

**Análise de diversidade  $\alpha$  e  $\beta$  em seis fragmentos no Cerrado de Itirapina/SP**

ANA GABRIELA FARACO<sup>1</sup>, EDER DASDORIANO PORFIRIO JUNIOR<sup>2</sup>, TÂNIA MARIA DE MOURA<sup>1</sup>, VANESSA PESSANHA TUNHOLI<sup>3</sup> & VIVIAN ALMEIDA ASSUNÇÃO<sup>4</sup>

**RESUMO** - (Análise de diversidade  $\alpha$  e  $\beta$  em seis fragmentos no Cerrado de Itirapina/SP). O Cerrado apresenta uma grande riqueza florística e um alto índice de endemismos. Apesar disso, a ação antrópica vem levando a fragmentação de áreas nativas e a degradação da vegetação, comprometendo a manutenção da sua flora remanescente. No município de Itirapina, SP, avaliamos seis fragmentos de diferentes fisionomias de Cerrado com o objetivo de verificar a diversidade alfa e beta de indivíduos arbóreos, arbustivos e palmeiras com perímetro a altura do solo maior ou igual a nove centímetros, além de avaliarmos a relação entre distância e similaridade florística entre áreas. Utilizamos o método de ponto quadrante, em 10 transectos em cada área totalizando 600 pontos, sendo que desconsideramos quatro pontos. Encontramos 43 famílias e 137 espécies. O fragmento de cerrado denso, Pedregulho, apresentou o maior número de espécies ( $n=70$ ) e índice de diversidade ( $H'= 3,608 \text{ nats.ind}^{-1}$ ), incluindo espécies exóticas de *Pinus elliotti* e *Rhus succedanea* sp. A Estação Ecológica, que apresenta fisionomia de cerrado aberto, obteve o menor valor de diversidade ( $H'= 2,94 \text{ nats.ind}^{-1}$ ) e número de espécies ( $n=40$ ). Não encontramos relação entre a distância dos fragmentos e a similaridade florística entre eles ( $r^2 = 10,57\%$ ,  $p = 0,20$ ). Os elevados valores de diversidade beta encontrados evidenciam que o Cerrado de Itirapina é diverso, o que implica na necessidade de conservação dos fragmentos a fim de garantir manutenção desta flora.

Palavras-chave - Conservação, fragmentação, heterogeneidade florística.

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Campinas, Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Instituto de Biologia, CP 6109, 13083-970, Campinas, SP. [anafaraco@yahoo.com.br](mailto:anafaraco@yahoo.com.br), [tmourabr@yahoo.com.br](mailto:tmourabr@yahoo.com.br)

<sup>2</sup> Universidade Federal de Goiás, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Evolução, Instituto de Ciências Biológicas, Goiânia, GO. [ederdpjunior@gmail.com](mailto:ederdpjunior@gmail.com)

<sup>3</sup> Universidade de Brasília, Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Ecologia, CP 4457, 7099-970, Brasília, DF. [vanessa.tunholi@gmail.com](mailto:vanessa.tunholi@gmail.com)

<sup>4</sup> Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Departamento de Biologia, Campo Grande, MS. [vivian.bios@gmail.com](mailto:vivian.bios@gmail.com)

### Introdução

O Cerrado é o segundo maior domínio morfoclimático do Brasil (Rodrigues 2005), é reconhecido pelo seu alto índice de endemismos, pela sua diversidade florística e estrutural (desde formações campestres até florestais) ao longo de toda a sua província e se distingue em decorrência das diferenças de solo e relevo (Ratter *et al.* 1997, Furley 1999). Análises multivariadas têm revelado um padrão de mosaico para a diversidade florística do cerrado (Ratter & Dargie 1992 *apud* Felfili & Felfili 2001).

De acordo com Felfili & Felfili (2001) a diversidade alfa no cerrado sentido restrito é considerada alta (em torno de 3,0 a 3,5 nats.indivíduo<sup>-1</sup>.ha<sup>-1</sup>). A diversidade beta é, em geral, elevada quando utilizados índices que levam em conta presença e ausência de espécie, mas decresce quando são utilizados índices quantitativos podendo atingir valores baixos (Felfili & Felfili 2001).

