de subtração da média e divisão pelo desvio padrão (transformação em “*z-scores*”), para permitir comparação entre unidades de medida distintas e, por isso, desuniformes (Legendre e Legendre, 2012). As coberturas das espécies foram transformadas por meio de Hellinger para atingir os requisitos das análises (Legendre e Gallagher, 2001). Após essa transformação, a análise de redundância parcial (pRDA) e a partição da variância foram baseadas em distância de Hellinger, que é apropriada para dados de composição de comunidade.



**Figura 2.** Fluxograma das análises estatísticas empregadas para acessar os efeitos dos componentes ambientais e espaciais na explicação da variação na composição florística herbáceo-arbustiva nas veredas. Primeiramente nós escolhemos as variáveis ambientais (Amb: Ed = componente edáfico, Clim = componente climático, Alt = altitude) e espaciais (S). As variáveis ambientais foram transformadas e selecionadas por meio da correlação de Pearson (cor Pearson) e do valor do Fator de Inflação da Variância (VIF). As variáveis espaciais (S) foram geradas a partir das coordenadas em UTM (Coord UTM), pelo método *distance-based Moran's Eigenvector Maps* (dbMEM) e os valores positivos e significativos ( $p < 0,05$ ) foram selecionados. As variáveis selecionadas (Sel) foram incluídas na partição da variância aplicada para análises de pRDA como matrizes explicativas (ambiental e espacial) para explicar a matriz de comunidade (Bio). A partição da variância foi utilizada para desvendar os efeitos dos componentes ambientais e espaciais na variação da comunidade.

## Análise numéricas

### Variáveis espaciais

As variáveis espaciais (autovetores) foram obtidas a partir do método *distance-based Moran's Eigenvector Maps* (dbMEM), descrito por Dray et al. (2006) e Legendre e Legendre (2012) (Fig. 2). A análise dbMEM produz um conjunto de variáveis espaciais ortogonais, provenientes de coordenadas geográficas dos sítios estudados (Dray et al., 2006). Essas variáveis representam a variação espacial ao longo de uma série de escalas espaciais e podem ser usadas como variáveis explicativas em análises que relacionam os modelos espaciais com os dados das comunidades (Dray et al.,

2006). Obtivemos as variáveis espaciais de maneira que os preditores espaciais fossem representados pelo autovetor com valor próprio positivo e significativo ( $p < 0,05$ ) extraído da matriz com as coordenadas geográficas dos sítios. A matriz espacial considerou as coordenadas geográficas em UTM dos 13 sítios (M3). Utilizamos dois autovetores com 26 autovalores como descritores espaciais para serem usados na partição da variância.

### **Variáveis ambientais**

Primeiramente, submetemos a matriz M2 à análise de correlação de Pearson (Fig. 2), que selecionou as variáveis com os menores valores de correlação (valores  $\leq 0,7$ ; Material suplementar Tabela S4), objetivando reduzir a dimensionalidade e evitar problemas com a multicolinearidade entre as variáveis ambientais (Dormann et al., 2013). Em seguida, através de uma análise de redundância (RDA) exploratória, para medir a proporção pela qual a variância de um coeficiente de regressão é inflacionado na presença de outras variáveis explicativas, calculamos o Fator de Inflação da Variância (VIF) para as variáveis edáficas e para as variáveis climáticas, sem adicionar o efeito do espaço, onde verificamos se havia multicolinearidade entre as variáveis ambientais (Borcard et al., 2011; Fig. 2). Por fim, mantivemos as seguintes variáveis ambientais: altitude, seis variáveis edáficas (Al, P, Mg, pHCaCl<sub>2</sub>, areia e matéria orgânica) e uma variável climática (BIO4), pois, o valor máximo de VIF obtido entre elas foi de 6,65, indicando que não houve multicolinearidade.

### **Contribuição das variáveis espaciais e ambientais na diversidade**

Para examinar os efeitos das variáveis espaciais e ambientais na variação da composição de espécies da flora herbáceo-arbustiva das veredas, utilizamos a análise de redundância parcial (*partial Redundancy Analysis* – pRDA; Borcard et al., 2011; Fig. 3). A análise de redundância, equivalente multivariada da regressão parcial linear, é um método linear multivariado de modelos de predição que permite aferir os efeitos das variáveis independentes (preditores ambientais) em um conjunto de dados de resposta (cobertura das espécies), como um teste direto para avaliar o relacionamento espécies-ambiente (Borcard et al., 2011; Legendre e Legendre, 2012). Para executar esta análise utilizamos as matrizes de cobertura por sítio (M1), de variáveis ambientais (edáfica, climática e altitude – M2) e dois autovetores com 26 autovalores como variáveis espaciais.

Em seguida, para avaliar a contribuição de cada componente espacial e ambiental calculamos a partição da variância (Borcard et al., 1992; Peres-Neto et al., 2006). Esse método busca definir frações de explicação da variância de uma matriz biológica utilizando pelo menos dois conjuntos de dados ambientais (Borcard et al., 2011), sendo nesse caso, utilizado para quantificar a variação explicada por cada conjunto de variáveis (ambiental e espacial) que esteja influenciando a variação no conjunto de dados das espécies. Realizamos a partição de variância seguindo o protocolo de Borcard et al. (2011), considerando a cobertura das espécies em relação a fração das variáveis ambientais somado a fração do conjunto de fatores espaciais na escala espacial regional. A porcentagem de variação atribuída a cada fração foi acessada pelo  $R^2$  ajustado e a significância de cada fração foi testada por permutações (Peres-Neto et al., 2006; Borcard et al., 2011). Nós utilizamos o  $R^2$  ajustado para evitar viés na análise de partição da variância, fazendo com que, dessa forma, o tamanho da amostra não influenciasse o cálculo da variância (Peres-Neto et al., 2006). Para averiguar a significância dos preditores ambientais e espaciais na escala espacial regional, realizamos a *forward selection*, aplicando o critério de *double-step* assim como realizado por Blanchet et al. (2008) para minimizar os problemas da análise clássica. O valor de significância foi mantido a 0,05.

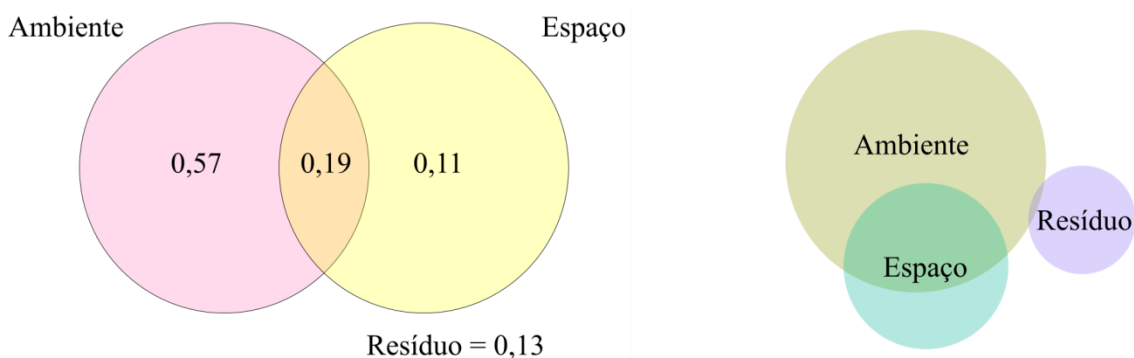
Todas as análises foram processadas no programa R, versão 3.3.1 (R Development Core Team, 2016). O pacote *adespatial* foi utilizado para fazer o método dbMEM, versão 0.0-4 (Dray et al., 2016). A análise de redundância parcial, VIF, a partição da variância e o teste por permutações foram realizados com o auxílio do pacote *vegan* versão 2.4-1 (Oksanen et al., 2015). O pacote *packfor* foi utilizado para fazer a *forward selection*, versão 0.0-8 (Dray et al., 2007) As análises de correlação de Pearson foram executadas no pacote *stats* versão 3.3.1 (R Development Core Team, 2016). Por fim, o diagrama de Venneuler foi feito utilizando o pacote *venneuler* versão 1.1-0 (Wilkinson, 2011). Os valores de cobertura, dados ambientais e espaciais de M1, M2 e M3 foram repetidos 15 vezes em cada sítio para a realização dessas análises espaciais e ambientais, com o objetivo de aumentar o conjunto de dados, sem prejudicar os dados originais, e realizar a análise (Oksanen et al., 2015).

## **Resultados**

A partição com as variáveis ambientais e espaciais mostrou que todas as frações contribuíram para explicar a composição das espécies, porém o componente ambiental

foi o que melhor explicou a variação na composição das espécies das 13 veredas estudadas. A partição da variância mostrou que, no total, a contribuição única do componente ambiental foi de 57% ( $R^2_{adj} = 0,567$ ; Tabela 2; Fig. 3), muito maior do que os 11% do componente espacial ( $R^2_{adj} = 0,114$ ; Tabela 2; Fig. 3). A variação explicada conjuntamente pelas duas frações foi considerável, com 19% ( $R^2_{adj} = 0,188$ ; Tabela 2, Fig. 3). O valor da variação não explicada foi baixo, com 13% ( $R^2_{adj} = 0,129$ ; Tabela 2, Fig. 3).

