

# ECOLOGIA DE CAMPO – CERRADO

Docentes:

Fernando Roberto Martins

Flavio Antonio Maës dos Santos

Rafael Silva Oliveira

Sandra Maria Carmello Guerreiro

Simone Aparecida Vieira



2013

**Chave de identificação de espécies  
arbóreo-arbustivas e palmeiras dos cerrados de Itirapina, SP**

ALINE LUISA MANSUR<sup>1</sup>, ANDRÉ MOURO<sup>1</sup>, ÉLLEN AMARAL SILVA<sup>1</sup>, JULIANA  
FERRARI DE ALMEIRA NOGUEIRA<sup>1</sup>, MARIANNE AZEVEDO<sup>1</sup>, NATANE SIBON<sup>1-2</sup>, PETRA  
FERRONATO GOMES DE ABREU<sup>1</sup>, THÁLES AUGUSTO PEREIRA<sup>1</sup>, VEREDIANA DE  
ABREU<sup>1</sup>

**Chave De Identificação Da Flora Dos Cerrados**

<sup>1</sup> Curso de Graduação em Ciências Biológicas, Instituto de Biologia, Rua Monteiro Lobato 255,  
Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 13083-862, Campinas, SP

<sup>2</sup> Autor para correspondência: [natane.sibon@gmail.com](mailto:natane.sibon@gmail.com)

**RESUMO** - (Chave de identificação de espécies arbóreo-arbustivas e palmeiras dos cerrados de Itirapina, SP). A província dos cerrados é a segunda maior formação vegetal brasileira, localiza-se quase totalmente no Planalto Central, ocorrendo também em pequenas extensões em outras regiões como Nordeste, Sudeste, Norte e Sul. Os cerrados apresentam alta biodiversidade de espécies arbóreas e arbustivas. O município de Itirapina, estado de São Paulo, possui fragmentos de cerrado com diferentes fitofisionomias, como cerradão, cerrado denso, cerrado típico e cerrado ralo. Nosso objetivo foi elaborar uma chave dicotômica utilizando caracteres vegetativos da flora local. Para sua elaboração amostramos com o método de quadrantes 1600 indivíduos (árvores, arbustos e palmeiras) com perímetro do caule no nível do solo a partir de 10 cm em cinco fragmentos de cerrado. Identificamos 131 espécies e 43 famílias, apresentando Myrtaceae, Fabaceae e Annonaceae os maiores números de espécies. Incorporamos à nossa chave caracteres que podem ser observados nos ramos coletados e nas exsicatas, com exceção da presença ou ausência de látex. Como nosso trabalho se limitou a esses cinco fragmentos de cerrados, esperamos que ela seja mais eficiente na identificação das espécies que ocorrem na região e nas proximidades, podendo não ser apropriada para cerrados distantes de Itirapina.

Palavras chaves - características vegetativas, chave dicotômica, fitofisionomia, tipos de cerrados.

## Introdução

A província do cerrado encontra-se quase totalmente dentro do território brasileiro, cobrindo de 20 a 25% da área do país (Gianotti & Leitão Filho 1992). Sua área contínua abrange diversos estados das regiões Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste, além de apresentar também áreas disjuntas no Norte e Sul do país (Eiten 1994). Os cerrados ocorrem em diferentes solos e relevos e apresentam diferentes fisionomias, com uma progressiva redução da densidade arbórea: cerradão, árvores altas e maior densidade; cerrado denso, fisionomia mais aberta e árvores mais baixas; cerrado típico, esparsas árvores baixas e arbustos; cerrado ralo, arbustos esparsos; campo sujo, predomínio de gramíneas e árvores e arbustos isolados; e campo limpo, com apenas gramíneas em solos mais distróficos. Essas fisionomias ocorrem em condições de clima quente, semiúmido e sazonal, com verão chuvoso e inverno seco (Machado *et al.* 2005), predominância de solos profundos, bem drenados, ácidos, com altos teores de alumínio e baixos teores de matéria orgânica (Coutinho 2002). No estado de São Paulo, não se encontram todas as fitofisionomias dos cerrados (Durigan *et al.* 2004). No entanto, o município de Itirapina apresenta remanescentes de algumas dessas fisionomias, como: cerrado típico, cerrado denso, cerradão, e cerrado ralo.

Os cerrados apresentam alta biodiversidade, possuindo um grande número de espécies vegetais endêmicas, sendo aproximadamente 60% dessas espécies de porte arbóreo e 30%, arbustivo (Castro *et al.* 1999). A fim de qualificar essa biodiversidade métodos de identificação são importantes. Neste contexto, nosso objetivo foi elaborar uma chave dicotômica de identificação de espécies arbóreo-arbustivas e palmeiras das fitofisionomias dos cerrados de Itirapina. Para isso, baseamo-nos em caracteres vegetativos, uma vez que caracteres reprodutivos nem sempre estão disponíveis para observação ou são de difícil visualização (Braz *et al.* 2004).

## **Material e Métodos**

Área de estudo - A coleta foi feita no município de Itirapina, estado de São Paulo, nos seguintes fragmentos: Graúna, (22° 15'S e 47° 47' W, cerrado típico); Valério (22° 15' S e 47° 51' W, cerrado denso); Estrela (22° 12' e 47°48', cerrado típico); Estação Ecológica (22° 11' S 77° 51' W, cerrado ralo); e Pedregulho (22° 14' 22.9''S e 47° 50' 3.4''W, cerradão). O clima da região é Cwa de Köppen, com chuvas no verão e seca no inverno (Miranda-Melo *et al.* 2007). O solo mais extenso é o Neossolo Quartzarênico, muito permeável e de baixo potencial nutricional (Prado 1997).

Coleta de dados - Utilizamos o método de quadrantes para amostrar plantas com perímetro do caule à altura do solo (PAS) igual ou maior que dez centímetros. Coletamos dois ramos de cada indivíduo, sendo um herborizado para futuras consultas.

Elaboração da chave de identificação - Com a ajuda de especialistas, identificamos os indivíduos em nível de binômio e analisamos setenta caracteres vegetativos (Material Suplementar 1). Hierarquizamos os caracteres dos mais abrangentes aos mais específicos e escolhemos os que possuíam estados mais contrastantes entre si e de fácil observação para as entradas da chave. Após a elaboração da chave, revisamos a ficha de caracteres (ficha de laboratório) a fim de excluir aqueles irrelevantes na identificação das espécies (Material Suplementar 2).

## Resultados

Coletamos cerca de 1600 indivíduos, pertencentes a 43 famílias e 131 espécies (ANEXO 1). As famílias com maior número de espécies coletadas foram Myrtaceae, com 14 espécies, seguida de Fabaceae, com 13; Annonaceae, com 9 e Rubiaceae, Melastomataceae e Malpighiaceae, com 8. Entretanto, as famílias com maior número de indivíduos coletados foram Fabaceae, com 158, Arecaceae, com 153 e Annonaceae, com 121. Apenas as espécies *Attalea geraensis* e *Myrsine guianensis* foram comuns aos cinco fragmentos. Além disso, o fragmento do Pedregulho foi o que apresentou o maior número de espécies exclusivas, um total de 37. Espécies invasoras e hemiparasitas, eventualmente coletadas, não foram consideradas em nossa chave de identificação (ANEXO 2), assim como indivíduos não identificados.