Dentre as áreas de Cerrado, as localizadas no estado de São Paulo fazem parte das que estão sob maior ameaça. De acordo com Martins (comunicação pessoal), inicialmente esse tipo de vegetação em São Paulo consistia em 20% do estado e atualmente representa menos de 1% da área. Segundo Myers *et al.* (2000), o Cerrado é considerado um dos 25 hotspots mundiais, domínio que deve ser conservado por apresentar muitas espécies endêmicas, e estas estarem sob ameaça de extinção.

Uns dos poucos remanescentes de Cerrado em São Paulo estão localizados em áreas como a Estação experimental e ecológica de Itirapina além de algumas áreas particulares que abriga fragmentos de Cerrado pertencentes a diferentes fisionomias, isolados entre os talhões de *Pinus sp.* e *Eucalyptus sp.*

Quanto mais fisionomicamente heterogêneo um ambiente, espera-se que seja encontrada maior diversidade de espécies (Ferreira *et al.*, 2009 *apud* Oliveira-Filho & Ratter 2002). Acredita-se que nos fragmentos de Cerrado em Itirapina/SP, haja maior diversidade entre fragmentos que dentro desses. Sendo assim, o presente trabalho teve por objetivo verificar testar a hipótese de que a diversidade beta é maior que a diversidade alfa em seis fragmentos de Cerrado em Itirapina.

### Material e métodos

Área de estudo - O estudo foi conduzido em seis áreas de Cerrado no município de Itirapina-SP (22°15' S; 47°49' W), sendo três no Instituto Florestal (Valério, Pedregulho e Estação Ecológica) e três em propriedades particulares. De acordo com a classificação de Ribeiro & Walter (1998) as fisionomias encontradas no presente estudo compreendem: campo sujo (Estação Ecológica), cerrado sentido restrito (Graúna e Estrela), cerrado denso (Valério e Botelho) e cerradão (Pedregulho) (figura 1).

O clima da região é caracterizado como Cwa de Köppen (tropical de altitude com inverno seco e verão quente e chuvoso), com precipitação anual média de 1425 mm (Giannotti 1988). A altitude média é de 760m, e a temperatura média anual é de 19,7 °C (Delgado 1994).

De acordo com o sistema de classificação de solos da EMBRAPA (1999), o solo é do tipo Neossolo Quartazarênico nas áreas de Estação Ecológica, Graúna, Estrela, Valério e Botelho e Latossolo Vermelho em Pedregulho.

Coleta de dados - Os dados foram coletados através do método de ponto quadrante (Cottam & Curtis 1956). Em cada fragmento estabelecemos 10 transectos, com 10 pontos cada, distando 10 m entre si, sendo que destes, desconsideramos quatro pontos. Dividimos cada ponto em quadrantes onde foi amostrada a planta (árvore, arbusto ou palmeira) mais próxima ao centro, com PAS (Perímetro do caule à altura do solo) igual ou maior que nove centímetros, totalizando 400 indivíduos amostrados por fragmento (exceto Estação ecológica, onde amostramos 396 e Pedregulho, 388) e 2.384 no total. Coletamos o material botânico, identificamos e herborizamos.

Análise de dados - Estimamos o índice de Shannon (Magurran, 2004) para descrever a diversidade florística de cada fragmento (diversidade  $\alpha$ ). Este é um índice não paramétrico que mede a diversidade de espécies com base no número e na abundância relativa das espécies (Felfili & Resende 2003).

Calculamos o índice de diversidade  $\beta$ , que mede a diversidade entre os fragmentos, segundo o coeficiente de Whittaker (1975). Segundo Magurran (2004), os valores deste índice variam entre 1 (similaridade completa) e 2 (sem relação na composição das

espécies). Realizamos uma análise de agrupamento UPGMA, utilizando o índice de Jaccard, com base em estimativas obtidas por meio do programa MVSP versão 3.13.

Relacionamos as distâncias geográficas entre pares de fragmentos com as estimativas da similaridade florística entre as áreas usando uma análise de regressão linear no programa BIOSTAT, versão 4.0.

