



A diversidade de comunidades varia conforme o gradiente de diferentes fisionomias de Cerrados?

CYRO V.Z.V. NEGRÃO¹, DAVI C. DE OLIVEIRA¹, FERNANDA Y. WATANABE¹,
MARIA E.F. MORANDI¹, MATHEUS C.P. DE LIMA¹, MICHELE F. DA SILVA¹,
SANDRINE G. GOUVÊA¹, THIAGO R. BELLA¹, VERÔNICA S. DE OLIVEIRA¹,
VINÍCIUS FILIPI SAVIETTO¹

¹Graduação em Ciências Biológicas, Instituto de Biologia, UNICAMP

Cidade Universitária Zeferino Vaz – Barão Geraldo, Campinas-SP, 13083-970

Matheus Coimbra Pires de Lima – matheus-cpl@hotmail.com

RESUMO

Os Cerrados são um conjunto de formações com diferentes fisionomias e apresentam uma diversidade característica na vegetação de cada uma delas, tanto na flora campestre, quanto na flora silvestre. O município de Itirapina, São Paulo - Brasil, abriga áreas protegidas de Cerrados, fundamentais para o desenvolvimento de pesquisas e políticas de diversas naturezas. Realizamos o levantamento de espécies de plantas lenhosas de cinco fragmentos de Cerrados em Itirapina, que abrangem campo limpo, campo sujo, cerrado sensu stricto e cerradão, utilizando o método de ponto quadrante para indivíduos arbóreos e arbustivos.

Por meio de análises fitossociológicas buscamos entender como se dá a biodiversidade e qual a contribuição dos fragmentos para a diversidade regional de árvores e arbustos, esperando que a contribuição fosse maior conforme o aumento da complexidade dessas formações. Analisamos 145 espécies, distribuídas em 48 famílias utilizando o índice de Shannon para estimar a diversidade de cada área. Observamos que o gradiente de diversidade calculado pelo Índice de Sheannon-Weaver acompanhou o aumento da complexidade dos fragmentos em quatro dos cinco fragmentos amostrados.

Palavras-chave: análise fitossociologia; Índice de Shannon; Índice de Simpson; Itirapina.

INTRODUÇÃO

Os Cerrados são um domínio fitogeográfico que abrange diversas fisionomias vegetais, entre elas o cerrado *sensu lato*, considerado um complexo de formações caracterizada por sua vegetação xeromorfa. Esse complexo possui dois extremos, representados pela sua forma florestal, o cerradão, e a forma campestre, o campo limpo. Além do cerradão e do campo limpo, há fisionomias intermediárias que representam formas savânicas, denominadas campo sujo, campo cerrado e cerrado *sensu stricto* (Batalha 2011, Coutinho 1978, IBGE 2012). Em geral, os fatores considerados determinantes para explicar a distribuição dos biomas do cerrado são a precipitação sazonal, a fertilidade e a drenagem do solo, o regime de fogo e as flutuações climáticas (Oliveira-Filho & Ratter 2002).

Os cerrados brasileiros estão na lista de principais *hotspots* do mundo, áreas com grande endemismo e com menos de 30% da cobertura original. Esse conjunto de biomas apresenta muito endemismo para espécies de plantas e, mesmo para grupos com baixos níveis de endemismo como vertebrados, ainda assim, há muita riqueza de espécies, como exemplo as aves, em que quase metade do número de espécies brasileiras ocorre nos cerrados (Cavalcanti & Joly 2002).

Levando em conta a diversidade de fisionomias vegetais que os cerrados abrangem e sua qualidade quanto à riqueza de espécies, nos questionamos sobre como as diferentes fisionomias de cerrado contribuem para a diversidade regional de árvores e arbustos. Esse estudo, então, se baseia na amostragem de fragmentos de biomas de cerrado de Itirapina, SP - Brasil, quantificando e comparando suas diversidades quanto às floras arbórea e arbustiva. Esperamos que a contribuição dos fragmentos seja maior conforme o aumento de sua complexidade, considerando que fisionomias florestais

apresentam a maior complexidade e fisionomias savânicas apresentam menor complexidade.

MATERIAIS E MÉTODOS

Esse estudo foi realizado em cinco fragmentos de cerrado do município de Itirapina – São Paulo (SP): Graúna, Estrela, Braga, Valério e Vermelhão.