A fim de auxiliar trabalhos futuros, elaboramos um glossário (Material Suplementar 3), um protocolo de campo (Material Suplementar 4), uma ficha de laboratório, com os caracteres vegetativos relevantes para a identificação das espécies (Material Suplementar 2), e uma ficha de campo (Material Suplementar 5). Observamos que, dentre os 70 caracteres analisados, ao menos 15 apresentaram diferenças intraespecíficas, sendo porte, cor de lenho, cor e tipo de córtex os que mais causaram problemas de identificação. Caracteres subjetivos, como por exemplo, cor de córtex e lenho, podem gerar maiores divergências nos dados. Esses caracteres subjetivos foram de menor importância na construção da chave, sendo retirados da ficha de caracteres (Material Suplementar 2). Dessa forma, excluíram-se 11 caracteres de nossas análises. Por outro lado, alguns caracteres foram unidos e outros foram adicionados para que houvesse melhor organização e identificação mais confiável dos dados.

## Discussão

As variações intraespecíficas de caracteres vegetativos, como plasticidade fenotípica, estágio de desenvolvimento dos ramos (ramos jovens ou brotos com características diferentes dos ramos adultos; Mantovani *et al.* 2005), dificultaram a elaboração da chave. Também dificultaram a elaboração da chave a subjetividade da análise de caracteres de diferentes coletores, o que justificou a elaboração de um material de apoio para auxiliar na padronização dos dados. Evitamos o uso de caracteres subjetivos na elaboração da chave, como odores e cores de córtex e lenho. Incorporamos à chave caracteres que podem ser observados nos ramos coletados e nas exsicatas, com exceção da presença ou ausência de látex.

Para a utilização da chave proposta, é necessário que a amostra tenha um conjunto mínimo de informações presentes num ramo desenvolvido. Alguns caracteres devem ser observados somente no campo, como tipo e ornamentação de córtex e látex no limbo.

Como nosso trabalho se limitou a cinco fragmentos de cerrados em Itirapina, esperamos que a chave seja mais eficiente na identificação das espécies que ocorrem na região e nas proximidades, podendo não ser satisfatória para áreas de cerrado distantes de Itirapina. Isso deve-se à variação da composição florística nos cerrados brasileiros (Coutinho 1978, Ratter *et al.* 2003), bem como à plasticidade fenotípica de algumas espécies, que podem apresentar caracteres distintos em regiões diferentes (Bradshaw 1965).

## Referências

- BRADSHAW, A.D. 1965. Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants. In *Advances in Genetics* (E.M. Caspary & J.M. Thoday, eds.). Academic Press, New York. p.115-155.
- BRAZ, D M; MOURA, V L P; ROSA, M M T. 2004. Chave de identificação para as espécies de dicotiledôneas arbóreas da Reserva Biológica do Tinguá, RJ, com base em caracteres vegetativos. *Acta bot. Bras.* 18(2): 225-240.
- CASTRO, A.A.J.F., MARTINS, F.R., TAMASHIRO, J.Y. & SHEPHERD, G.J. 1999. How rich is flora of Brazilian cerrados? *Annals of Missouri Botanical Garden* 86:192-224.
- COUTINHO, L. M. 1978. O conceito do cerrado. *Revista Brasileira de Botânica.* 1:17-24.
- COUTINHO, L.M. 2002. O bioma do cerrado. In *Eugen Warming e o cerrado brasileiro: um século depois* (A.L. Klein, ed.). Editora da Unesp, São Paulo, p.77-91.
- DURIGAN, G.; RATTER, J. A; BRIDGEWATER, S.; SIQUEIRA, M. F.; FRANCO, G. A. D. C. 2004 Padrões fitogeográficos do cerrado paulista sob uma perspectiva regional. *Hoehnea* 30(1): 39-51, 1 tab., 4 fig.
- EITEN, G.A. A vegetação do Cerrado. In: PINTO, M.N. (org) 1990. *Cerrado: Caracterização, ocupação e perspectivas.* 2.ed. Brasília: UNB, SEMATEC, 994.9-65p.
- GIANOTTI, E., LEITÃO-FILHO, H F. Composição florística do cerrado da estação experimental de Itirapina (SP). *Anais 8ª Congr. SBSP:* 21-25, 1992.
- MACHADO, S. R.; BARBOSA, S. B.; CAMPOS, C. J. 2005. *Cerrado – palmeira da serra: guia de campo ilustrado.* Ed. RiMa, São Carlos.
- MANTOVANI, W; LEITÃO-FILHO, H F; MARTINS, F R. 1985. Chave baseada em caracteres vegetativos para identificação de espécies lenhosas do cerrado da Reserva Biológica de Mogi Guaçu, Estado de São Paulo. *Hoehnea* 12:35-56.
- MIRANDA-MELO, A.A., MARTINS, F.R., SANTOS, F.A. 2007. Estrutura populacional de *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. e de *Roupala montana* Aulb. em fragmentos de cerrado no Estado de São Paulo. *Revista Brasil Bot.* 30, 501-507.

PRADO, H. 1997. Os solos do Estado de São Paulo: mapas pedológicos. Hélio do Prado, Piracicaba.

RATTER, J.A., BRIDGEWATER, S., RIBEIRO, J.F. 2003. Analysis of the floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation III: comparison of the wood vegetation of 376 areas. *Edinburgh Journal of Botany* 60: 57-109.

## ANEXO 1

Tabela 1. De ocorrência das espécies dos cerrados de Itirapina

Espécies	Graúna	Valério	Estrela	Estação Ecológica	Pedregulho
<i>Acosmium subelegans</i> (Mohlenb.) Yakovl.		X	X	X	X
<i>Aegiphila lhotzkiana</i> L.	X		X		
<i>Agonandra brasiliensis</i> Benth.& Hook.f.					X
<i>Alchornea</i> <i>triplinervia</i> (Spreng.)Müll.Arg.		X			X
<i>Alibertia sessilis</i> (Vell.) K.Schum.					X
<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.		X			X
<i>Anadenanthera falcata</i> (Benth.) Speg.		X			
<i>Annona coriacea</i> Mart.			X	X	X
<i>Annona crassiflora</i> Mart.	X	X		X	
<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	X	X	X	X	
<i>Attalea geraensis</i> B. Rodr.	X	X	X	X	X
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC				X	
<i>Banisteriopsis campestris</i> (A.Juss.) Little			X		
<i>Banisteriopsis stellaris</i> (Griseb.) B. Gates	X				
<i>Bauhinia rufa</i> (Bong.) Steud.	X			X	X
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (H.B.K.) Berg	X	X			X
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	X	X	X	X	
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> H.B.K.	X	X	X	X	
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.)Kunph.		X			X
<i>Byrsonima intermédia</i> A.Juss.				X	
<i>Byrsonima</i> SP					X