Como resultado da *forward selection*, embora todas as variáveis tenham apresentado correlações significativas ( $p < 0,05$ ), o conjunto de variáveis edáficas provou ser o mais importante, com 45,2% de influência sobre a composição das espécies, seguida pela altitude com 21,5% de influência (Tabela 3). O resultado da pRDA mostrou que as veredas se agruparam por região e pelos componentes ambientais associados a cada uma delas. As veredas de Tocantins (TO1, TO2, TO3 e TO4) situadas na porção Centro-Norte do Cerrado associadas ao teor de areia; as veredas da RPPN Serra do Tombador/GO (GO1 e GO2), localizadas a Noroeste do Cerrado foram associadas ao teor de alumínio no solo e as veredas do DF, na região central do Cerrado (DF1, DF2, DF3 e DF4), que estiveram mais associadas a menores temperaturas, pH $CaCl_2$  e ao teor de fósforo no solo (Fig. 4).



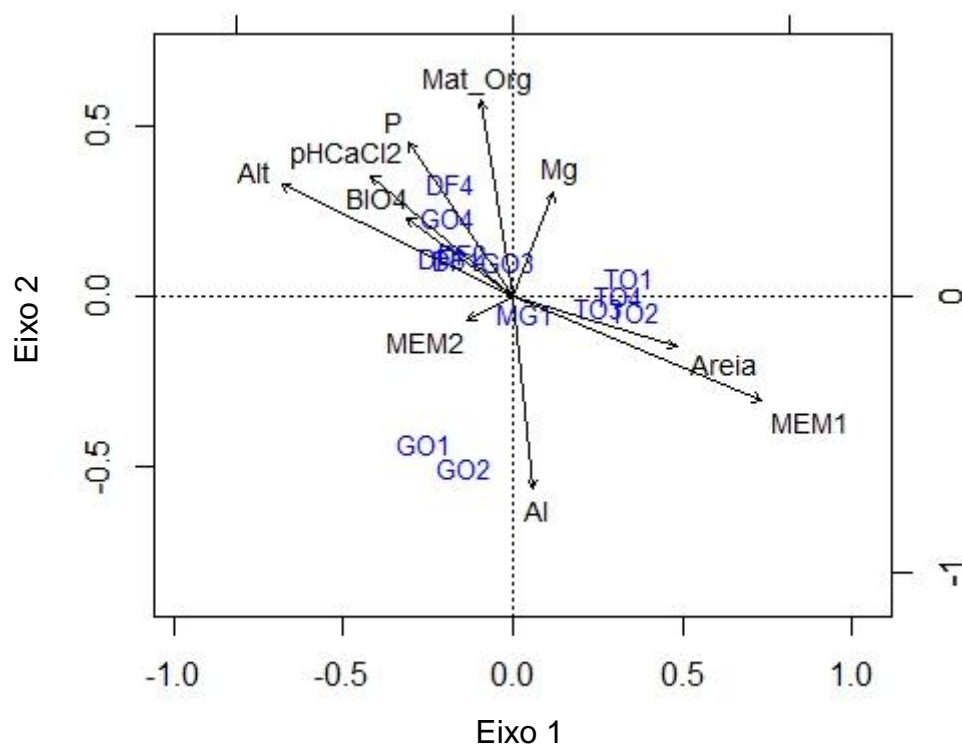
**Figura 3.** Diagrama de partição da variância (esquerda) e diagrama de Venn (direita) das frações ambientais e espaciais, mostrando o quanto a composição de espécies é explicada por cada um.

**Tabela 2.** Importância relativa das variáveis ambientais e espaciais na explicação da variação da composição florística das 13 veredas estudadas no Brasil Central. Amb = variáveis ambientais, Espaço = variáveis espaciais.

	Df	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> adj
Amb	8	0,765	0,755
Espaço	2	0,310	0,303
Amb + Espaço	10	0,877	0,870
Amb puro	8		0,567
Amb + Espaço compartilhado	0		0,188
Espaço puro	2		0,114
Resíduos			0,129

**Tabela 3.** *Forward selection* feita a partir da pRDA para a matriz de variáveis ambientais, mostrando a fração da variação explicada por cada variável em relação a composição de espécies. Alt = altitude, Mat\_Org = matéria orgânica, BIO4 = temperatura sazonal, P = fósforo, Mg = magnésio, Al = alumínio.

Variáveis	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Cum	R <sup>2</sup> ajustado	F	p valor
Alt	0,215	0,215	0,212	53,138	0,001
Mat_Org	0,113	0,329	0,323	32,532	0,001
Areia	0,086	0,416	0,407	28,354	0,001
BIO4	0,094	0,511	0,501	36,915	0,001
pHCaCl2	0,077	0,588	0,578	35,589	0,001
P	0,077	0,666	0,655	43,631	0,001
Mg	0,050	0,716	0,706	33,214	0,001
Al	0,049	0,766	0,756	39,361	0,001



**Figura 4.** Análise de redundância parcial utilizando variáveis ambientais como preditores da variação na composição florística de 13 veredas amostradas no Brasil Central. Alt = altitude, Mat\_Org = matéria orgânica, BIO4 = temperatura sazonal, P = fósforo, Mg = magnésio, Al = alumínio. As legendas e mais informações sobre os sítios encontram-se na Tabela 1. Informações detalhadas das variáveis encontram-se na Tabela S1 do Material Suplementar.

### Discussão

Fatores temporais (tempos geológico e ecológico), climáticos, edáficos e bióticos são responsáveis pela origem das formações savânicas e campestres do Cerrado (Ribeiro e Walter, 2008). Nas veredas, as condições ambientais (clima, propriedades físicas e químicas do solo e altitude), como melhor fator de explicação da variação ambiental, refletem a existência de uma interação entre espécies e fatores ambientais nas comunidades agindo em escala espacial regional. A fração conjunta entre ambiente e espaço indica que um efeito espacial dos componentes ambientais estruturados sobre as interações bióticas pode estar ocorrendo, ou ainda, o efeito de alguma variável que não foi incluída na análise (Borcard et al., 1992). Essa fração conjunta também indica a influência dos processos neutros sobre a composição das comunidades (Gilbert e Lechowicz, 2004; Diniz-Filho et al., 2012). O componente espacial puro contribuiu para

explicar a composição, porém não tanto quanto o componente ambiental, mas quando somado à fração conjunta ambiental e espacial, evidencia que ambas as teorias de nicho e neutra, podem explicar a variação nas espécies. Em escalas espaciais regionais, a importância dos processos de dispersão diminui e a diferenciação por nicho exerce maior influência na composição florística das comunidades (Legendre et al., 2009; López-Martínez et al., 2013; Prada e Stevenson, 2016). As distinções nas propriedades químicas e físicas do solo, no clima e na altitude ocasionaram as diferenças florísticas observadas nas veredas, pois se os organismos de todas as espécies tivessem propriedades ecológicas idênticas, a variação na fração ambiental não seria evidenciada, desse modo o resultado das análises apontaria apenas para a explicação pela teoria neutra. A composição florística entre os sítios não pode ser explicada exclusivamente pela teoria neutra, pois a explicação relacionada à teoria neutra deixa de incluir a fração ambiental (Gilbert e Lechowicz, 2004), dessa forma, ambas as teorias neutra e de nicho estão explicando a composição das espécies nas veredas.

A importância relativa de cada componente pode variar dependendo da escala espacial utilizada (Laliberté et al., 2008). A variação latitudinal, ainda que modelos de diversidade possam ser descritos pela variação latitudinal, ela não pode explicá-los (Hawkins e Agrawal, 2005), pois está indiretamente correlacionada com as variações climáticas (Austin, 2002), nesse sentido, a variação compartilhada entre os componentes espaciais e ambientais nas veredas se deve à correlação entre o clima e o espaço geográfico. Podemos atribuir a proporção da variação florística não relacionada nem com o espaço, nem com as variáveis ambientais, a processos aleatórios de dispersão e mortalidade, mas também a variáveis que não foram mensuradas, como por exemplo, outros componentes edáficos ou topográficos, da mesma forma como foi observado por Bisigato et al. (2016), em seu estudo com arbustos na Patagônia.

A matéria orgânica foi o componente da fração edáfica mais representativo como preditor dos padrões florísticos das veredas estudadas. Como as veredas são comunidades localizadas em ambientes úmidos, seus solos estão sujeitos às variações nas condições de alagamento, o que influencia diretamente os teores de argila e, principalmente, de matéria orgânica, em escala local (Guimarães et al., 2002; Ramos et al., 2006). No entanto, em ampla escala a localização de algumas veredas sob neossolos quaternários, como no caso das veredas de Tocantins, a areia foi o componente mais importante para a distinção desses sítios. A composição florística das veredas é influenciada pelo solo, pois essas variações que ocorrem localmente e as variações



regionais entre os sítios são ocasionadas pela presença de superfícies geomórficas diferentes (Ramos et al., 2006). Essas diferenças regionais do solo possivelmente estão ligadas a fatores como: origem dos sedimentos, influência do nível de estabilidade do lençol freático, intensidade de deposição de sedimentos nas veredas e a própria ação antrópica, que modifica o solo a partir de práticas agropecuárias (Ramos et al., 2006; Rull e Montoya, 2014).

A distribuição das comunidades de plantas em escala regional é fortemente influenciada pela altitude e pelo clima (Baruch, 2005; Bergamin et al., 2012). A altitude pode estar agindo sobre o clima e o solo, influenciando dessa forma, a vegetação das veredas. Em diferentes áreas de cerrado *sensu stricto*, a composição de espécies lenhosas em sítios com altitudes semelhantes, apresentava maior similaridade florística do que sítios que possuíam substrato semelhante (Maracahipes et al., 2011), e esse padrão também pode estar ocorrendo com o estrato herbáceo-arbustivo. As veredas situadas em regiões de chapadas e serras (GO3, GO4 e MG1), apresentam flora que está sob os efeitos da altitude. A altitude na Serra dos Cristais (Proença et al., 2000) e, principalmente em cadeias de montanhas, como a Serra do Espinhaço (Giulietti et al., 1987; Giulietti et al., 1997; Stannard, 1995) e a Chapada dos Veadeiros (Munhoz e Proença, 1998), é associada ao endemismo e especificidade de espécies, funcionando como uma barreira ecológica de isolamento físico, que inibe o fluxo gênico e facilita a especiação (Vetaas e Grytnes, 2002). Áreas de elevada altitude apresentam clima com temperaturas mais baixas, solo com rochosidade e condições de origem distintas, o que representa um isolamento à dispersão das espécies (Giulietti et al., 1987; Stannard, 1995).