Situados em reservas de propriedades particulares Graúna e Estrela, apresentam fisionomia de cerrado *sensu stricto* e, portanto, possuem dominância de árvores de três a oito metros de altura com arbustos e vegetação herbácea. Braga, localizado na Estação Ecológica de Itirapina apresenta formação de campo sujo com predominância de vegetação herbácea, arbustos e árvores pequenas distribuídos em intervalos irregulares, e um campo cerrado em que há árvores maiores. Na Estação experimental encontram-se o Valério, de fisionomia transitória entre cerrado denso e cerradão e o Vermelhão, classificado como cerradão e mais próximos à fisionomia florestal por apresentar árvores com altura entre oito e 12 m, tendo cobertura por copa de 50% a 90% (Oliveira & Marquis 2002), reduzindo a incidência de luz nas camadas mais próximas ao solo.

Foram coletadas 2000 espécimes entre árvores, arbustos e palmeiras. A amostragem das áreas foi realizada por meio do método de ponto quadrante (Cottam & Curtis 1956 apud Moro & Martins 2011), sendo alocados, em cada área amostral 10 pontos equidistantes em 10 metros e distribuídos em 10 linhas de caminhada paralelas para cada fragmento.

Dois ramos de cada indivíduo foram retirados para a amostragem, sendo um deles para análise de 52 caracteres vegetativos e identificação das espécies e o outro prensado e transformado em exsicata para consultas posteriores.

Em cada quadrante, amostrou-se o indivíduo lenhoso mais próximo ao ponto com perímetro do tronco superior ou igual a 10 cm. Em campo, os indivíduos foram aferidos quanto ao perímetro do tronco à altura do peito (PAP) no fragmento Graúna,

perímetro à altura do solo (PAS) nos demais fragmentos e distância entre o ponto e a planta utilizando uma fita métrica. A altura da planta foi estimada pelo coletor; espessura do córtex, utilizando um medidor de casca: marca Soil Control, modelo: MCA – 100; porte do indivíduo, tipo de córtex, ornamentação, estado fenológico e látex no limbo. Apenas espécimes com perímetro do tronco acima ou igual a 10 cm foram coletadas. Unificamos todos os dados em uma tabela para análise quantitativa, descrevendo a estrutura fitossociológica (Anexo 1) das diferentes fisionomias amostradas.

A partir dos dados obtidos com a amostragem, calculamos alguns descritores analíticos para todas as espécies de todos os fragmentos (Anexo 1). Obtivemos a distância média das plantas (\bar{d}), que corresponde à distância média dos indivíduos ao centro do quadrante, e área média entre os indivíduos (\bar{A}), que indica a área média que cada planta ocupa, nesta ordem, a partir das fórmulas:

$$\bar{d} = \frac{\sum di}{N}$$

$$\bar{A} = (\bar{d})^2$$

em que di é a distância dos indivíduos até o centro do quadrante; N equivale ao número de plantas amostradas na comunidade.

A densidade absoluta total da comunidade (DA_t) e densidade absoluta de uma espécie (DA_e) indicam número de indivíduos por unidade de área e foram calculados, respectivamente, pelas fórmulas:

$$DA_t = \frac{10000}{\bar{A}}$$

$$DAe = \frac{n_e}{N} DAt$$

em que n_e é o número de indivíduos amostrados de uma espécie.

A densidade relativa (DRe) descreve a quantidade de indivíduos amostrados que são de uma mesma espécie, em porcentagem, e foi calculada com a fórmula

$$DRe = 100 \frac{n_e}{N}$$

A área basal da espécie (G_e) e a área basal dos indivíduos da espécie (G_{ie}) foram calculadas, na ordem, com as seguintes fórmulas:

$$G_{ie} = \frac{P^2}{4\pi}$$

$$G_e = \sum G_{ie}$$

sendo P o perímetro das plantas.

A frequência absoluta das espécies (FA_e) indica, em proporção, a quantidade de unidades amostrais que apresentaram uma determinada espécie em relação ao número total de unidade amostrais, e foi determinada pela fórmula:

$$FA_e = 100 \frac{P_e}{P_t}$$

em que P_e consiste no número de unidades amostrais nas quais uma determinada espécie ocorreu e P_t representa o número total de unidades amostrais utilizadas.