<i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) Rich. ex A.Juss.					X	
<i>Calyptanthes lucida</i> Mart. ex DC.		X				X
<i>Calyptanthes megafila</i>						X
<i>Campomanesia pubescens</i> Berg					X	
<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.	X			X		
<i>Casearia decandra</i> Jacq.		X				X
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.		X				
<i>Connarus suberosus</i> Planch.				X		
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.						X
<i>Croton floribundus</i> Spreng.						X
<i>Cupanea vernalis</i> Cambss.						X
<i>Cybistax antisiphilitica</i> Mart		X				
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	X	X		X		X
<i>Daphnopsis fasciculata</i> (Meissn.) Nevl.						X
<i>Desconhecido 1</i>		X				
<i>Desconhecido 2</i>	X					
<i>Desconhecido 3</i>						X
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	X			X	X	
<i>Diospyros hispida</i> DC	X	X		X	X	
<i>Duguetia furfuracea</i> (A.St.- Hil)	X					
<i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.) Macbr.						X
<i>Eriotheca gracilipes</i> ( K.Schum.) A. Robyns	X	X		X	X	
<i>Erythroxylum deciduum</i> A. St.-Hil.		X				X
<i>Erythroxylum pelleterianum</i> A.ST.-Hil.		X				
<i>Erythroxylum suberosum</i> A.St.-Hil	X			X	X	
<i>Erythroxylum tortuosum</i> Mart.	X			X		

<i>Eugenia aurata</i> Berg	X			X	
<i>Eugenia bimarginata</i> DC.				X	
<i>Eugenia dysenterica</i> DC.	X		X		
<i>Eugenia florida</i> DC.					X
<i>Eugenia puniceifolia</i> (Humb.Bonpl. & Kunth) DC	X	X			
<i>Eupatorium</i> sp.	X				
<i>Eupatorium</i> sp1	X				
<i>Ficus guaranitica</i> Chodat		X			
<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera					X
<i>Guapira graciliflora</i> (Mart. ex Schimidt) Lund.		X			
<i>Guapira noxia</i> (Netto) Lund	X	X	X		X
<i>Guarea macrophylla</i> (Vell.) T.D.Penn					X
<i>Gutteria nigrescens</i> Mart.					X
<i>Ixora venulosa</i>					X
<i>Kielmeyera coriacea</i> (Spreng.) Mart.				X	
<i>Kielmeyera rubriflora</i> Camb.	X		X	X	
<i>Kielmeyera variabilis</i> Mart.	X		X	X	X
<i>Lacistema hasslerianum</i> Chod					X
<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil.	X				
<i>Lippia corimboza</i> Chan.	X				
<i>Lippia</i> SP			X		
<i>Luehea grandiflora</i> (Mart.) Zucc.					X
<i>Machaerium acutifolium</i> Vog.	X	X	X		X
<i>Machaerium estipitatum</i>					X
<i>Memora stipularis</i>	X				
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana	X	X	X		
<i>Miconia chartacea</i> Triana					X
<i>Miconia ligustroides</i> (DC.) Naudin			X		X
<i>Miconia pepericarpa</i> DC.					X
<i>Miconia rubiginosa</i> (Bonpl.)	X	X			X

DC.					
<i>Miconia SP</i>					X
<i>Monimiaceae sp.</i>					
<i>Myrcia bella</i> Cambess	X		X		
<i>Myrcia lingua</i> Berg	X	X	X		
<i>Myrcia pallens</i> DC.					
<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.)				X	X
DC.					
<i>Myrciaria floribunda</i> (West Ex Willd.)O.Berg		X			X
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	X	X	X	X	X
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.		X			X
<i>Nectandra rigida</i> Nees					
<i>Neea Theifera</i> , Oerst	X				
<i>Ocotea corymbosa</i> (Miers) Mez	X		X	X	X
<i>Ocotea pulchella</i> Mart.		X			X
<i>Ouratea spectabilis</i> (Mart) Engl.	X	X	X		
<i>Pera glabrata</i> (Schott.) Baill.		X			X
<i>Piptocarpha rotundifolia</i> (Less.) Baker	X			X	
<i>Pouteria ramiflora</i> , (Mart.) Radlk.	X	X	X	X	
<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.	X	X	X	X	
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand					X
<i>Psychotria barbiger</i>					
<i>Psychotria carthagenensis</i>					X
<i>Qualea grandiflora</i> Mart..	X	X	X		X
<i>Qualea parviflora</i> Mart.			X		X
<i>Roupala Montana</i> (Aubl)					
<i>Rudgea viburnoides</i> (Cham.) Benth.					X
<i>Schefflera</i> <i>vinosa</i> (Cham.&Schltdl.) Frodin	X	X			

<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.		X				X
<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.		X				
<i>Strychnos pseudoquina</i> A. St.- Hil.		X				
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville.	X			X		X
<i>Stryphnodendron obovatum</i> Benth.	X			X	X	X
<i>Styrax ferrugineus</i> Ness & Mart	X	X				X
<i>Syagrus petraea</i> (Mart.) Becc.	X	X		X	X	
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman						X
<i>Tabebuia aureus</i> (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore	X					
<i>Tabebuia</i> <i>cerratipholia</i> (Vahl)Nicholson						X
<i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Standl.	X			X	X	
<i>Tabebuia</i> sp.						X
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.						X
<i>Tibouchina stenocarpa</i> (DC.) Cogn.						X
<i>Tocoyena formosa</i> (Cham.& Schltdl.) K.Schum.				X		
<i>Toxicodendrum succedonium</i>						X
<i>Verrnonia diffusa</i> (Spreng.)Less.		X				
<i>Vernonia rubriramea</i> Mart.Ex.DC.	X			X		
<i>Vernonia</i> sp.						X
<i>Virola sebifera</i> Aubl.		X				X
<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.		X				X
<i>Xylopia aromática</i> (Lam.) Mart.	X	X		X		X
<i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng.						X

Zanthoxylum rhoifolium

X

Lam.

## ANEXO 2

Tabela 2. Chave de identificação dicotômica para espécies dos cerrados de Itirapina.