### Resultados

Avaliamos 2384 indivíduos e encontramos 137 espécies para o conjunto de áreas, pertencentes a 47 famílias. Encontramos duas espécies exóticas no fragmento de Pedregulho: *Pinus elliotti* e *Rhus succedanea*. A área que apresentou maior número de espécies e índice de diversidade foi Pedregulho ( $n=70$ ) e a que apresentou menor número de espécies e diversidade foi a Estação Ecológica ( $n=41$ ; tabela 1). Em relação às similaridades entre as seis áreas, observamos a formação de quatro grupos florísticos distintos (figura 2).

Não encontramos relação entre a distância geográfica e a similaridade florística entre os fragmentos ( $r^2 = 10,57\%$ ;  $p = 0,241$ ; figura 3). Os valores de diversidade beta variaram entre 29% e 85% (tabela 3).

### Discussão

A distinção entre quatro grupos florísticos evidencia o fato de que mesmo os fragmentos com as fisionomias similares apresentaram composições florísticas diferenciadas, de modo que tal fato já havia sido citado por Durigan *et al.* (2002) para áreas do Cerrado do estado de São Paulo. A distribuição da vegetação do Cerrado em manchas, influenciada por fatores edáficos e ações antrópicas (Salomão *et al.* 2006), pode explicar a ausência de relação das distâncias entre os fragmentos e a similaridade florística. Neste sentido, a composição florística das fisionomias do Cerrado apresentadas neste estudo, não seria determinada pela distância geográfica.

O fragmento Pedregulho apresenta uma composição florística particular, provavelmente determinada pelo fato de apresentar Latossolo Vermelho (Salomão *et al.* 2006), um tipo de solo que apresenta um diferencial de fertilidade relativo a outros solos como o Neossolo Quartzarênico (Gomes *et al.* 2004), presente nas demais áreas. Outro possível fator responsável pela alta diversidade da área foi a ocorrência de

espécies exclusivas e características de florestas estacionais, mata ciliar e cerrado como: *Calophyllum brasiliensis*, *Copaifera langsdorffii*, *Cupania vernalis*, *Faramea cyanea*, *Gomidesia lindeniana*, *Lacistema hasslerianum*, *Matayba elaeagnoides*, *Miconia ligustroides*, *Ormosia arborea*, *Prunus myrtifolia*, *Styrax camporum*, *Tapirira guianensis* e *Virola sebifera* (Durigan *et al.* 2004, Pinheiro & Monteiro 2006, Silva-Junior & Silva Pereira 2009).

A presença de espécies invasoras amostradas no fragmento de Pedregulho pode comprometer a sobrevivência da vegetação, já que essas espécies se estabelecem facilmente e competem com as espécies nativas. A pressão exercida sobre os fragmentos remanescentes de cerrado, principalmente por monoculturas, pode acelerar o processo de perda de biodiversidade. Segundo Primack & Rodrigues (2001) a fragmentação do habitat aumenta a vulnerabilidade dos fragmentos à invasão de espécies exóticas e nativas ruderais.

No presente estudo, o índice de diversidade variou entre 2,973 nats.ind<sup>-1</sup> (Estação Ecológica) e 3,608 nats.ind<sup>-1</sup> (Pedregulho), o que corrobora com a hipótese de que os fragmentos de Cerrado de Itirapina possuem uma elevada diversidade, como o encontrado por Andrade *et al.* (2002) em ambiente de cerrado denso conservado em Brasília (3,53 nats.ind<sup>-1</sup>). Essas áreas remanescentes devem ser conservadas, pois a intensidade de perturbação pode influenciar na diversidade, como relatado por Carvalho & Marques-Alves (2008), que em área de cerrado sentido restrito influenciada por ação antrópica (construções civis e pastagens) em Anápolis (GO), encontraram baixa diversidade ( $H' = 1,35$  nats.ind<sup>-1</sup>).