O clima apresenta variáveis que influenciam a distribuição de espécies de plantas das comunidades (Werneck et al., 2012). No Cerrado, as variáveis climáticas, principalmente precipitação anual, precipitação no trimestre mais quente, precipitação no trimestre mais frio e temperatura anual, são as que mais influenciam as comunidades arbóreas em escalas amplas (Françoso, 2014). Nas veredas, o clima é importante por ter favorecido o aparecimento e o desenvolvimento da vegetação característica dessas comunidades no passado, por meio de mudanças do clima seco, provavelmente semiárido, para o clima atual semiúmido, com flutuações no nível de umidade (Salgado-Labouriau, 1997; Rull e Montoya, 2014). Além disso, a temperatura é uma variável essencial para o estabelecimento de algumas espécies, como a palmeira que caracteriza as veredas, *M. flexuosa*, que só se desenvolveu nessas regiões úmidas quando a

temperatura média do inverno era menor que 15°C (Salgado-Labouriau, 1997). Apesar da importância do clima, este como componente único, não consegue explicar por completo a composição da vegetação do Cerrado (Silva et al., 2006), sendo que no caso das veredas a explicação para seu estabelecimento aconteceu com a combinação de variáveis.

A fração não explicada da análise de variância (resíduos) para distinguir a composição das veredas, embora baixa, evidencia que outras variáveis podem ser relevantes para a formação da comunidade herbáceo-arbustiva dos sítios, bem como a variação aleatória e o erro de amostragem (Borcard et al., 1992; Legendre e Legendre, 2012). Os resíduos da variância podem ser atribuídos a processos estocásticos ou a efeitos de variáveis não mensurados (Borcard et al., 1992). Os fatores que não foram medidos e que podem ter modificado a vegetação das veredas é o histórico de fogo nos sítios e os efeitos antrópicos. No Cerrado o fogo possui importante influência na riqueza da vegetação (Amaral et al., 2013; Araújo et al., 2013), principalmente o fogo provocado por atividades antrópicas (Mistry, 1998; Miranda et al., 2002; Ribeiro e Walter, 2008) e pode, somado ao clima e ao solo, estar interagindo para moldá-la. Nas veredas brasileiras, o fogo afeta positivamente a reprodução da maior parte das espécies de plantas (Araújo et al., 2013), e modifica ao longo do tempo a composição de espécies em áreas campestres úmidas e secas no Cerrado (Amaral et al., 2013). Já nas veredas na *Gran Sabana* venezuelana, o fogo provocado pelo homem ao longo do tempo, pode ter causado a contração das florestas e, como consequência, a expansão das veredas (Rull e Montoya, 2014).

O componente ambiental estruturado no espaço demonstrou a existência de efeitos ambientais importantes na comunidade que não podem ser separados do efeito espacial. Já o componente espacial, tendo contribuído menos que o ambiente para explicar a composição das espécies, ajudou a evidenciar que o padrão da composição das espécies não está sendo determinado exclusivamente por processos neutros. O componente ambiental que mais influenciou na composição das espécies em escala regional foi o solo, tendo a matéria orgânica apontada como a variável mais significativa. Dessa forma, a composição das espécies herbáceo-arbustivas das comunidades de vereda está sendo fortemente influenciada pelo componente ambiental (clima, propriedades físicas e químicas do solo e altitude), e também pelo ambiente estruturado no espaço, considerando a escala regional, e por isso concluímos que a vegetação das veredas é moldada simultaneamente por processos neutros e de nicho.

As veredas podem ser consideradas comunidades isoladas quando rodeadas por savanas com solos bem drenados e, parcialmente entre si, considerando a escala regional, por estarem compartilhando apenas alguns dos componentes de sua flora. Entender como uma comunidade funciona, como ela interage com o ambiente e também a dicotomia dos processos neutros e de nicho, é importante para elucidar como o ecossistema funciona e também é relevante para fornecer dados para que sejam feitos planos de conservação e manejo ambiental adequados (Rosolen et al., 2015). Estudos que avaliem as interações do ambiente e do espaço com o estrato herbáceo e com ambientes úmidos ainda são escassos, nesse sentido, esperamos que esse estudo sirva de base e estímulo para a realização de pesquisas futuras.

### **Referências bibliográficas**

- Amaral AG, Munhoz CBR, Eugênio CUO, Felfili JM. 2013. Vascular flora in dry-shrub and wet grassland Cerrado seven years after a fire, Federal District, Brazil. *Check List* 9(3):487-503.
- Amorim PK, Batalha MA. 2007. Soil-vegetation relationships in hyperseasonal cerrado, seasonal cerrado, and wet grassland in Emas National Park (central Brazil). *acta oecologica* 32(3):319-327.
- Araújo GM, Amaral AF, Bruna EM, Vasconcelos HL. 2013. Fire drives the reproductive responses of herbaceous plants in a Neotropical swamp. *Plant Ecology* 214:1479-1484.
- Araújo GM, Barbosa AAA, Arantes AA, Amaral AF. 2002. Composição florística de veredas no município de Uberlândia, MG. *Revista Brasileira de Botânica* 25:475-493.
- Austin MP. 2002. Spatial prediction of species distribution: an interface between ecological theory and statistical modelling. *Ecological Modelling* 157:101-118.
- Baruch Z. 2005. Vegetation-environment relationships and classification of the seasonal savannas in Venezuela. *Flora* 200:49-64.
- Bell G, Lechowicz MJ, Waterway MJ. 2006. The comparative evidence relating to functional and neutral interpretations of biological communities. *Ecology* 87(6):1378–1386.
- Bergamin RS, Müller S, Mello RSP. 2012. Indicator species and floristic patterns in different forest formations in southern Atlantic rainforests of Brazil. *Community Ecology* 13:162-170.

- Bisigato AJ, Hardtke LA, del Valle HF, Bouza PJ, Palacio RG. 2016. Regional-scale vegetation heterogeneity in northeastern Patagonia: Environmental and spatial components. *Community Ecology* 17(1):8-16.
- Blanchet FG, Legendre P, Borcard D. 2008. Forward selection of explanatory variables. *Ecology* 89:2623–2632.
- Borcard D, Legendre P, Drapeau P. 1992. Partialling out the spatial component of ecological variation. *Ecology* 73:1042-1055.
- Borcard D, Gillet F, Legendre P. 2011. *Numerical ecology with R*. New York: Springer.
- Borcard D, Legendre P, Avois-Jacquet C, Tuomisto H. 2004. Dissecting the spatial structure of ecological data at multiple scales. *Ecology* 85:1826-1832.
- Bridgewater S, Ratter JA, Ribeiro JF. 2004. Biogeographic patterns, B-diversity and dominance in the cerrado biome of Brazil. *Biodiversity & Conservation* 13:2295–2318.
- Bueno ML, Pennington RT, Dexter KG, Kamino LHY, Pontara V, Neves DM, Ratter JA, Oliveira-Filho, AT. 2016. Effects of Quaternary climatic fluctuations on the distribution of Neotropical savanna tree species. *Ecography* 39:001-012.
- Byng JW, Chase MW, Christenhusz MJM, Fay MF, Judd WS, Mabberley DJ, Sennikov AN, Soltis DE, Soltis PS, Stevens PF. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of The Linnean Society* 181:1-20.
- Canfield R. 1941. Application of line interception in sampling range vegetation. *Journal of Forestry* 39:388-394.
- Carvalho G. 2016. Package flora. Tools for interacting with the Brazilian flora checklist, version 0.2.7.
- Cottenie K. 2005. Integrating environmental and spatial processes in ecological community dynamics. *Ecology Letters* 8:1175–1182.
- Crawley MJ, Harral JE. 2001. Scale dependence in plant biodiversity. *Science* 291:864–868.
- Dantas VL, Batalha MA. 2011. Vegetation structure: fine scale relationships with soil in a cerrado site. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* 206:341-346.
- Diniz-Filho JAF, Siqueira T, Padial AA, Rangel TR, Landeiro VL, Bini LM. 2012. Spatial autocorrelation analysis allows disentangling the balance between neutral and niche processes in metacommunities. *Oikos* 121:201-210.