1.a. Palmeira.....	Chave A
1.b. Arbusto ou árvore.....	2
2.a. Folha simples.....	3
2.b. Folhas compostas.....	4
3.a. Filotaxia alterna.....	Chave B
3.b. Filotaxia opostas ou verticiladas.....	Chave C
4.a. Filotaxia alterna.....	Chave D
4.b. Filotaxia opostas ou verticilada.....	Chave E

### Chave A - Palmeira

1.a. Sem caule aéreo.....	2
1.b. Com caule aéreo.....	3
2.a. folíolos verticilado.....	3
2.b. folíolos oposto.....	<i>Attalea gearensis</i>
3.a. Raque canaliculada.....	<i>Syagrus romanzoffiana</i>
3.b. Raque triangular.....	<i>Syagrus petraea</i>

### Chave B – Folhas simples e alternas

1.a. Alterna dística.....	2
1.b. Alterna espiralada.....	14
2.a. Margem do limbo inteira.....	6
2.b. Margem do limbo não inteira.....	3
3.a. Nervação eucraspedódroma.....	4
3.b. Nervação não eucraspedódroma.....	5
4.a. Tricomas presentes no limbo.....	<i>Lacistema hasslerianum</i>
4.b. Tricomas ausentes no limbo.....	<i>Vernonia diffusa</i>
5.a. Nervação cladódroma.....	<i>Casearia decandra</i>
5.b. Nervação broquidódroma .....	<i>Annona coriacea</i>
6.a. Tricomas presentes no limbo.....	7
6.b. Tricomas ausentes no limbo.....	11
7.a. Folhas maduras com comprimento de 20 a 30 cm.....	<i>Virola sebifera</i>
7.b. Folhas maduras menores que 20 cm.....	8
8.a. Limbo lanceolado.....	10
8.b. Limbo não lanceolado.....	9
9.a. Margem do limbo cartilaginosa.....	<i>Annona crassiflora</i>

9.b. Margem do limbo não cartilaginosa.....	<i>Duguetia furfuracea</i>
10.a. Folhas nos ramos congestas.....	<i>Eugenia florida</i>
10.b. Folhas nos ramos esparsas.....	<i>Xylopiia aromática</i>
11.a. Base do limbo arredondado.....	12
11.b. Base do limbo não arredondado.....	13
12.a. Pecíolo com comprimento de 0,1 a 0,3 cm .....	<i>Myrcia lingua</i>
12.b. Pecíolo acima de 0,3 cm.....	<i>Luehea speciosa</i>
13.a. Textura do limbo rígida .....	<i>Eugenia dysenterica</i>
13.b. Textura do limbo não rígida.....	<i>Guatteria nicrescens</i>
14.a. Margem do limbo inteira.....	16
14.b. Margem do limbo não inteira.....	15
15.a. Folhas pecioladas.....	45
15.b. Folhas sésseis.....	<i>Baccharis dracunculifolia</i>
16.a. Presença de látex no limbo.....	17
16.b. Ausência de látex no limbo.....	20
17.a. Superfície do limbo hispida (áspera).....	18
17.b. Superfície do limbo lisa .....	19

18.a. Presença de tricomas no limbo.....	<i>Pouteira torta</i>
18.b. Ausência de tricomas no limbo.....	<i>Aspidosperma tomentosum</i>
19.a. Folhas nos ramos congestas.....	<i>Kielmeyera coriacea</i>
19.b. Folhas nos ramos esparsas.....	<i>Pouteria ramiflora</i>
20.a. Folhas pecioladas.....	23
20.b. Folhas sésseis.....	21
21.a. Folhas nos ramos congestas.....	22
21.b. Folhas nos ramos esparsas.....	<i>Ouratea spectabilis</i>
22.a. Folhas congestas nos nós.....	<i>Neea eifera</i>
22.b. Folhas congestas nos ápices dos ramos.....	<i>Kielmeyera variabilis</i>
23.a. Margem do limbo inteira .....	24
23.b. Margem do limbo não inteira.....	26
24.a. Limbo arredondado.....	25
24.b. Limbo não arredondado.....	28
25.a. Presença de tricomas no limbo.....	<i>Gochnatia polymorpha</i>
25.b. Ausência de tricomas no limbo.....	26
26.a. Margem do limbo serreada.....	27
26.b. Margem do limbo denteada.....	<i>Roupala montana</i>

27.a. Nervação broquidódroma.....	<i>Vernonia sp.</i>
27.b. Nervação actinódroma.....	<i>Alchornea triplinervia</i>
28.a. Textura do limbo membranácea.....	29
28.b. Textura do limbo não membranácea.....	30
29.a. Formato do limbo oval.....	<i>Agonandra brasiliensis</i>
29.b. Formato do limbo lanceolado.....	<i>Vernonia rubriramea</i>
30.a. Textura do limbo cartácea.....	31
30.b. Textura do limbo coriácea.....	<i>Erythroxylum suberosum</i>
31.a. Margem do limbo cartilaginosa.....	<i>Kielmeyera rubriflora</i>
31.b. Margem do limbo não cartilaginosa.....	32
32.a. Superfície do limbo rugosa.....	<i>Myrcine guianensis</i>
32.b. Superfície do limbo lisa.....	33
33.a. Estípula presente.....	34
33.b. Estípula ausente.....	36
34.a. Inserção da estípula apical .....	<i>Ficus guaranitica</i>
34.b. Inserção da estípula não apical.....	35
35.a. Ápice acuminado.....	<i>Erythroxylum deciduum</i>

35.b. Ápice longo acuminado.....	<i>Ocotea corymbosa</i>
36.a. Presença de tricomas no limbo.....	38
36.b. Ausência de tricomas no limbo.....	37
37.a. Nervação cladódroma.....	<i>Myrcine umbellata</i>
37.b. Nervação broquidódroma.....	<i>Pera glabrata</i>
38.a. Base do limbo aguda.....	39
38.b. Base do limbo não aguda.....	40
39.a. Folhas maduras com comprimento superior a 14 cm.....	<i>Byrsonima verbascifolia</i>
39.b. Folhas maduras com comprimento inferior a 10 cm.....	<i>Daphnopsis fasciculata</i>
40.a. Formato de limbo inteiro.....	41
40.b. Formato do limbo não inteiro.....	<i>Tabebuia cerratipholia</i>
41.a. Nervação reticulódroma.....	<i>Myrcia tomentosa</i>
41.b. Nervação broquidódroma.....	42
42.a. Base do limbo obtuso.....	<i>Diospyros hispida</i>
42.b. Base do limbo arredondado.....	43
43.a. Margem da folha plana.....	<i>Erythroxylum pelleterianum</i>
43.b. Margem da folha ondulada.....	44

- 44.a. Pecíolo com comprimento inferior a 1 cm.....*Nectandra rigida*
- 44.b. Pecíolo com comprimento entre 1,5 cm e 2,5 cm.....*Piptocarpha rotundifolia*
- 45.a. Margem do limbo cartilaginosa.....*Ocotea pulchella*
- 45.b Margem do limbo não cartilaginosa.....*Styrax ferrugineus*

Chave C – Folhas simples opostas ou verticiladas

- 1.a. Oposta.....6
- 1.b. Verticilada.....2
- 2.a. Folhas congestas.....*Amaioua guianensis*
- 2.b. Folhas esparsas.....3
- 3.a. Tricomas presentes no limbo.....*Eugenia bimarginata*
- 3.b. Tricomas ausentes no limbo.....4
- 4.a. Limbo cordado.....*Qualea parviflora*
- 4.b. Limbo agudo.....5
- 5.a. Nervura primária proeminente em ambas as faces.....*Eugenia aurata*
- 5.b. Nervura proeminente somente na face abaxial.....*Vochysia tucanorum*
- 6.a. Filotaxia oposta Dística.....7
- 6.b. Filotaxia oposta Cruzada.....14
- 7.a. Tricoma presente no limbo.....8