A diversidade  $\beta$  foi maior entre Estação Ecológica e Pedregulho (0,85), que apresentaram apenas oito espécies em comum (*Atallea geraensis*, *Bauhinia rufa*, *Byrsonima intermedia*, *Casearia sylvestris*, *Dalbergia miscolobium*, *Eriotheca gracilipes*, *Gochnatia pulchra*, *Qualea grandiflora*). Dessas espécies *Atallea geraensis*, *Dalbergia miscolobium* e *Eriotheca gracilipes* ocorreram em todas as áreas, indicando serem espécies generalistas. As áreas que apresentaram menor diversidade  $\beta$  foram Estrela e Graúna (0,29), com 35 espécies em comum, sendo que ambas apresentam

fisionomias abertas e segundo Felfili & Felfili (2001), a baixa diversidade beta indica uma similaridade elevada entre as áreas.

Com isso, conclui-se que o Cerrado de Itirapina pode ser dividido em quatro grupos fisionômicos de acordo com a análise de agrupamento realizada, considerando a presença e a densidade das espécies. A diversidade  $\beta$  encontrada neste trabalho sugere uma elevada heterogeneidade florística e a necessidade de criação de unidades de conservação nesta área, de modo a abranger a variabilidade da flora. Análises mais refinadas, que incluam dados ambientais detalhados de todas as localidades amostradas, são necessárias para a melhor compreensão de aspectos relacionados à diversidade biológica do Cerrado.

#### Referências bibliográficas

- ANDRADE, L.A.Z., FELFILI, J.M., VIOLATTI, L. 2002. Fitossociologia de uma área de cerrado denso na RECOR-IBGE, Brasília-DF. *Acta botanica brasílica* 16: 225-240.
- CARVALHO, R.C. & MARQUES-ALVES, S. 2008. Diversidade e índice sucessional de uma vegetação de cerrado *sensu stricto* na Universidade Estadual de Goiás-UEG, *campus* de Anápolis. *Revista Árvore*, 32: 81-90.
- COTTAM, G. & CURTIS, J.T. 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology* 37: 451-460.
- DELGADO, J.M. 2004. Plano de manejo integrado das unidades de Itirapina-SP. Instituto Florestal Série Registros, SP.
- DURIGAN, G., BAITELLO, J.B., FRANCO, G.A.D.C. & SIQUEIRA, M.F. DE. 2004. Plantas do Cerrado Paulista: Imagens de uma paisagem ameaçada. São Paulo, SP.
- DURIGAN, G., NISHIKAWA, D.L.L., ROCHA, E., SILVEIRA, E.R., PULITANO, F.M., REGALADO, L.B., CARVALHAES, M.A., PARANAGUA, P.A. & RANIERI, V.E.L. 2002. Caracterização de dois estratos da vegetação em uma área de cerrado no município de Brotas, SP, Brasil. *Acta Botanica Brasílica* 16: 251-262.
- EMBRAPA 1999. Sistema brasileiro de classificação de solos. EMBRAPA, Brasília.
- FELFILI, M.C. & FELFILI, J.M. 2001. Diversidade alfa e beta no cerrado *sensu stricto* da Chapada Pratinha, Brasil. *Acta botanica brasílica*. 15: 243-254.
- FELFILI, J.M. & REZENDE, R.P. 2003. Conceitos e métodos em fitossociologia. Comunicações técnicas florestais, UnB, Brasília v.5.
- FURLEY, P.A. 1999. The nature and diversity of neotropical savanna vegetation with particular reference to the Brazilian cerrados. *Global Ecology and Biogeography* 8: 223-241.
- GIANNOTTI, E. 1988. Composição florística e estrutura fitossociológica da vegetação de cerrado e de transição entre cerrado e mata ciliar na Estação Experimental de Itirapina (SP). Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- GOMES, J.B.V., CURI, N., MOTTA, P.E.F., KER, J.C., MARQUES, J.J.G.S.M. & SCHULZE, D. G. 2004. Análise de componentes principais de atributos físicos, químicos e mineralógicos de solos do bioma Cerrado. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, 28:137-153.
- MAGURRAN, A.E. 2004. Measuring biological diversity. Malden: Blackwell Publishing.
- MYERS, N., MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G., DA FONSECA, G.A.B. & KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities, *Nature* 403: 853-858.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T. & RATTER, J.A. 2002. OLIVEIRA-FILHO, A.T. & RATTER, J.A. 2002. Vegetation physiognomies and woody flora of the cerrado biome. In: *The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna* (P.S. Oliveira & R.J. Marquis). Columbia University Press, New York.
- PINHEIRO, M.H.O & MONTEIRO, F.R. 2006. Contribution of forest species to the floristic composition of a forested savanna in southeastern Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 49: 763-774.
- PRIMACK, R.B., RODRIGUES, E. 2001. *Biologia da Conservação*. Londrina.
- RATTER, J.A., RIBEIRO, J.F. & BRIDGEWATER, S. 1997. The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Annals of Botany* 80: 223-230.
- RIBEIRO, J.F. & WALTER, B.M.T. 1998. Fitofisionomias do bioma cerrado. In: *Cerrado: ambiente e flora* (S.M. Sano & S.P. Almeida, eds.) Planaltina: EMBRAPA. p. 89-152.