- Dormann CF, Elith J, Bacher S, Buchmann C, Gudrun C, Carré G, Marquéz JRG, Gruber B, Lafourcade B, Leitão PJ, Münkemüller T, McClean C, Osborne PE, Reineking B, Schröder B, Skidmore AK, Zurell D, Lautenbach S. 2013. Collinearity: a review of methods to deal with it and a simulation study evaluating their performance. *Ecography* 36:27-46.
- Dray S, Blanchet G, Borcard D, Guenard G, Jombart T, Legendre P, Wagner HH. 2016. *adespatial: multivariate multiscale spatial analysis*. R package version 0.0-4.
- Dray S, Legendre P, Blanchet FG. 2007. *packfor: Forward selection with permutation*. R package version 0.0-8.
- Dray S, Legendre P, Peres-Neto PR. 2006. Spatial modelling: a comprehensive framework for principal coordinate analysis of neighbour matrices (PCNM). *ecological modelling* 196:483-493.
- Dray S, Péliissier R, Couteron P, Fortin M-J, Legendre P, Peres-Neto PR, Bellier E, Bivand R, Blanchet FG, Cáceres MDe, Dufour A-B, Heegaard E, Jombart T, Munoz F, Oksanen J, Thioulouse J, Wagner HH. 2012. Community ecology in the age of multivariate multiscale spatial analysis. *Ecological Monographs* 82:257–275.
- Eiten G. 1994. *Vegetação do cerrado. Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas*. 2:17-73.
- Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). 1997. *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisas de Solos.
- Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). 2006. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos.
- Ferreira JN, Bustamante MMDC, Davidson EA. 2009. Linking woody species diversity with plant available water at a landscape scale in a Brazilian savanna. *Journal of Vegetation Science* 20:826-835.
- Françoso RD. 2014. *Padrões biogeográficos e composição das comunidades arbóreas do Cerrado brasileiro*. Tese de doutorado. Instituto de Biologia, Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF. 160p.
- Françoso RD, Haidar RF, Machado RB. 2016. Tree species of South America central savanna: endemism, marginal areas and the relationship with other biomes. *Acta Botanica Brasilica* 30(1):78-86.
- Garzon-Lopez CX, Jansen PA, Bohlman SA, Ordonez A, Olf H. 2014. Effects of sampling scale on patterns of habitat association in tropical trees. *Journal of Vegetation Science*. 25:349–62.

- Gilbert B, Lechowicz MJ. 2004. Neutrality, niches, and dispersal in a temperate forest understory. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 101:7651–7656.
- Giulietti AM, Menezes NL, Pirani JR, Meguro M, Wanderley MGL. 1987. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Caracterização e lista das espécies. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* 9:1-151.
- Giulietti AM, Pirani JR, Harley RM. 1997. Espinhaço Range Region, Eastern Brazil. In Davis SD, Heywood VH, Herrera-MacBryde O, Villa-Lobos J, Hamilton AC, editors. *Centres of plant diversity - a guide and strategy for their Conservation*, vol. 3. Cambridge (UK): World Wildlife Fund and World Conservation Union; p. 397-404.
- Grinnell J. 1917. The niche-relationships of the California Thrasher. *The Auk*. p. 427-433.
- Guimarães AJM, Araújo GM, Corrêa GF. 2002. Estrutura fitossociológica em área natural e antropizada de uma vereda em Uberlândia, MG. *Acta Botanica Brasilica* 16:317-329.
- Hawkins BA, Agrawal AA. 2005. Latitudinal Gradients. *Ecology* 86:2261-2262.
- Hijmans RJ, Cameron SE, Parra JL, Jones PG, Jarvis A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International journal of climatology* 25:1965-1978.
- Hijmans RJ, Guarino L, Bussink C, Mathur P, Cruz M, Barrentes I, Rojas E. 2012. DIVA-GIS: A geographic information system for the analysis of species distribution data. Versão 7.5. Manual disponível em: <http://www.diva-gis.org>
- Hubbell SP. 2001. *The unified neutral theory of biodiversity and biogeography* (MPB-32). Princeton University Press.
- Laliberté E, Paquette A, Legendre P, Bouchard A. 2008. Assessing the scale-specific importance of niches and other spatial processes on beta diversity: a case study from a temperate forest. *Oecologia* 159:377-388.
- Legendre P, Gallagher ED. 2001. Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. *Oecologia* 129:271–280.
- Legendre P, Legendre L. 2012. *Numerical Ecology*. Amsterdam: Elsevier. p. 512-519.
- Legendre P, Mi X, Ren H, Ma K, Yu M, Sun I-F, He F. 2009. Partitioning beta diversity in a subtropical broad-leaved forest of China. *Ecology* 90:663–674.

- Leps J, Smilauer P. 2003. Multivariate analysis of ecological data using CANOCO. Cambridge University Press, Cambridge.
- López-martínez JO, Hernandez-Stefanoni JL, Dupuy JM, Meave JA. 2013. Partitioning the variation of woody plant b-diversity in a landscape of secondary tropical dry forests across spatial scales. *Journal of Vegetation Science* 24:33–45.
- Maracahipes L, Lenza E, Marimon BS, Oliveira EA, Pinto JRR, Junior BHM. 2011. Estrutura e composição florística da vegetação lenhosa em cerrado rupestre na transição Cerrado-Floresta Amazônica, Mato Grosso, Brasil. *Biota Neotrópica* 11(1):133-141.
- Mendes MRA, Munhoz CBR, Silva-Júnior MC, Castro AAJF. 2012. Relação entre a vegetação e as propriedades do solo em áreas de campo limpo úmido no Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí, Brasil. *Rodriguésia* 63:971-984.
- Menezes LS, Müller SC, Overbeck GE. 2016. Scale-specific processes shape plant community patterns in subtropical coastal grasslands. *Austral ecology* 41(1):65-73.
- Miranda HS, Bustamante MMC, Miranda AC. 2002. The Fire Factor. In: Oliveira PS e Marquis JR. *The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna*. p. 51-68.
- Mistry J. 1998. Fire in the cerrado (savannas) of Brazil: an ecological review. *Prog Phys Geogr* 22:425–448.
- Munhoz CBR, Araújo GM. 2011. Métodos de Amostragem do estrato herbáceo-subarbustivo. In: Felfili JM, Eisenlohr PV, Melo MMRF, Andrade LA, Neto JAAM, editores. *Fitossociologia no Brasil: Métodos e Estudos de Casos*. Viçosa: Editora Universidade Federal de Viçosa. p. 213-230.
- Munhoz CBR, Felfili JM. 2006. Fitossociologia do estrato herbáceo-subarbustivo de uma área de campo sujo no Distrito Federal, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 20:671-685.
- Munhoz CBR, Felfili JM, Rodrigues C. 2008. Species-environment relationship in the herb-subshrub layer of a moist Savanna site, Federal District, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 68:25-35.
- Munhoz CBR, Proença C. 1998. Composição florística do município de Alto Paraíso de Goiás na Chapada dos Veadeiros. *Bol. Herb. Ezechias Paulo Heringer* 3:102-150.
- Oksanen J, Kindt R, Legendre P, O'Hara B, Stevens MHH, Oksanen MJ, Suggests MASS. 2015. *Vegan community ecology package: ordination methods, diversity*

- analysis and other functions for community and vegetation ecologists. Version 2.3-1.
- Oliveira GC, Araújo GM, Barbosa AAA. 2009. Florística e zanação de espécies vegetais em veredas no Triângulo Mineiro, Brasil. *Rodriguésia* 60:1077-1085.
- Oliveira-Filho AT, Ratter JA. 2002. Vegetation physiognomies and woody flora of the cerrado biome. In: Oliveira PS e Marquis JR. *The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna*. p. 91-120.
- Oliveira-Filho AT, Shepherd GJ, Martins FR, Stubblebine WH. 1989. Environmental factors affecting physiognomic and floristic variation in an area of cerrado in central Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 5(04):413-431.
- Pausas JG, Austin MP. 2001. Patterns of plant species richness in relation to different environments: an appraisal. *Journal of Vegetation Science* 12(2):153-166.
- Peres-Neto PR, Legendre P, Dray S, Borcard D. 2006. Variation partitioning of species data matrices: estimation and comparison of fractions. *Ecology* 87:2614–2625.
- Peres-Neto PR, Legendre P. 2010. Estimating and controlling for spatial structure in the study of ecological communities. *Global Ecology and Biogeography* 19:174-184.
- Prada CM, Stevenson PR. 2016. Plant composition associated with environmental gradients in tropical montane forests (Cueva de Los Guacharos National Park, Huila, Colombia). *Biotropica* 48(5):568-576.
- Proença C, Oliveira RS, Silva AP. 2000. *Flores e Frutos do Cerrado*, Universidade de Brasília, Brasília.
- R Development Core Team. 2016. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- 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.
- Ramos MVV, Curi N, Motta PEF, Vitorino ACT, Ferreira MM, Silva MLN. 2006. Veredas do triângulo mineiro: solos, água e uso. *Ciência Agrotécnica* 30:283-293.
- Ribeiro JF, Walter BMT. 2008. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. In: Sano SM, Almeida SP, Ribeiro JF, editores. *Cerrado: ecologia e flora*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. p. 151–212.
- Rosolen V, de Oliveira DA, Bueno GT. 2015. Vereda and Murundu wetlands and changes in Brazilian environmental laws: challenges to conservation. *Wetlands Ecology and Management* 23:285-292.



- Rossatto DR, Silva LDCR, Villalobos-Vega R, Sternberg LDSL, Franco AC. 2012. Depth of water uptake in woody plants relates to groundwater level and vegetation structure along a topographic gradient in a neotropical savanna. *Environmental and Experimental Botany* 77:259-266.
- Rull V, Montoya E. 2014. *Mauritia flexuosa* palm swamp communities: natural or human-made? A palynological study of the Gran Sabana region (northern South America) within a neotropical context. *Quaternary Science Reviews* 99:17-33.
- Salgado-Labouriau ML, Casseti V, Ferraz-Vicentini KR, Martin L, Soubiès F, Suguio K, Turcq B. 1997. Late Quaternary vegetational and climatic changes in cerrado and palm swamp from Central Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 128(1-4):215-226.
- Silva JF, Farinas MR, Felfili JM, Klink CA. 2006. Spatial heterogeneity, land use and conservation in the cerrado region of Brazil. *Journal of Biogeography* 33:536–548.
- Silvertown J, Dodd ME, Gowing, DJG, Mountford JO. 1999. Hydrologically defined niches reveal a basis for species richness in plant communities. *Nature* 400:61–63.
- Sitzia T, Dainese M, McCollin D. 2014. Environmental factors interact with spatial processes to determine herbaceous species richness in woody field margins. *Plant Ecology* 215:1323-1335.
- Stannard BL. 1995. Flora of the Pico das Almas - Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. Kew: Royal Botanic Gardens. p. 853.
- Tamme R, Hiiesalu I, Laanisto L, Szava-Kovats R, Pärtel M. 2010. Environmental heterogeneity, species diversity and coexistence at different spatial scales. *Journal of Vegetation Science* 21:796-801.
- Vetaas OR, Grytnes JA. 2002. Distribution of vascular plant species richness and endemic richness along the Himalayan elevation gradient in Nepal. *Global Ecology and Biogeography* 11:291-301.
- Villalobos-Vega R, Salazar A, Miralles-Wilhelm F, Haridasan M, Franco AC, Goldstein G. 2014. Do groundwater dynamics drive spatial patterns of tree density and diversity in Neotropical savannas?. *Journal of vegetation science* 25(6):1465-1473.
- Werneck PF, Nogueira C, Colli GR, Sites JW, Costa GC. 2012. Climatic stability in the Brazilian Cerrado: implications for biogeographical connections of South American savannas, species richness and conservation in a biodiversity hotspot. *Journal of Biogeography*. 39:1695-1706.