7.b. Tricoma ausente no limbo.....	10
8.a. Tricoma presente na face abaxial.....	<i>Psychotria barbiger</i>
8.b. Tricoma presente em ambas as faces.....	9
9.a. Nervura secundária proeminente somente na face abaxial.....	<i>Byrsonima crassifolia</i>
9.b. Nervura impressa em ambas as faces.....	<i>Calyptranthes megafila</i>
10. a. Ápice do limbo acuminado.....	<i>Siparuna guianensis</i>
10. b. Ápice do limbo não acuminado.....	11
11.a. Base do limbo aguda.....	<i>Myrciaria floribunda</i>
11.b. Base do limbo não aguda.....	12
12.a. Nervura secundária somente impressa na adaxial.....	<i>Psychotria carthagenensis</i>
12.b. Nervura impressa em ambas as faces.....	13
13.a. Estrutura secretora externa do limbo presente.....	<i>Ixora venulosa</i>
13. b. Estrutura secretora externa do limbo ausente.....	<i>Lafoensia pacari</i>
14.a. Estípula presente.....	15
14.b. Estípula ausente.....	20
15.a. Estípulas caducas.....	16
15.b. Estípulas persistentes.....	<i>Tocoyena formosa</i>

16.a. Estípulas fimbriadas.....	<i>Tibouchina stenocarpa</i>
16.b. Estípulas deltóides.....	17
17.a. Inserção das estípulas interpeciolarmente.....	<i>Alibertia sessilis</i>
17.b. Inserção das estípulas axilarmente.....	18
18.a. Nervura secundária proeminente em ambas as faces.....	<i>Machaerium acutifolium</i>
18.b. Nervura secundária proeminente somente na face abaxial.....	19
19.a. Nervação do limbo cladódroma.....	<i>Byrsonima intermedia</i>
19.b. Nervação do limbo acródroma.....	<i>Miconia rubiginosa</i>
20.a. Pecíolo ausente.....	21
20.b. Pecíolo presente.....	22
21.a. Estrutura secretora no limbo presente.....	<i>Byrsonima coccolobifolia</i>
21.b. Estrutura secretora no limbo ausente.....	<i>Banisteriopsis campestris</i>
22.a. Ápice do limbo acuminado.....	23
22.b. Ápice do limbo não acuminado.....	24
23.a. Nervação do limbo acródroma.....	<i>Miconia chartacea</i>
23.b. Nervação do limbo broquidródroma.....	<i>Qualea grandiflora</i>
24. a. Limbo lanceolado.....	25
24.b. Limbo não lanceolado.....	26

25. a. Base do limbo arredondado.....	<i>Miconia pepericarpa</i>
25.b. Base do limbo obtusa.....	<i>Myrcia pallens</i>
26.a. Nervação do limbo craspedródroma.....	27
26.b. Nervação do limbo não craspedródroma.....	28
27.a. Limbo cartáceo.....	<i>Lippia corimbosa</i>
27.b. Limbo coriáceo.....	<i>Rudgea viburnoides</i>
28.a. Tricomas no limbo ausente.....	30
28. Tricomas no limbo presente.....	29
29.a. Nervação do limbo broquidódroma.....	<i>Aegiphila lhotzkiana</i>
29.b. Nervação do limbo acródroma.....	<i>Miconia albicans</i>
30.a. Ápice do limbo obtuso.....	31
30.b. Ápice do limbo não obtuso.....	32
31.a. Presença de tricomas nos ramos.....	<i>Guapira noxia</i>
31.b. Ausência de tricomas nos ramos.....	<i>Eugenia puniceifolia</i>
32.a. Formato do limbo oboval.....	<i>Guapira graciliflora</i>
32.b. Formato do limbo não obova.....	33
33.a. Margem do limbo ondulada.....	34
33.b. Margem do limbo não ondulada.....	<i>Blepharocalyx salicifolius</i>

- 34.a. Presença de tricomas no pecíolo.....*Miconia ligustroides*  
34.b. Ausência de tricomas no pecíolo.....*Calyptanthes lucida*

Chave D - Folhas compostas alternas

- 1.a. Digitadas.....2  
1.b. Não digitadas.....Chave E
- 2.a. Filotaxia alterna espiralada.....3  
2.b. Filotaxia oposta cruzada.....4
- 3.a. Presença de estípulas.....*Schefflera vinosa*  
3.b. Ausência de estípulas.....*Eriotheca gracilipes*
- 4.a. Folha com três folíolos.....*Caryocar brasilienses*  
4.b. Folha com mais de três folíolos.....5
- 5.a. Ápice acuminado ou agudo.....6  
5.b. Ápice arredondado ou retuso.....7
- 6.a. Superfície do limbo serícea.....*Tabebuia serratifolia*  
6.b. Superfície do limbo lisa.....*Cybistax antisyphilitic*
- 7.a. Presença de tricoma no limbo.....*Tabebuia ochracea*  
7.b. Ausência de tricoma no limbo.....*Tabebuia aurea*

Chave E – Folhas compostas opostas ou verticiladas

1.a. Unifolioladas.....	<i>Bauhinia rufa</i>
1.b. Pinadas ou Bipinadas.....	2
2.a. Pinadas.....	3
2.b. Bipinadas.....	Chave F
3.a. Imparipinadas.....	4
3.b. Paripinadas.....	5
4.a. Presença de estípulas.....	6
4.b. Ausência de estípulas.....	7
5.a. Presença de tricomas no ramo e folha (folíolos).....	<i>Cedrela fissilis</i>
5.b. Ausência de tricomas.....	<i>Copaifera langsdorffii</i>
6.a. Filotaxia alterna dística.....	<i>Dalbergia miscolobium</i>
6.b. Filotaxia alterna espiralada.....	8
7.a. Filotaxia alterna dística.....	<i>Connarus suberosus</i>
7.b. Filotaxia alterna espiralada.....	11
8.a. Presença de tricoma no pecíolo.....	9
8.b. Ausência de tricoma no pecíolo.....	10
9.a. Comprimento do limbo: 19 à 25cm.....	<i>Ormosia arborea</i>

- 9.b. Comprimento do limbo: 2,5 à 7cm.....*Bowdichia virgilioides*
- 10.a. Comprimento do limbo: 4 à 7cm.....*Machaerium acutifolium*
- 10.b. Comprimento do limbo: 10 à 14cm.....*Machaerium estipitatum*
- 11.a. Formato do ápice do limbo agudo a longo acuminado.....12
- 11.b. Formato do ápice do limbo outro.....13
- 12.a. Disposição congesta das folhas nos ramos.....*Toxicodendrum succedonium*  
(Cuidado, planta tóxica!)
- 12.b. Disposição congesta das folhas nos ramos.....14
- 13.a. Margem serreada.....*Cupanea vernalis*
- 13.b. Margem inteira.....*Acosmium sublegans*
- 14.a. Margem glandulosa.....*Zanthoxylum rhoifolium*
- 14.b. Margem não glandulosa.....15
- 15.a. Comprimento do limbo: 4 à 6cm.....*Protium heptaphyllum*
- 15.b. Comprimento do limbo: 5 à 11cm.....*Tapirira guianensis*

#### Chave F

- 1.a. Nervação hifódroma.....*Anadenanthera falcata*
- 1.b. Nervação bronquidódroma.....2
- 2.a. Presença de estrutura secretora no pecíolo.....3

- 2.b. Ausência de estrutura secretora no pecíolo.....4
- 3.a. Presença de estrutura secretora na raque.....5
- 3.b. Ausência de estrutura secretora na raque.....*Enterolobium gummiferum*
- 4.a. Presença de tricomas no pecíolo.....*Dimorphandra mollis*
- 4.b. Ausência de tricomas no pecíolo.....*Memora stipularis*
- 5.a. Foliolos com comprimento entre 0,5 e 1,5 cm.....*Stryphnodendron obovatum*
- 5.b. Foliolos com comprimento entre 1,5 e 3,5 cm.....*Stryphnodendron adstringens*

Caracteres #1 ao #15 devem ser observados em CAMPO.