- RODRIGUES, M.T. 2005. A biodiversidade dos cerrados: conhecimento atual e perspectivas, com uma hipótese sobre o papel das matas galerias na troca faunística durante ciclos climáticos. *In* Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação (A. Scariot, J.C. Sousa-Silva & J.M. Felfili, orgs.). MMA, Brasília, p. 235-246.
- SALOMÃO, A.T., AOKI, C., PEREIRA, S.R & MATOS, W.H. 2006. Distância geográfica e composição florística de fragmentos de cerrado em Itirapina – SP. *In* Relatórios da disciplina NE211 – PPG – Ecologia, IB, UNICAMP (F.A.M. Santos, F.R. Martins & J.Y. Tamashiro, orgs.) p. 36-46.
- SILVA JUNIOR, M.C. & PEREIRA, B.A.S. 2009. Mais 100 árvores do Cerrado e Matas de Galeria: guia de campo. Ed. Rede de Sementes do Cerrado, Brasília.
- WHITTAKER, R.H. 1995. Communities and ecosystems. 2.ed. New York: Macmillan.



Figura 1. Imagem de satélite do município de Itirapina indicando os fragmentos estudados. Estação Ecológica (22°13'14,0"S; 47°54'33,0"W), Grauna (22°15'55,2"S; 47°47'55,2"W) e Estrela (22°12'03,0"S; 47°48'36,0"), Valério (22°15'55,2"S; 47°51'12,0"W) e Botelho (22°10'36,0"S; 47°52'55,2"W) e Pedregulho (22°13'03,0"S; 47°51'12,0"W).

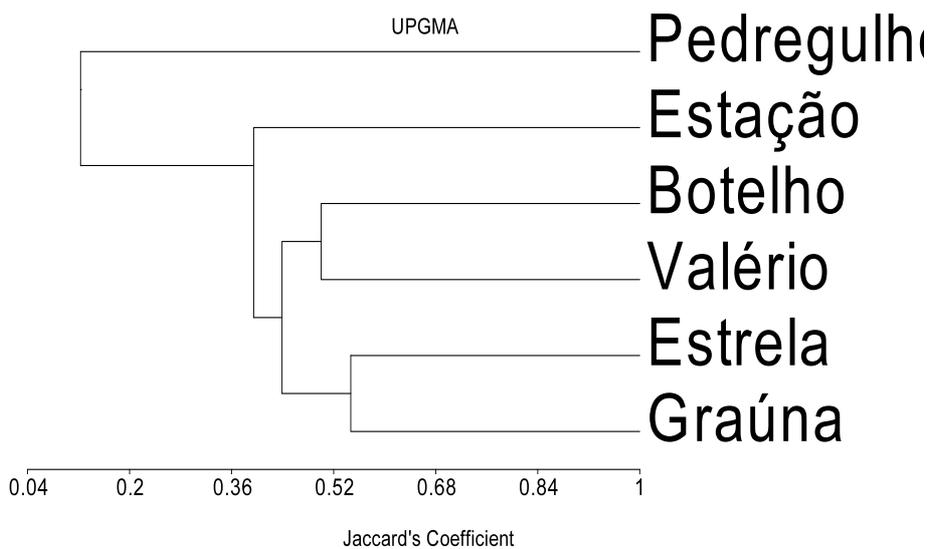


Figura 2. Grupos florísticos encontrados para as seis áreas de Cerrado no município de Itirapina-SP.