Wilkinson L, 2011. Venneuler: Venn and Euler Diagrams. R package version 1.1-0.

Whittaker RJ, Willis KJ, Field R. 2001. Scale and species richness: towards a general, hierarchical theory of species diversity. *Journal of Biogeography* 28:453-470.

## Material suplementar

**Tabela S1.** Descrição das 25 variáveis (altitudinais, edáficas e climáticas) utilizadas na análise numérica para avaliar as 13 veredas amostradas no Brasil Central. Variáveis climáticas estão de acordo com Hijmans et al. (2005)\*.

Variável/abreviação	Descrição
Alt	Altitude acima do nível do mar (m)
BIO1	Temperatura média anual - Annual Mean Temperature (°C)
BIO4	Temperatura sazonal - Temperature Seasonality (standard deviation *100) (°C)
BIO5	Temperatura máxima do mês mais quente - Max Temperature of Warmest Month (°C)
BIO8	Temperatura média do trimestre mais úmido - Mean Temperature of Wettest Quarter** (°C)
BIO9	Temperatura média do trimestre mais seco - Mean Temperature of Driest Quarter** (°C)
BIO10	Temperatura média do trimestre mais quente - Mean Temperature of Warmest Quarter** (°C)
BIO11	Temperatura média do trimestre mais frio - Mean Temperature of Coldest Quarter** (°C)
BIO12	Precipitação anual - Annual Precipitation (mm)
BIO14	Precipitação do mês mais seco - Precipitation of Driest Month (mm)
BIO15	Precipitação sazonal - Precipitation Seasonality (mm)
BIO16	Precipitação do trimestre mais úmido - Precipitation of Wettest Quarter** (mm)
BIO17	Precipitação do trimestre mais seco - Precipitation of Driest Quarter** (mm)
BIO18	Precipitação do trimestre mais quente - Precipitation of Warmest Quarter** (mm)
BIO19	Precipitação do trimestre mais frio - Precipitation of Coldest Quarter** (mm)
Ca	Cálcio do solo (cmolc.dm <sup>-3</sup> ) (mE/100 ml)
Mg	Magnésio do solo (cmolc.dm <sup>-3</sup> ) (mE/100 ml)
Al	Alumínio do solo (cmolc.dm <sup>-3</sup> ) (mE/100 ml)
K	Potássio do solo (cmolc.dm <sup>-3</sup> ) (mE/100 ml)
P	Fósforo do solo (mg.dm <sup>-3</sup> ) (ppm)
Matéria orgânica	Matéria orgânica do solo (%)
pH <sub>CaCl2</sub>	pH (CaCl <sub>2</sub> )
Argila	Argila (%)

Variável/abreviação	Descrição
Silte_Limo	Silte e limo (%)
Areia	Areia (%)

\*HJIMANS, R.J., S.E. CAMERON, J.L. PARRA, P.G. JONES AND A. JARVIS. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *Int. J. Climatol.* 25: 1965–1978. \*\**Quarter*: três meses consecutivos.

**Tabela S2.** *Forward selection* feita a partir da RDA parcial para a matriz espacial, mostrando a fração da variação explicada por cada variável em relação a composição de espécies nas 13 veredas amostradas no Brasil Central.

Variáveis	$R^2$	$R^2$ Cum	$R^2$ ajustado	$F$	$p$ valor
MEM1	0,234	0,234	0,23	59,125	0,001
MEM2	0,076	0,31	0,303	21,161	0,001

**Tabela S3.** Matriz com os valores médios das 25 variáveis ambientais (altitudinais, edáficas e climáticas) das 13 veredas amostradas no Brasil Central. Legendas e mais informações sobre os sítios encontram-se na Tabela 1. Os códigos das variáveis ambientais estão descritos na tabela S1.

	DF1	DF2	DF3	DF4	GO1	GO2	GO3	GO4	MG1	TO1	TO2	TO3	TO4
Ca	0,113333	0,32	0,113333	0,33333	0,193333	0,20666	0,29333	0,57333	0,153333	0,26	0,24666	0,326667	0,313333
Al	0,666667	0,473333	1,2	1,54	4,513333	2,18	1,84666	1,28666	2,36	1,666667	1,73333	2,18	2,686667
K	0,078	0,09	0,152667	0,12133	0,108	0,10266	0,116	0,08733	0,081333	0,053333	0,05666	0,07	0,068667
P	3,506667	1,973333	4,853333	5,54	2,886667	2,38	2,9	7,65333	2,853333	4,2	2,26	2,426667	2,513333
Mg	0,1	0,086667	0,1	0,16	0,1	0,10666	0,08	0,2	0,09	0,133333	0,12	0,14	0,146667
Mat_Org	14,94666	19,00666	14,7	16,32	3,433333	4,65333	9,54	8,49333	16,08	10,35333	8,53333	10	10,65333
pH <sub>CaCl2</sub>	4,266667	4,166667	4,2	4,33333	3,846667	3,88	3,76	3,91333	3,566667	3,786667	3,90666	3,906667	3,706667
Argila	25,4	44,06666	25,4	18,6	21,86666	10,2	16,7333	9	12,13333	6,933333	9,26666	10,46666	6,933333
Silte_Limo	6,733333	10,13333	7,133333	5,6	6,066667	4,4	5,26666	4	4,733333	3,6	3,93333	4,4	3,666667
Areia	67,86666	45,8	67,46666	75,8	72,06666	85,4	78	87	83,13333	89,46666	86,8	85,13333	89,4
BIO1	20,8	21,2	20,8	21,1	23,5	23,5	21,6	21	22,1	25,3	25,1	25	25,2
BIO4	111	106,6	113,9	104,8	79,7	79,7	81,4	134,6	187,5	72,1	74,5	73,4	73,1
BIO5	27,7	27,9	27,9	27,8	31	31	28,7	28,6	30,2	33,9	34	33,9	34,2
BIO8	21,4	21,6	21,4	21,6	23,5	23,5	21,6	21,8	23,5	25,1	24,9	24,9	25
BIO9	19,6	20,2	19,4	20,2	23	23	21,1	19,6	19,7	24,9	24,6	24,5	24,6
BIO10	21,7	22	21,8	21,9	24,4	24,4	22,5	22,1	23,9	26,3	26,1	26	26,1
BIO11	19,1	19,5	19,1	19,5	22,4	22,4	20,5	18,9	19,4	24,4	24,2	24,1	24,3
BIO12	1670	1586	1719	1533	1763	1763	1828	1369	1154	1470	1393	1394	1356
BIO14	7	6	7	6	4	4	4	11	4	2	1	1	0
BIO15	80,6	79,8	81,9	78,6	86,8	86,8	84,3	74,4	94,1	84,8	84,7	84,5	84,8
BIO16	827	766	863	728	899	899	912	647	671	731	688	688	671
BIO17	33	28	34	29	20	20	21	47	17	10	7	7	6
BIO18	472	444	480	430	223	223	260	379	472	159	147	148	142
BIO19	52	47	50	48	37	37	48	62	31	35	32	32	30
Alt	1127	1114	1193	1164	822	822	1244	1073	686	490	502	519	495

**Tabela S4.** Resultado da correlação de Pearson das 25 variáveis ambientais (edáfica, climática e altitude) avaliadas nas 13 veredas amostradas no Brasil Central. Os códigos das variáveis ambientais estão descritos na tabela S1.