A frequência relativa da espécie (FR_e) corresponde à proporção da frequência absoluta total da comunidade que uma determinada espécie possui. Ela foi calculada na fórmula:

$$FR_e = 100 \frac{FA_e}{FA_t}$$

em que FA_t consiste na frequência absoluta de todas as espécies somada.

Calculamos a área amostrada (S) com a fórmula:

$$S = N \cdot \bar{A}$$

e a partir dela obtivemos o descritor dominância calculada da espécie (DoC_e) por meio da fórmula:

$$DoC_e = \frac{G_e}{\sum G_e} S$$

O descritor dominância relativa da espécie (DoR_e) indica, em proporção, o quanto que uma determinada espécie possui da área basal total da comunidade, e foi obtido pela(s) fórmula(s):

$$DoR_e = 100 \frac{DoC_e}{\sum DoA_e} \text{ ou } DoR_e = 100 \frac{G_e}{\sum G_e}$$

A dominância absoluta da espécie (DoA_e) ilustra a soma total das áreas basais de todos os indivíduos de uma mesma espécie obtidos com a amostragem e foi calculada pela fórmula:

$$DoA_e = \frac{10000 DoC_e}{S}$$

A Diversidade Ecológica foi calculada pelo índice de dominância de Simpson, que mede a probabilidade de dois indivíduos selecionados ao acaso na amostra, pertencerem à mesma espécie. Uma comunidade de espécies com maior diversidade terá uma menor dominância. Fórmula de índice de Simpson:

$$C = \sum \frac{(ne) \cdot (ne - 1)}{N(N - 1)}$$

Também foi calculado o índice de diversidade de usando Shannon-Weaver, que considera igual peso entre as espécies raras e abundantes. Quanto maior o valor desse índice, maior será a diversidade florística da população em estudo. Este índice expressa a riqueza e a uniformidade da comunidade. A fórmula do índice de Shannon-Weaver é:

$$H' = \left(\frac{\sum ne}{N} \times \ln \frac{ne}{N} \right)$$

A distintividade taxonômica, *delta mais*, verifica quão diversificada é a comunidade em relação à distância dos clados existentes, quanto maior o índice maior a distância taxonômica, logo maior a diversidade. Fórmula de distintividade taxonômica:

$$\Delta^+ = \frac{2(\sum \sum wij)}{m(m - 1)}$$

Onde m é o número de espécies e w , a distância atribuída a casa par (ij) de espécies.

RESULTADOS

A partir de cálculos realizados com o programa *R Studio*, obtivemos dados de descritores quantitativos e índices de biodiversidade relativos a árvores e arbustos de cinco fragmentos da região de Itirapina, São Paulo – Brasil (Anexo 2). Dentre os descritores quantitativos calculados para cada fragmento obtivemos a distância média, a densidade absoluta total, a área total amostrada, a área média, área basal, área basal · unidade⁻¹. Os índices de diversidade utilizados foram o índice taxonômico, o Índice de Simpson e o Índice de Shannon. Todo o script utilizado para os cálculos encontra-se no Anexo 3. Na Tabela 1 há uma variação em todos os índices quantitativos calculados, portanto, há uma fonte de dados em que podemos observar que o fragmento Estrela possui maior densidade de indivíduos por hectare em relação a todos os outros fragmentos; é possível também observar que o Valério possui indivíduos com área basal maior que todos os outros fragmentos.

Observamos na Tabela 2 que nem sempre o fragmento com maior índice corresponde ao mesmo fragmento em outro índice, por exemplo, o índice taxonômico demonstra o Graúna como o mais diversificado em relação à taxonomia, enquanto o índice de Shannon-Weaver nos dá o resultado de que o Vermelhão possui uma maior diversidade considerada a riqueza e a uniformidade dessas espécies.

DISCUSSÃO

Investigamos as contribuições de diferentes fisionomias de Cerrado para a diversidade regional de árvores e arbustos utilizando o índice de Shannon, que indica a diversidade a partir da riqueza e a equabilidade das áreas. Optamos pela escolha desse índice uma vez que ele leva em consideração tanto a riqueza quanto a uniformidade das espécies.

Pudemos observar que cada área contribuiu de forma diferente para a diversidade regional. Essa diferença é demonstrada pela Figura 1. Os tamanhos das barras indicam os diferentes graus de contribuição para a diversidade regional, sendo que os locais que mais contribuem possuem as maiores barras e as regiões que menos contribuem possuíam as menores barras. A última barra indica o máximo de diversidade possível, calculado a partir da junção de todas as espécies encontradas nas cinco áreas. As diferentes contribuições se aproximaram mais ou menos desse ideal, sendo este nosso parâmetro de comparação.