#1.<Porte>/

1. Árvore <#3>/
2. Arbusto <#3>/
3. Palmeira/

#2. <Palmeira>/

1. sem caule aéreo/
2. com caule aéreo/

#3. com <altura>/

**m** de altura/

#4. córtex de cor <externamente>/

1. branco/
2. cinza/
3. amarelo/
4. castanho/
5. vermelho/

#5. <córtex tipo> <adap. Torres et al, 1994>/

1. liso/
2. papiráceo esfoliante/
3. rugoso/
4. fissurado longitudinalmente/
5. largo e profundamente sulcado/
6. variegado/
7. rendilhado <3x3-6mm>/
8. escamoso <7x10mm>/

#6. <ornamentação da casca>/

1. com ornamentação/
2. sem ornamentação <#8>/

#7. tipo <ornamentação da casca>/

1. espinhos/
2. acúleos/
3. cicatrizes foliares/
4. anéis transversais/
5. lenticelas/

#8. <córtex, espessura><Torres et al. 1994>/

1. fino <menor que 2mm>
2. grosso <2-10mm>
3. suberoso <maior que 10mm>

#9. lenho <cor>/

1. branco/
2. cinza/
3. castanho/
4. vermelho/
5. verde/

#10. odor <caule seccionado>/

1. presente/
2. ausente/

#11. exsudato <caule>/

1. presente/
2. ausente <#13>/

#12. <exsudato, tipo>/

1. latescente/
2. resinoso/
3. oleoso/
4. gomoso/

#13. ramificação em ângulo <inserção dos ramos no caule>/

1. reto <plagiotrópicos>/
2. agudo <ortotrópicos>/
3. misto/

#14. ramos <>/

1. retos/
2. arqueados/
3. dicotômicos/

#15. <estado fenológico>/

1. vegetativo/
2. reprodutivo com flor/
3. reprodutivo com fruto/

#16. ramo <ramos, tipo>/

1. alados/
2. canaliculados/
3. circulares/
4. triangulares/
5. quadrangulares/
6. achatados/

#17. tricoma <ramos>/

1. presente/
2. ausente <#20>/

#18. <ramos, indumento>/

1. pubescente/
2. tomentoso/
3. velutino/
4. lanuginoso/
5. hirsuto/
6. flocoso/

#19. <ramos, coloração, tricoma>/

1. esbranquiçado/
2. acinzentado/
3. amarelado/
4. ferruginoso/

#20. catafilos <>/

1. presentes e persistentes na forma de ramentas/
2. presentes ou caducos protegendo as gemas apicais/
3. ausentes/

#21. folha <classificação limbo>/

1. simples/
2. compostas/
3. heterofilicas/

#22. <filotaxia>/

1. alternas dísticas <#23.2>/
2. alternas espiraladas <#23.1 ou #23.2>/
3. opostas dísticas (por torção do ramo ou do pecíolo) <#23.2>/
4. opostas cruzadas <#23.2>/
5. verticiladas <#23.2>/
6. subopostas <#23.2>/

#23. <apresentação das folhas nos ramos>/

1. congestas <entrenós curtos #24>/
2. esparsas <#25>/

#24. <folhas, se congesta>/

1. nos nós <ramo curto e com muitos nós>/
2. nos ápices dos ramos/

#25. estípulas <>/

1. presente/
2. ausente <#29>/

#26. <estípulas>/

1. caducas/
2. persistentes/

#27. <estípulas, inserção>/

1. interpeciolares/
2. axilares/
3. laterais/
4. apicais <protegendo gemas nos ápices dos ramos>/

#28. <forma das estípulas>/

1. lineares/
2. deltóides/
3. transformas em espinhos/
4. aristadas/
5. fimbriadas/
6. foliáceas/

#29. folhas <>/

1. sésseis <#36>/
2. pecioladas/

#30. pecíolo com <comprimento> **cm** de comprimento

#31. estrutura secretora externa <no pecíolo>/

1. presente/
2. ausente <#33>/

#32. disposta(s) <pecíolo, posição da estrutura>/

1. na base/
2. na porção mediana/
3. no ápice/
4. no caule junto a base/

#33. pecíolo <pecíolo>/

1. alado/
2. canaliculado/
3. cilíndrico/
4. semicilíndrico/
5. biconvexo/

#34. tricoma <pecíolo>/

1. presente/
2. ausente <#36>/

#35. <pecíolo, tricoma, indumento>/

1. pubescente/
2. tomentoso/
3. velutino/
4. lanuginoso/
5. hirsuto/

#36. <formato para limbo inteiro><#45>/

1. digitadas/
2. bilobadas/
3. partidas/
4. digitisectas/
5. pinatisectas/
6. inteiras <#45>/

#37. <disposição dos folíolos >/

1. digitadas <#39>/
2. pinadas <#38>/
3. bipinadas <#39>/
4. unifolioladas <#41>/
5. bifolioladas <#41>/

#38. <se pinadas>/

1. paripinadas <#40>/
2. imparipinadas <#40>/
3. com folíolos opostos a subopostos <#40>/
4. com folíolos alternos <#40>/