	Ca	Al	K	P	Mg	Mat_Org	pHCaCl2	Argila	Silte_Limo	Areia	BIO1	BIO4	BIO5	BIO8	BIO9	BIO10	BIO11	BIO12	BIO14	BIO15	BIO16	BIO17	BIO18	BIO19	Alt	
Ca	1																									
Al	-0,132	1																								
K	-0,198	-0,004	1																							
P	0,503	-0,263	0,288	1																						
Mg	0,766	-0,051	-0,235	0,693	1																					
Mat_Org	-0,126	-0,673	0,119	0,071	-0,158	1																				
pHCaCl2	-0,068	-0,567	0,423	0,302	0,067	0,461	1																			
Argila	-0,229	-0,373	0,422	-0,16	-0,503	0,557	0,616	1																		
Silte_Limo	-0,243	-0,386	0,444	-0,16	-0,51	0,573	0,608	0,997	1																	
Areia	0,2315	0,3752	-0,425	0,156	0,504	-0,559	-0,615	-1	-0,998	1																
BIO1	-8E-04	0,4899	-0,659	-0,47	0,14	-0,523	-0,555	-0,611	-0,617	0,612	1															
BIO4	-0,05	-0,225	0,17	0,336	-0,042	0,517	-0,046	0,156	0,1829	-0,16	-0,605	1														
BIO5	0,0336	0,4614	-0,693	-0,42	0,191	-0,488	-0,6	-0,665	-0,668	0,666	0,989	-0,517	1													
BIO8	-0,022	0,497	-0,703	-0,43	0,159	-0,452	-0,627	-0,655	-0,655	0,656	0,976	-0,419	0,987	1												
BIO9	0,0352	0,4703	-0,594	-0,46	0,135	-0,577	-0,457	-0,551	-0,565	0,553	0,978	-0,752	0,945	0,9108	1											
BIO10	-0,024	0,5055	-0,68	-0,46	0,126	-0,497	-0,628	-0,65	-0,652	0,65	0,991	-0,496	0,993	0,9943	0,943	1										
BIO11	0,0002	0,472	-0,595	-0,48	0,119	-0,56	-0,473	-0,563	-0,574	0,565	0,985	-0,73	0,958	0,9253	0,998	0,955	1									
BIO12	-0,305	0,0254	0,609	-0,1	-0,45	-0,258	0,395	0,436	0,422	-0,434	-0,311	-0,438	-0,419	-0,474	-0,145	-0,397	-0,17	1								
BIO14	0,2663	-0,445	0,493	0,728	0,205	0,257	0,501	0,406	0,408	-0,406	-0,87	0,546	-0,848	-0,84	-0,85	-0,865	-0,868	0,212	1							
BIO15	-0,599	0,5589	-0,186	-0,65	-0,558	-0,184	-0,685	-0,287	-0,267	0,284	0,443	0,123	0,446	0,5325	0,333	0,522	0,365	-0,197	-0,627	1						
BIO16	-0,512	0,1679	0,616	-0,23	-0,641	-0,278	0,2	0,385	0,381	-0,385	-0,283	-0,282	-0,382	-0,402	-0,163	-0,335	-0,176	0,945	0,131	0,103	1					
BIO17	0,2458	-0,448	0,55	0,716	0,193	0,262	0,552	0,437	0,439	-0,438	-0,886	0,49	-0,871	-0,874	-0,852	-0,892	-0,87	0,279	0,993	-0,663	0,183	1				
BIO18	-0,175	-0,513	0,517	0,386	-0,179	0,715	0,529	0,612	0,629	-0,615	-0,915	0,777	-0,885	-0,827	-0,96	-0,875	-0,951	0,053	0,766	-0,263	0,087	0,765	1			
BIO19	0,3528	-0,555	0,487	0,711	0,229	0,249	0,593	0,414	0,405	-0,413	-0,832	0,283	-0,823	-0,872	-0,754	-0,864	-0,778	0,361	0,922	-0,803	0,195	0,943	0,633	1		
Alt	0,0329	-0,439	0,757	0,412	-0,174	0,362	0,614	0,63	0,626	-0,63	-0,935	0,298	-0,96	-0,987	-0,844	-0,966	-0,863	0,581	0,792	-0,536	0,496	0,835	0,738	0,861	1	

**Tabela S5.** Cobertura absoluta (m) das espécies nas 13 veredas amostradas no Brasil Central. Consideramos aqui apenas as espécies que ocorreram em mais de um sítio. As legendas e mais informações sobre os sítios encontram-se na Tabela 1.

Espécies	Sítios												
	DF1	DF2	DF3	DF4	GO1	GO2	GO3	GO4	MG1	TO1	TO2	TO3	TO4
<i>Abolboda poarchon</i> Seub.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,86	3,12	0	0
<i>Abolboda pulchella</i> Humb.	0	0	0	0	0	0	0,31	0	0,08	0	0,80	0	0
<i>Achyrocline alata</i> (Kunth) DC.	0,65	0	4,81	1,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Achyrocline satuireioides</i> (Lam.) DC.	0,53	0	0,78	1,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Acisanthera limnobios</i> (Schrank & Mart. ex DC.) Triana	0	0,12	0	0	0	0	0	0,02	0	0	0	0	0
<i>Aeschynomene genistoides</i> (Taub.) Rudd	0	0	0	0	0	0,17	2,47	0	0	0	0	0	0
<i>Aeschynomene paniculata</i> Willd. ex Vogel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,81	0,41	0
<i>Agenium leptocladum</i> (Hack.) Clayton	0	0	0,97	0	0	0	0	2,67	0	0	0	0	0
<i>Agenium villosum</i> (Nees) Pilg.	0	0	0	0	0	4,79	0	0	0	0	1,82	35,22	3,86
<i>Alstroemeria longistyla</i> Schenk	0	0,06	0	0,22	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Andropogon bicornis</i> L.	0	0	12,3	0	9,48	9,01	0,05	0	0	1,50	0	0	0
<i>Andropogon carinatus</i> Nees	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,12	0	0	0,33
<i>Andropogon lateralis</i> Nees	3	5,24	5,05	0,18	0	0	0	0	0	0,66	0	10,45	0
<i>Andropogon leucostachyus</i> Kunth	3	1,88	16,41	5,79	0	0	0,98	3,41	0,02	0	0	0	2,64
<i>Andropogon virgatus</i> Desv.	6,54	27,45	18,25	0	31,65	2,88	26,79	14,49	1,8	24,48	0	0	2,46
<i>Aristida capillacea</i> Lam.	0	0	0	0	0	0	14,86	7,51	0	0	0	0	0
<i>Aristida riparia</i> Trin.	0	0	0	0	0	0,28	1,29	0	0	0	0	0	0
<i>Arthropogon villosus</i> Nees	0	0	0	0	17,35	7,48	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ascolepis brasiliensis</i> (Kunth) Benth. ex C.B.Clarke	0	0	0	0,01	0	0	0	0	0	0,11	0	3	0,53
<i>Aspilia foliacea</i> (Spreng.) Baker	0	0,14	0,22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Axonopus aureus</i> P.Beauv.	0,78	3,01	0,04	0	0,3	0,24	0	0,06	3,93	0	0	0	0
<i>Axonopus brasiliensis</i> (Spreng.) Kuhlman.	1,24	11,16	0	5,39	0,22	0,37	1,11	0,06	0	0	0	0	0,34
<i>Axonopus comans</i> (Trin. ex Döll) Kuhlman.	27,24	0	0	0	0	0	0,23	0	20,41	2,49	0,19	0	4,06
<i>Axonopus fastigiatus</i> (Nees ex Trin.) Kuhlman.	0	0	0	0	0	5,06	0	1	0	0	1,47	0	0

Espécies	Sítios												
	DF1	DF2	DF3	DF4	GO1	GO2	GO3	GO4	MG1	TO1	TO2	TO3	TO4
<i>Axonopus pellitus</i> (Nees ex Trin.) Hitchc. & Chase	0	0	14,7	0	0	0	0	0	0	0	0	7,93	0
<i>Ayapana amygdalina</i> (Lam.) R.M.King & H.Rob.	0	0,14	0	0	0,22	0,27	0	0	0	0	0	0	0
<i>Blechnum serrulatum</i> Rich.	0	0	0,22	0	0	0	0	5,55	0	0	0	0	0,89
<i>Borreria latifolia</i> (Aubl.) K.Schum.	0,07	0	0	0,17	0	0	0	0	0,07	0	0	0	0
<i>Bulbostylis conifera</i> (Kunth) C.B.Clarke	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	0	1,15	0
<i>Bulbostylis emmerichiae</i> T.Koyama	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,04	0	0,14
<i>Bulbostylis junciformis</i> (Kunth) C.B.Clarke	0	0	0,02	0	0	0	0	0,01	0	0	3,26	0	0
<i>Bulbostylis paradoxa</i> (Spreng.) Lindm.	0	0	0	0	0	0	0,15	1,91	0	0	0	0	0
<i>Bulbostylis sellowiana</i> (Kunth) Palla	0,49	0,1	0,15	3,49	0	0	0	0,92	0	3,23	0,67	0,4	0
<i>Calea elongata</i> (Gardner) Baker	0	0	0	0	0,07	1,65	0,08	0	0	0	0	0	0
<i>Calea gardneriana</i> Baker	0	0	0	0	0	0	1,03	1,39	0	0	0	0	0
<i>Calliandra dysantha</i> Benth.	0	0	0,85	0	0	0	0,24	0	0	0	0	0	0
<i>Calyptrocarya glomerulata</i> (Brongn.) Urb.	0	0	0	0,61	0	0	0	2,06	0	0,41	0	0	0
<i>Cantinoa subrotunda</i> (Pohl ex Benth.) Harley & J.F.B.Pastore	0	0	0	1,64	0	0	0	3,48	0	0	0	0	0
<i>Cassytha filiformis</i> L.	0	0,70	0,60	0,23	0	0	0	0	0	2,16	1,64	0,08	0,56
<i>Chamaecrista desvauxii</i> (Collad.) Killip	0	0	0	0	0	0	0	0,04	0,02	0,23	0	1,14	1,32
<i>Chelonanthus alatus</i> (Aubl.) Pulle	0	0	0	0	0,01	0	0	0,07	0	0	0	0	0
<i>Chromolaena vindex</i> (DC.) R.M.King & H.Rob.	0	1,94	3,46	1,79	0	0	0	4,46	0	0	0	0	0
<i>Coccocypselum lymansmithii</i> Standl.	0	0,39	0	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Collaea aschersoniana</i> (Taub.) Burkart	0	0	0	0	2,51	0,02	0	0	0	0	0	0	0
<i>Comanthera xeranthemoides</i> (Bong.) L.R.Parra & Giul.	0	0	0	0,55	0	0	0	0,46	12,26	16,89	2,52	0,54	7,74
<i>Comolia lanceiflora</i> (DC.) Triana	0	0,52	0	0	0	0	0	0,04	0	0	0	0	0
<i>Costus spiralis</i> (Jacq.) Roscoe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,66	1,58	4,02
<i>Croton antisiphiliticus</i> Mart.	0	0	1,06	0	0	0,05	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cryptangium verticillatum</i> (Spreng.) Vitta	0	0	0	0	0	0	0	0	1,54	0,95	3,01	0	0
<i>Cuphea antisiphilitica</i> Kunth	0	0	0	0	0	0,01	0	0	0	33,07	4,55	3,72	20,2