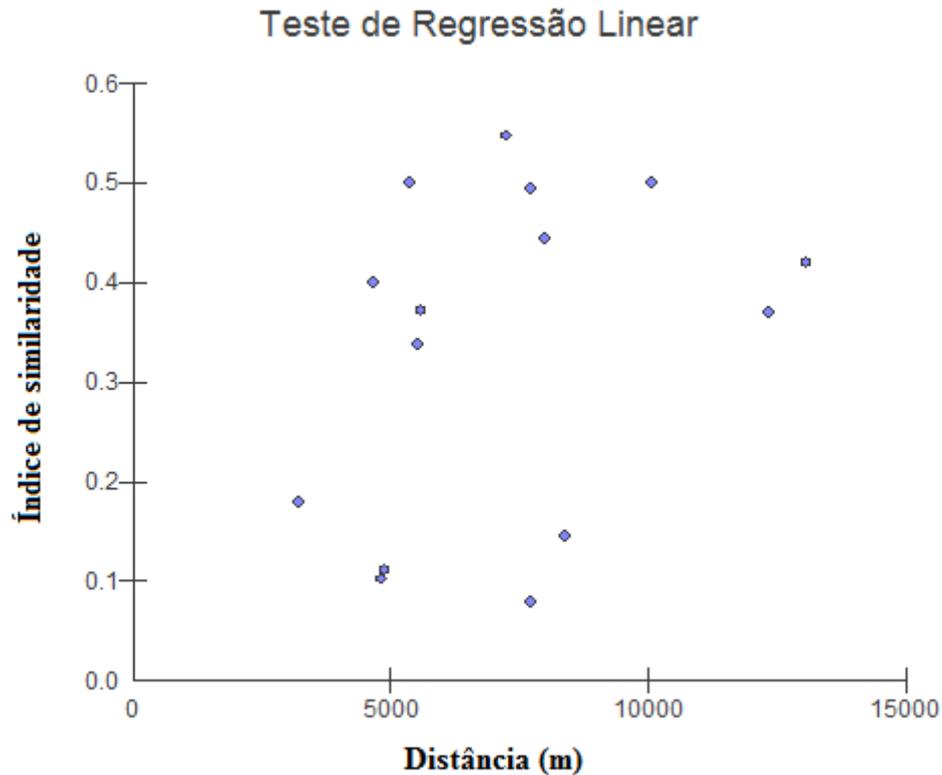


Figura 3. Regressão entre matrizes de similaridade e distância geográfica entre as seis áreas estudadas ( $r = 1,501$ ,  $P = 0,241$ ).

Tabela 1. Valores do Índice de Shannon ( $H'$ ) para os seis fragmentos amostrados e número de espécies por área ( $\text{nats.ind}^{-1}$ ).

Área	Índice de Shannon ( $H'$ )	$n$
Graúna	3,480	49
Valério	3,017	55
Botelho	3,266	56
Estrela	3,235	50
Estação ecológica	2,973	40
Pedregulho	3,608	70

Tabela 2. Valores de similaridade (índice de Jaccard) entre seis fragmentos no município de Itirapina em São Paulo.

Áreas	Graúna	Valério	Botelho	Estrela	Estação	Pedregulho
Graúna	1,000					
Valério	0,444	1,000				
Botelho	0,419	0,500	1,000			
Estrela	0,547	0,400	0,493	1,000		
Estação	0,369	0,338	0,371	0,500	1,000	
Pedregulho	0,102	0,179	0,145	0,111	0,078	1,000

Tabela 3. Índice de diversidade beta (Whittaker) em porcentagem dos seis fragmentos de Cerrado no município de Itirapina, São Paulo.

	Graúna	Valério	Botelho	Estrela	Estação	Pedregulho
Graúna						
Valério	38,46					
Botelho	40,95	33,33				
Estrela	29,29	42,86	33,96			
Estação	46,07	49,47	45,83	33,33		
Pedregulho	81,51	69,60	74,60	80,00	85,45	