A contribuição diferencial não foi aleatória. Pudemos observar que as áreas com fisionomias mais complexas contribuíram mais para a diversidade local em quatro dos cinco fragmentos (Figura 2), como esperado. Utilizamos a palavra “complexidade” com o intuito de sintetizar diversas características das diferentes fisionomias, como disponibilidade de nutrientes no solo, incidência de luz sobre a flora rasteira, estacionalidade e ocorrência de fogo e, dessa forma, evidenciar o gradiente desses fatores entre as diferentes fisionomias. O fragmento Valério possui um valor muito abaixo do que esperado, uma vez que esperávamos que ele estivesse com um valor entre o fragmento Graúna e o Vermelhão. Uma possível explicação seria o baixo valor de distintividade taxonômica e alto valor de índice de Simpson, uma vez que o Valério possui o segundo menor valor para a distintividade e o maior para o índice de Simpson entre todos os fragmentos. Esses resultados demonstram que há uma baixa diversidade

em relação aos táxons encontrados no fragmento e também que a abundância das espécies é a menos uniforme em todos os fragmentos. Futuros estudos poderiam analisar mais profundamente o porquê desse valor na diversidade do fragmento do Valério, considerando outros fatores que poderiam estar influenciando.

Todas as demais áreas seguiram o padrão de contribuição esperado segundo suas fisionomias quando comparadas às demais: a área de cerradão contribuiu mais que as áreas de cerrado “s.s” e, finalmente a área de campo sujo. Interessante que as duas áreas com fisionomias classificadas como cerrada “s.s” obtiverem diversidade bem próximas entre si, fragmento Graúna 1.488 décites/indivíduo e o fragmento Estrela 1.461 décites/indivíduo⁻¹, demonstrando que fragmentos com fisionomias parecidas, possuem índice de diversidade de Sheannon-Weaver parecido.

Essa observação pode ser investigada por trabalhos futuros, principalmente no que diz respeito à influência de queimadas, fator que exerce grande força de seleção nos ambientes em que ocorre, e que se dá desigualmente entre as áreas de cerrado “s.s” – já que incêndios ocorrem na área Graúna anualmente e na área Estrela os incêndios não ocorrem há mais 30 anos. Além desse fator evidente, ainda poderiam ser realizados quaisquer estudos que investigassem os diferentes mecanismos por trás da sobrevivência diferencial dos indivíduos nessas duas áreas.

CONCLUSÃO

A diversidade calculada a partir do índice de Sheannon-Weaver em relação à arbustos e árvores acompanham os gradientes de formação florestal savânica.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos professores Fernando R. Martins, Flavio A. Maës dos Santos, Ingrid Koch pela orientação, pelos ensinamentos e auxílio tanto em campo quanto na identificação de espécies e análise dos caracteres. Aos pós-graduandos pelo trabalho conjunto de coleta, identificação das espécies e análise de caracteres morfológicos, além do conhecimento compartilhado. Ao Instituto Florestal pela hospedaria, recepção e disponibilidade; ao Seu Dito pelo transporte seguro e bem-humorado; às excepcionais cozinheiras Dona Izabel e Dona Maria pelas maravilhosas refeições e deliciosos bolos; à Universidade Estadual de Campinas, ao Instituto de Biologia e ao Departamento de Fisiologia Vegetal pelo investimento e pelo oferecimento da disciplina de Ecologia Vegetal no Campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Batalha MA. 2011. O cerrado não é um bioma. *In* *Biota Neotrop.*, vol. 11, no. 1.
- Castro AAJF, Martins FR. 1998. Cerrados do Brasil e do Nordeste: Caracterização, Área de Ocupação e Considerações sobre a sua Fitodiversidade. p. 259-270.
- Castro AAJF, Martins FR, Fernandes AG. 1998. The woody flora of cerrado vegetation in the state of Piauí, Northeastern Brazil. *EDINB. J. BOT.* p. 455-472.
- Moro MF, Martins FR. Métodos de levantamento do componente arbóreo – arbustivo. *In*: Felfili JM, et al. *Fitossociologia do Brasil: métodos e estudos de casos*. 1 ed. Viçosa: UFV, 2011.
- Oliveira-Filho, AT, Ratter JA. 2002. *In* *The cerrados of Brazil. Ecology and natural history of a Neotropical savanna.*
- Oliveira PS, Marquis RJ. 2002. *In* *The cerrados of Brazil. Ecology and natural history of a Neotropical savanna.*
- Cavalcanti RB, Joly CA. 2002. *In* *The cerrados of Brazil. Ecology and natural history of a Neotropical savanna.*
- R v.3.2.1. R Development Core Team, 2015.
- Soares CJRS. 1989. Padrões de diversidade do componente arbustivo-arbóreo em diferentes escalas espaciais em fragmentos de Cerrado. Campinas, São Paulo.
- IBGE. 2012. Manual técnico de vegetação brasileira. 2 ed.