Espécies	Sítios												
	DF1	DF2	DF3	DF4	GO1	GO2	GO3	GO4	MG1	TO1	TO2	TO3	TO4
<i>Cuphea pohlii</i> Lourteig	0	0	0	0,3	0	0	0	0,94	0	0	0	0	0
<i>Cuphea spermacoce</i> A.St.-Hil.	0	0,01	0,12	0	0	0	0,01	4,38	0	0	0	0	0
<i>Curtia tenuifolia</i> (Aubl.) Knobl.	0	0	0,17	0	0	0	0	0,94	0,04	0,02	0,05	0	0
<i>Declieuxia fruticosa</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) Kuntze	0,03	0,15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Desmoscelis villosa</i> (Aubl.) Naudin	0,22	0,15	0,02	0,14	0	0	0	0,04	0,02	0	0	0,19	1,16
<i>Drosera communis</i> A.St.-Hil.	0	0	0	0	0	0	0	0	0,21	0	4,06	0	0
<i>Drosera montana</i> A.St.-Hil.	0	0,16	0	0,02	0	0	0,14	1,66	0	0	0	0	0
<i>Echinolaena inflexa</i> (Poir.) Chase	0	6,53	4,6	1,03	0	0	0,73	2,97	0	2,21	0,48	0,1	0,21
<i>Eriocaulon sellowianum</i> Kunth	0	0	0	0	0	0,16	0,17	4,28	0	0	0	0	0
<i>Eryngium juncifolium</i> (Urb.) Mathias & Constance	0	0	0,26	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Euphorbia potentilloides</i> Boiss.	0	0,08	0	0,20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Exochogyne amazonica</i> C.B.Clarke	0	0	0	0	0	0	0	1,44	0,77	0	1,97	0,10	0
<i>Gaylussacia brasiliensis</i> (Spreng.) Meisn.	0	0,16	0,21	1,48	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Habenaria schwackei</i> Barb.Rodr.	0	0	0	0	0	0	0,01	0	0	0	0	0	0,30
<i>Heteropterys pannosa</i> Griseb.	0	0	0	0	0	0,43	0	1,67	0	0	0	0	0
<i>Hyparrhenia bracteata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Stapf	0	0	2,03	1,86	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hyptis campestris</i> Harley & J.F.B. Pastore	0	0	0	0	0,05	0,20	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hyptis conferta</i> Pohl ex Benth.	0	0	0	0	1,94	0,66	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hyptis linarioides</i> Pohl ex Benth.	0,08	0,88	0,23	0,18	0,61	0,12	0,68	0,21	0	0	0	4,95	0
<i>Hyptis rotundifolia</i> Benth.	0	0	0	0	0	0	0,78	0,45	0	0	0	0	0
<i>Ichnanthus procurrens</i> (Nees ex Trin.) Swallen	0	4,23	0,35	0	0,41	11,34	4,02	2,51	0	0	0,06	0	0,31
<i>Ichthyothere latifolia</i> Baker	0	0	0,01	0,07	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ipomoea procurrens</i> Meisn.	0	0,01	0	0	0	0	0	1,83	0	0	0	0	0
<i>Lagenocarpus rigidus</i> Nees	40,9	1,35	0	18,53	0	0	18,05	0,57	5,54	40,62	22,14	7,55	41,23
<i>Lavoisiera imbricata</i> (Thunb.) DC.	0	0,41	4,30	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Leandra polystachya</i> (Naudin) Cogn.	0	0	0,33	0,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Espécies	Sítios												
	DF1	DF2	DF3	DF4	GO1	GO2	GO3	GO4	MG1	TO1	TO2	TO3	TO4
<i>Leiothrix flavescens</i> (Bong.) Ruhland	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,85	0,22	0
<i>Lippia rotundifolia</i> Cham.	0	0	0,22	2,55	0	0	0	3,66	0	0	0	0	0
<i>Lobelia brasiliensis</i> A.O.S.Vieira & G.J.Sheph.	0	0	0,41	1,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ludwigia nervosa</i> (Poir.) H.Hara	0,05	0,07	0	0,02	0	0,92	0	0,72	0,05	2,55	0	0,69	0
<i>Lycopodiella alopecuroides</i> (L.) Cranfill	0	0	0	0	0	0	0	0,75	0	0	0,88	0	0
<i>Mauritiella armata</i> (Mart.) Burret	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,78	3,13
<i>Melinis minutiflora</i> P.Beauv.	0	0	0	0,64	5,5	0	0	2,05	0	0	0	0	0
<i>Mesosetum loliiforme</i> (Hochst.) Chase	0	0	0	0	0	0	4,25	3,96	0,56	0	0	0	0
<i>Miconia chamissois</i> Naudin	0	0	1,14	0,35	0,5	0	0	1,17	0	0,17	0	0	1,06
<i>Microlicia confertiflora</i> Naudin	0	0	0	0	0	0	0	0,99	3,19	0	0	0	0
<i>Microlicia euphorbioides</i> Mart.	0	0,01	0,18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Microlicia fasciculata</i> Mart. ex Naudin	0	0	0,07	0	0,42	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Microlicia serpyllifolia</i> D.Don	1,19	1,22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Microlicia viminalis</i> (DC.) Triana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,35	0	2,37
<i>Microstachys bidentata</i> (Mart.& Zucc.) Esser	0,11	0	0	0	0	0,01	0	0	0	0	0	1,46	0
<i>Mikania officinalis</i> Mart.	0,02	0,58	2,84	0,04	0	0,03	0	0,45	0	0	0	0,02	0
<i>Mimosa pumilio</i> Barneby	0	0	0	0	0	3,85	0,14	0	0	0	0	0	0
<i>Myrcia linearifolia</i> Cambess.	0	0	0	0	0	0,04	0,62	0	0	0	0	0	0
<i>Ossaea congestiflora</i> (Naudin) Cogn.	0	0	0,89	0,19	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Otachyrium seminudum</i> Hack. ex Send. & Soderstr.	0	0,98	0	0,79	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oxypetalum appendiculatum</i> Mart.	0	0	0,33	1,06	0	0	0	0,82	0	0	0	0	0
<i>Paepalanthus elongatulus</i> Ruhland	0	0	2,09	0	0	0	0	0	0	6,17	0	0	0
<i>Paepalanthus elongatus</i> (Bong.) Körn.	0	0	0	0	0	1,21	0	2,27	0	0	0	0	0
<i>Paepalanthus flaccidus</i> (Bong.) Kunth	0	0,06	1,82	1,74	0	0	0	3,33	0	0	0	0	0
<i>Paepalanthus lundii</i> Körn.	0	0,38	0	0,55	0	0	0	0,95	0	0	0	0	0
<i>Palhinhaea cernua</i> (L.) Franco & Vasc.	0	0,09	0	0,07	0	0	0	0	0	0	2,83	0	0

Espécies	Sítios												
	DF1	DF2	DF3	DF4	GO1	GO2	GO3	GO4	MG1	TO1	TO2	TO3	TO4
<i>Panicum campestre</i> Nees ex Trin.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18,92	0	0,1
<i>Panicum cervicatum</i> Chase	0	0	0	0	3,19	0	0	1,71	0	0	0	0	0
<i>Paspalum dedecae</i> Quarín	0	12,72	25,54	0	0,04	4,89	0	0	4,8	17,98	74,12	30,44	39,41
<i>Paspalum geminiflorum</i> Steud.	44,9	0	0,89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paspalum glaucescens</i> Hack.	5,06	0	8,05	0	1	0	0	8	0	0	0	0	0
<i>Paspalum hyalinum</i> Nees ex Trin.	0	0,88	1,75	0	0	0	0,17	5,22	0,51	0	0	9,88	0
<i>Paspalum lineare</i> Trin.	62,19	70,77	53,33	44,87	90,4	61,16	47,67	20,77	43,28	1,07	8,19	27,3	29,88
<i>Paspalum maculosum</i> Trin.	0	3,53	0	2,16	0	0	2,6	3,13	0	0	0	1,65	0,69
<i>Paspalum polyphyllum</i> Nees	0	0	0	0,23	0	0	0	0	0	0	0	0	0,96
<i>Perama hirsuta</i> Aubl.	0	0	0	0	0	0	0	0	0,03	0	0	0,15	0,03
<i>Phyllanthus niruri</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,96	0	0,27	0,97
<i>Piper fuliginum</i> Kunth	0	0	0	0	0,09	0	0	0	0	0	0	0,2	0
<i>Polygala adenophora</i> DC.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0,46	0
<i>Polygala carphoides</i> Chodat	0	0	0	0,02	0	0	0	0,23	0	0	0	0	0
<i>Polygala celosioides</i> Mart. ex A.W.Benn.	0	0	0	0	0	0	0	0,67	0	0	0,14	1,11	0,04
<i>Polygala gracilis</i> Kunth	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,08	0,14	0
<i>Polygala longicaulis</i> Kunth	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,05	0,26	0
<i>Polygala tenuis</i> DC.	0	0,27	0	0	0	0	0	1,42	0	0	0	0	0
<i>Pterolepis repanda</i> (DC.) Triana	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,02	0
<i>Raulinoreitzia leptophlebia</i> (B.L.Rob.) R.M.King & H.Rob.	0,43	0,31	0,72	1,11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rhynchospora albiceps</i> Kunth	0	0,11	0	0	0,17	0	0	2,05	0	0	0	0	0
<i>Rhynchospora asperula</i> (Nees) Steud.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,21	2,09	0	0
<i>Rhynchospora barbata</i> (Vahl) Kunth	0	0	0	0	0	0	2,59	0,04	0	0	0	5,58	0
<i>Rhynchospora consanguinea</i> (Kunth) Boeckeler	0,65	3,24	0,27	7,08	0	0	10,71	0,13	0	5,52	4,67	2,22	4,69
<i>Rhynchospora emaciata</i> (Nees) Boeckeler	0	13,09	0,14	0	0	0	14,74	0	3,21	44,84	1,93	0	7,82
<i>Rhynchospora globosa</i> (Kunth) Roem. & Schult.	6,13	4,44	2,17	7,52	16,41	27,85	5,85	10,12	85,45	51,12	68,99	46,54	75,46