- #39. com cerca de <número de folíolos; se bipinadas assinala também #40>/folíolos/
- #40. <se bipinadas com número de foliólulos>/foliólulos/
- #41. estípelas <folhas compostas >/  
1. presente/  
2. ausente/
- #42. raque <folha composta >/  
1. alada/  
2. canaliculada/  
3. cilíndrica/  
4. semicilíndrica/  
5. biconvexa/
- #43. situado entre <estrutura secretora, aplicar para folhas compostas >/  
1. o 1º par de folíolo/  
2. os 1ºs pares de folíolos/  
3. todos os pares de folíolos/  
4. os pares apicais de folíolos/  
5. o par apical de folíolo/
- #44. <estrutura secretora entre os folíolos, aplicar para folhas bipinadas>/  
1. entre os foliólulos  
2. na raquila  
3. ausente <->
- #45. Forma do limbo<>/  
1. elíptica/  
2. oblonga/  
3. oval  
4. oboval/  
5. lanceolado/  
6. oblanceolado/  
7. assimétrico/
- #46. limbo com /  
**cm** de comprimento/
- #47. <largura do limbo>/  
**cm** de largura/
- #48. ápice <limbo, forma seg. Hickey mod.>/  
1. arredondado/  
2. obtuso/  
3. agudo/  
4. acuminado/  
5. longo acuminado/  
6. mucronado/  
7. retuso/  
8. inequilátera/
- #49. base <limbo, forma seg. Hickey mod.>/  
1. arredondada/  
2. obtusa/  
3. cordada/
- #51. <aplicar quando necessário em relação à margem>/  
1. ciliada/  
2. aculeada/  
3. glandulosa/  
4. denticlada  
5. cartilaginosa <>/
- #52. <em relação à margem>/  
1. ondulada/  
2. plana/  
3. revoluta/  
4. revoluta na base/
- #53. tricoma <>/  
1. presente/  
2. ausente <#56>/
- #54. <presença do tricoma>/  
1. em ambas as faces/  
2. <na face adaxial>/  
3. <na face abaxial><#56>/
- #55. <face adaxial limbo, indumento>/  
1. pubescente/  
2. tomentoso/  
3. velutino/  
4. lanuginoso/  
5. hirsuto/
- #56. <face abaxial limbo, tipo de indumento>/  
1. pubescente/  
2. tomentoso/  
3. velutino/  
4. lanuginoso/  
5. hirsuto/
- #57. superfície <limbo, superfície ao tato>/  
1. serícea <sedosa>/  
2. hispida <áspera>/  
3. rugosa/  
4. lisa/
- #58. textura <limbo>/  
1. membranácea/  
2. cartácea/  
3. coriácea/  
4. carnosa/  
5. rígida
- #59. nervação < limbo, tipo seg. Hickey >/  
1. craspedódroma <#62>/  
2. broquidódroma <#62>/  
3. eucamptódroma <#62>/  
4. reticulódroma <#62>/  
5. cladódroma <#62>/  
6. hifódroma <#62>/  
7. paralelódroma <#62>/  
8. campilódroma <#62>/  
9. acródroma/  
10. actinódroma/
- #62. nervura primária <>/  
1. proeminente em ambas as faces/  
2. proeminente na face adaxial e impressa na abaxial/  
3. proeminente na face abaxial e impressa na adaxial/  
4. impressa em ambas as faces
- #63. nervura secundária <>/  
1. proeminente em ambas as faces/  
2. proeminente na face adaxial e impressa na abaxial/  
3. proeminente na face abaxial e impressa na adaxial/  
4. impressa em ambas as faces  
5. não proeminente/
- #64. nervura terciária <>/  
1. proeminente em ambas as faces/  
2. proeminente na face adaxial e impressa na abaxial/  
3. proeminente na face abaxial e impressa na adaxial/  
4. impressa em ambas as faces  
5. não proeminente/
- #65. estrutura secretora externa <no limbo>/  
1. presente/  
2. ausente <#67>/
- #66. estrutura secretora interna < limbo>/  
1. presente/  
2. ausente/
- #67. domáceas <>/  
1. presente/  
2. ausente/
- #68. látex <limbo>/  
1. presente/  
2. ausente <#70>/
- #69. coloração <limbo, látex>/  
1. avermelhada/  
2. amarelada/  
3. esbranquiçada/  
4. incolor/
- #70. odor <limbo>/  
1. presente/  
2. ausente/
- #71. <observações adicionais>/
- #72. <nomes vulgares>/
- #73. <local de coleta>/
- #74. <coletor, número>
- #75. <data>

4. truncada/
5. aguda/
6. cuneada/
7. decurrente/
8. oblíqua/
9. inequilátera/

#50. margem <limbo>/

1. inteira/
2. serreada/
3. crenada/

#60. <em relação à acródroma ou actinódroma>/

1. perfeita/
2. imperfeita/

#61. <em relação à acródroma ou actinódroma>/

1. basal/
2. suprabasal/

Para o preenchimento da planilha utilizar os seguintes símbolos:

Para decimais utilizar (.) (ex 1.2)

- = amplitude para números (ex 1-3)

/ = ou

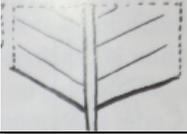
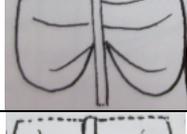
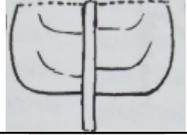
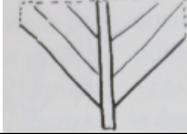
& = combinação (ex 1&3)

**U** = desconhecido

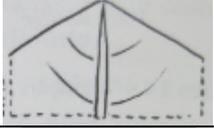
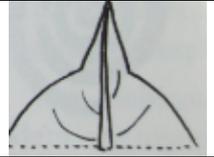
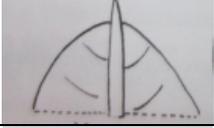
- = não se aplica ao carácter

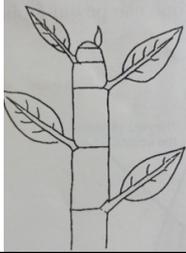
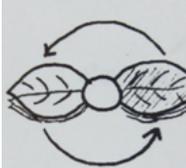
## Glossário de Botânica

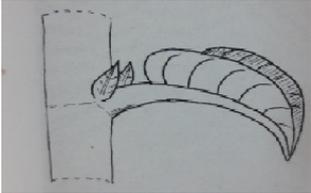
<b>Porte</b>	
<b>Árvore:</b> possui tronco bem definido.	
<b>Arbusto:</b> não possui um tronco principal, ramificações saem próximas ao solo.	

<b>Forma da base</b>	
Arredondada	
Obtusa	
Cordada	
Truncada	
Aguda	
Cuneada	
Decorrente	

### Forma do Ápice

Arredondado	
Obtuso	
Agudo	
Acuminado	
Mucronado	
Retuso	

Alterna:	
Oposta:	
Verticilada:	
Espiralada	
Dística	

<p><b>Tricoma:</b> podem projetar-se dos ramos, pecíolos e limbo. Normalmente denominado de “pelo”.</p>	<p><b>Tomentoso:</b> pelos rígidos e densos.  <b>Velutino:</b> sensação tátil de veludo.  <b>Lanuginoso:</b> pelos longos, densos e usualmente curvados.  <b>Hirsuto:</b> pelos longos, densos e usualmente curvados.  <b>Flocoso:</b> desprende-se em forma de flocos.</p>
<p><b>Estípulas:</b> estrutura, geralmente encontrada em pares na base da folha. Frequentemente caducas e inconspícuas.</p>	

<p><b>Simples:</b> com limbo único, não se divide em folíolos.</p>	
--------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------

**Composta:** Limbo dividido em folíolos. Gema se apresenta na base da folha, e não dos folíolos. Principais tipos de folhas compostas:

<p><b>Pinadas:</b> apresentam os folíolos distribuídos ao longo do pecíolo comum. Podem ser:</p>	
<p><b>Paripinada:</b> terminada por um par de folíolos.</p>	
<p><b>Imparipinada:</b> com um folíolo terminal.</p>	
<p><b>Bipinada:</b> quando os folíolos são por sua vez compostos, isto é, são folhas duplamente compostas.</p>	