Tabelas

Tabela 1. Descritores quantitativos.

Fragmento	Distância Média (cm)	Densidade total (n° indivíduos · hectare ⁻¹)	Total de área amostrada (m ²)	Área Média (m ²)	Área basal (m ²)	Área Basal (m ² · hectare ⁻¹)
Ecológica	6.147	264.598	15117.233	37.793	1.502	9.9 · 10 ⁻⁵
Estrela	4.745	444.074	9007.5074	22.518	1.447	1.6 · 10 ⁻⁵
Graúna	6.767	218.327	18275.281	45.802	3.314	1.8 · 10 ⁻⁵
Valério	6.652	225.927	17704.798	44.261	3.775	2.1 · 10 ⁻⁵
Vermelhão	5.601	318.658	12552.607	31.381	2.397	1.9 · 10 ⁻⁵

Tabela 2: Índices de diversidade.

Fragmento	Índice taxonômico	Índice de Simpson	Índice de Shannon (décites · indivíduos ⁻¹)	Shannon (décites · indivíduos ⁻¹)
Ecológica	2.808	6.8 · 10 ⁻²	1.346	
Estrela	2.840	4.8 · 10 ⁻²	1.461	
Graúna	2.869	4.0 · 10 ⁻²	1.488	1.782
Valério	2.809	7.2 · 10 ⁻²	1.343	
Vermelhão	2.850	5.4 · 10 ⁻²	1.516	

Figuras

Figura 1: Índice de Shannon-Weaver de cada fragmento em relação à diversidade regional.

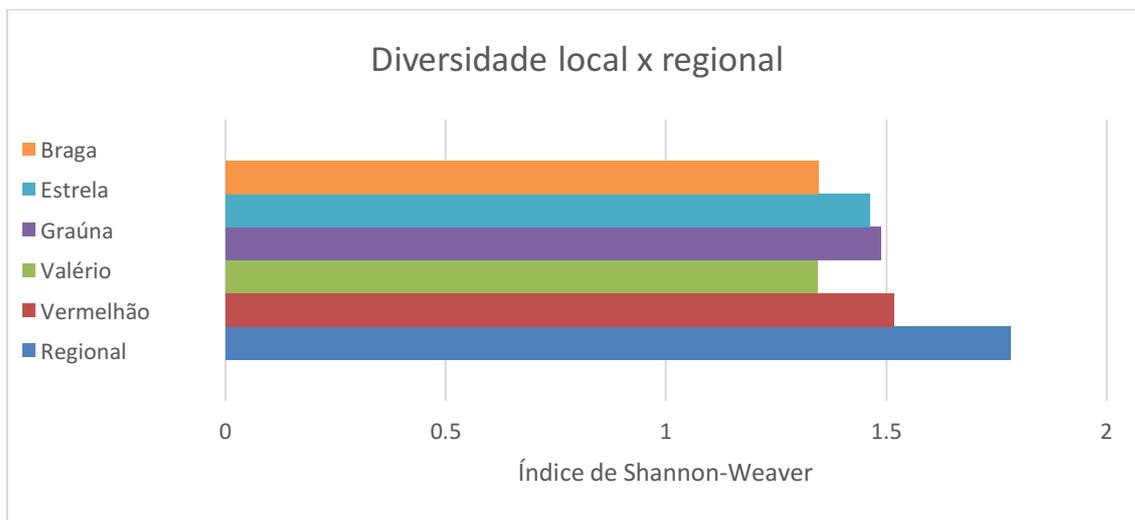


Figura 2: Índice de Shannon-Weaver