Espécies	Sítios												
	DF1	DF2	DF3	DF4	GO1	GO2	GO3	GO4	MG1	TO1	TO2	TO3	TO4
<i>Rhynchospora hirta</i> (Nees) Boeckeler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,79	0,54	2,83	0,7
<i>Rhynchospora marisculus</i> Lindl. & Nees	0	3,92	0	7,43	0	0	0,13	1,24	0	0	0	0,25	0,51
<i>Rhynchospora nervosa</i> (Vahl) Boeckeler	0	0	0	0	0,54	0	0,01	0	0	0	0	0	0
<i>Rhynchospora robusta</i> (Kunth) Boeckeler	0	0	0	0	0,04	0	0	1,94	1,97	0	0	0	0
<i>Rhynchospora rugosa</i> (Vahl) Gale	0,05	1,45	5,81	4,71	0	0	0	0	0,25	0,74	0,56	3,64	1,56
<i>Rhynchospora spruceana</i> C.B.Clarke	0	0	0,83	0	23,1	51,22	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rhynchospora tenuis</i> Link	8,78	3,93	3,54	45,02	0,33	0	1,43	7,73	15,39	0	0	0	0
<i>Riencourtia oblongifolia</i> Gardner	0,02	0	1,43	2,27	0	0	0,68	2,03	0	0	0	0	0
<i>Sauvagesia linearifolia</i> A.St.-Hil.	0	0	0,03	0	0	0	0	0,54	0,01	0	0	0,34	0
<i>Sauvagesia racemosa</i> A.St.-Hil.	0,12	0	0,06	0,03	0	0	0	0	0,08	0	0	0	0
<i>Schizachyrium condensatum</i> (Kunth) Nees	0	0	0	5,63	0	0	0	0,47	0	0	0	0	0
<i>Schizachyrium sanguineum</i> (Retz.) Alston	0,12	6,59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Schizachyrium tenerum</i> Nees	0	0	0,4	0	0	0	0,57	0,54	0	0	0	0	0
<i>Scleria hirtella</i> Sw.	0	0	0	0	0,04	1,24	0,14	1,02	0	0	0	0,55	0,02
<i>Scleria leptostachya</i> Kunth	1,15	1,06	1,81	6,34	0	0,25	4,79	4,85	0	0	0	0	0
<i>Sinningia elatior</i> (Kunth) Chautems	0	0	1,06	0	0	0	0	3,24	0	0	0	0	0
<i>Sisyrinchium restioides</i> Spreng.	0	0,04	0,21	0	0	0	0	0,25	0	0	0	0	0
<i>Sisyrinchium vaginatum</i> Spreng.	0,1	0,35	0,22	0,44	0	0,48	0,01	0,01	0,05	0	0,02	0,06	0
<i>Sporobolus pyramidatus</i> (Lam.) Hitchc.	0	0	0	0	14,55	10,44	0	0	0	0	0	0	0
<i>Syngonanthus densiflorus</i> (Körn.) Ruhland	0	0	0,2	0,94	0	0	0	3,61	0,99	0,27	0	0	0
<i>Syngonanthus fischerianus</i> (Bong.) Ruhland	0	8,91	0	0	0	0	0	0	0	10,71	0	0,14	0
<i>Syngonanthus gracilis</i> (Bong.) Ruhland	0,04	0	0,53	0	0	0	1,92	1,71	0	0	0,38	0,7	0
<i>Syngonanthus nitens</i> Ruhland	0,29	0,02	0	0,18	0	0,2	0,15	1,43	0,16	7,75	15,36	2,41	1,58
<i>Syngonanthus verticillatus</i> (Bong.) Ruhland	0	0	0	0	0	0	0	0	0,43	0	1,25	0	0
<i>Tetrapteryx ambigua</i> (A.Juss.) Nied.	0	0	0,06	0	0	0	0,21	0	0	0	0	0	0
<i>Thelypteris rivularioides</i> (Fée) Abbiatti	0	0	0,45	0,3	0	0	0	0,42	0	0	0	0	0

Espécies	Sítios												
	DF1	DF2	DF3	DF4	GO1	GO2	GO3	GO4	MG1	TO1	TO2	TO3	TO4
<i>Tibouchina gracilis</i> (Bonpl.) Cogn.	0,62	1,44	0	0,42	0	0	0	0,38	0	0	0	0	0
<i>Tococa nitens</i> (Benth.) Triana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,97	0,8	0,42
<i>Trachypogon spicatus</i> (L.f.) Kuntze	0	0,43	0	0	0	0,6	37,49	2,68	0	46,38	39,93	18,18	78,81
<i>Trembleya parviflora</i> (D.Don) Cogn.	10,8	0,13	4,56	1,37	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trembleya phlogiformis</i> DC.	1,08	0	0,03	0	0	0	0	0,01	0	0	0	0	0
<i>Trichantheceium cyanescens</i> (Nees ex Trin.) Zuloaga & Morrone	0	0	0	0	0	0	0	0	0,34	4,12	0,2	0,78	0
<i>Trichantheceium parvifolium</i> (Lam.) Zuloaga & Morrone	0,85	0,45	0,6	0,04	0	0,93	0	2,6	0	0	0	0	0
<i>Trimezia cathartica</i> (Klatt) Niederl.	0	0	0	0	0	0	0,12	0,06	0	0	0	0	0
<i>Trimezia juncifolia</i> (Klatt) Benth. & Hook.	0	0	0	0	0	0	1,15	6,09	1,86	0	0,24	0,27	0,3
<i>Tristachya leiostachya</i> Nees	0	0,97	16,91	0	0	0	0	3,21	0	0	0	0	0
<i>Turnera oblongifolia</i> Cambess.	0,04	0,04	0,04	0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Utricularia amethystina</i> Salzm. ex A.St.-Hil. & Girard	0	0	0	0	0	0	0,79	0,03	0	0	0	0	0
<i>Utricularia hispida</i> Lam.	0	0	0	0,02	0	0	0	0	0,01	0	0	0	0
<i>Vellozia pumila</i> Goethart & Henrard	0	0	0	0	0	10,91	2,71	0,44	0	0	0	0	0
<i>Wedelia bishopii</i> H.Rob.	0	0	0,17	0	0	0,42	0	0	0	0	0	0	0
<i>Xyris asperula</i> Mart.	0	0,27	0	0	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0
<i>Xyris blanchetiana</i> Malme	0	0	0	0	0	0	0	3,4	0	0	0,09	0	0
<i>Xyris dawsonii</i> L.B.Sm. & Downs	0	0	0	0	0	0	1,47	0	0	0,74	0	0	0
<i>Xyris diaphanobracteata</i> Kral & Wand.	0,35	0	0	0	0	0	0	0,52	0	0	0	0	0
<i>Xyris fallax</i> Malme	0	0	0	0	0	0	0	0,29	0	0	0,98	0	0
<i>Xyris guaranitica</i> Malme	0	4,78	0,49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Xyris hymenachne</i> Mart.	0	1,17	2,12	0,23	0	0	0	0,34	0	6,52	1,46	0,63	26,74
<i>Xyris jupicai</i> Rich.	1,09	0	0	0	0,05	0,01	0	0,08	0	0	0	0	0
<i>Xyris macrocephala</i> Vahl	0	6,49	0	1,04	0	0,97	0	0	0	2,34	0,18	0	0
<i>Xyris paraensis</i> Poepp. ex Kunth	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,05	3,23	0
<i>Xyris savanensis</i> Miq.	0,47	0,19	0	0	0	0	0,14	0,75	0,32	0	6,35	0	0

<b>Espécies</b>	<b>Sítios</b>												
	DF1	DF2	DF3	DF4	GO1	GO2	GO3	GO4	MG1	TO1	TO2	TO3	TO4
<i>Xyris schizachne</i> Mart.	0	4,07	0	1,1	0	0	0,02	0,76	0,35	0	0	0	0
<i>Xyris seubertii</i> L.A.Nilsson	1,36	0	0	0	0	0	0	0	0	7,18	2,98	0	0
<i>Xyris tenella</i> Kunth	0	0	0	0	0	0	0	0,43	0,17	0	0	0	0
<i>Xyris tortula</i> Mart.	0	0	0	2,17	0	0	4,04	0,51	0,81	3,78	4,04	0,86	1,37
<i>Xyris veruina</i> Malme	4,12	0	0	0	0	0	1,23	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	243	236,85	257,42	217,11	226,19	236,12	229,14	249,69	273,76	413,77	328,57	250,96	390,07