<p><b>Digitada ou palmada:</b> Com três ou mais folíolos saindo do ápice do pecíolo comum. Ex: pau-d'arco, mamorana.</p>	
<p><b>Trifoliolada:</b> com três folíolos, podendo ser pinada ou palmada.</p>	
<p><b>Bifoliada:</b> com dois folíolos.</p>	

**Formato para limbo:**

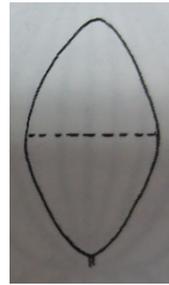
**Lanceolado**



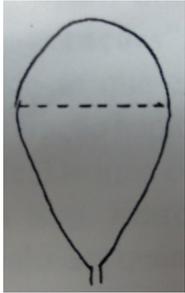
**Oblonga**



**Elípica**



**Oboval**



**Oblanceolado**



**Oval**



## PROTOCOLO DE LEVANTAMENTO DO COMPONENTE ARBÓREO-ARBUSTIVO

### COLETA DE DADOS – NO CAMPO

#### Método de quadrantes ou pontos-quadrantes (Figura 1):

- Marcar, com uma estaca, um ponto a pelo menos 10 metros da borda, que será o início da linha;
- Com outras duas estacas divide-se a área em quatro quadrantes (Q1, Q2, Q3, Q4);
- Mede-se a distância do ponto ao indivíduo mais próximo em cada quadrante;
- Dez pontos são estabelecidos, ao longo de linhas de caminhadas a intervalos de distância de 10 metros, assim como a distância de cada linha de caminhada.
- O mesmo indivíduo não pode ser amostrado duas vezes dentro de cada ponto e dentro de duas linhas de caminhada, quando ocorrer de um mesmo indivíduo pertencer a dois pontos diferentes deve-se seguir para o próximo ponto.

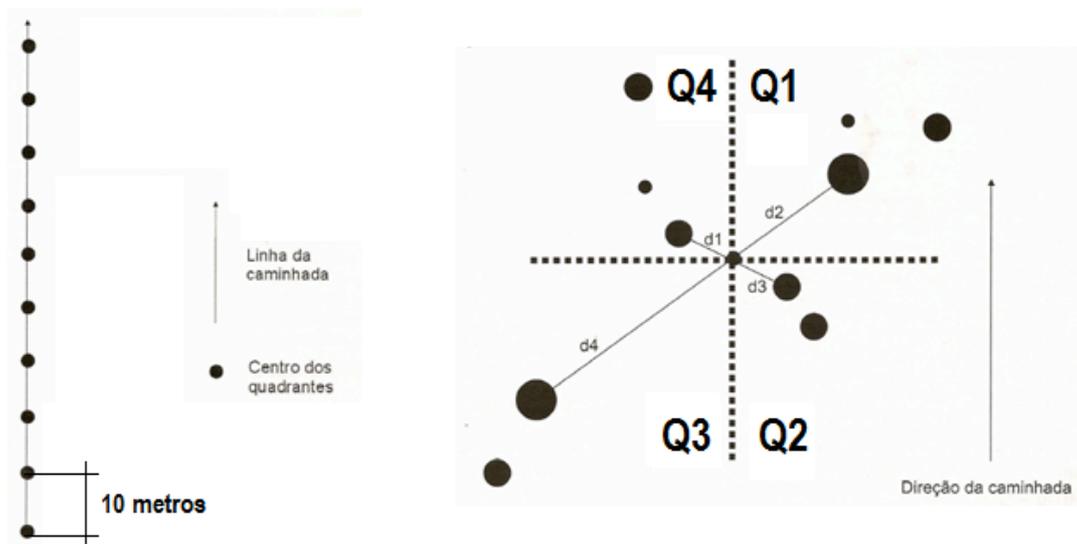


Figura 1: Método de quadrante, onde  $Q_n$  é o quadrante e  $d_n$  a distância do ponto do quadrante ao indivíduo mais próximo.

### **Critérios de Inclusão:**

- Serão amostrados todos os indivíduos cujo caule tenha no mínimo 10 cm de perímetro (aproximadamente 3 cm de diâmetro), no nível do solo. O perímetro deve ser medido em centímetros.
- Somente indivíduos arbóreos e arbustivos devem ser coletados e palmeiras que apresentam caule aéreo.

**Obs.:** Quando um exemplar se ramifica abaixo do nível do solo e cada eixo emerge separado dos demais no nível do solo, cada eixo é considerado um indivíduo distinto (Figura 2), e apenas o caule mais próximo ao ponto deve ser considerado.

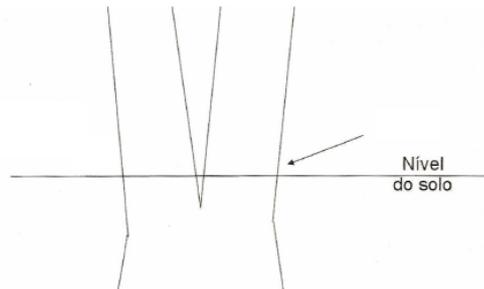


Figura 2: Ramificação abaixo do nível do solo.

### **Medição da altura**

#### Árvores, arbustos e palmeiras com caule aéreo:

A altura do indivíduo é medida do chão até a última folha, é estimada visualmente com o auxílio da vara de coleta ou do coletor. A altura deve ser medida em metros. No caso de palmeira a altura é apenas a medida de seu caule.

### **Coleta de material botânico para identificação**

- Coletar dois ramos de cada indivíduo com os caracteres vegetativos necessários para identificação;
- Identificar cada material com etiquetas contendo: grupo, ponto e quadrante (PxQy, em que x é o número do ponto e y o número quadrante) e data;
- Acondicionar as amostras em um saco plástico e vedá-lo no final da coleta.

### **ANÁLISE DE DADOS – NO LABORATÓRIO**

#### **Medição da folha, folíolo, foliólulo e pecíolo**

Para aferir o comprimento, a largura e o tamanho do pecíolo do ramo coletado deve-se medir o comprimento do pecíolo e o comprimento e a largura da menor e da maior folha e anotar o respectivo intervalo de valores. No caso de palmeiras, medir o tamanho do menor e do maior segmento foliar.

## **Herborização do material coletado**

- Um dos ramos coletados deve ser destinado à montagem de exsicata, para ter material testemunho para consultas futuras;
- As exsicatas devem ser colocadas dentro de uma folha de jornal com algumas folhas com a face adaxial e outras com a face abaxial voltada para cima a fim de facilitar observações de estruturas. Sempre que possível, evitar a sobreposição de folhas.
- O jornal utilizado para montagem deve conter as mesmas informações da etiqueta utilizada para identificar os ramos coletados;
- Para armar a prensa de herborização, os suportes de madeira devem ser organizados de forma a deixar o lado longitudinal voltado para fora.
- A prensa deve seguir o seguinte arranjo:
  - suporte de madeira
  - “sanduíche” (placa de alumínio entre duas folhas de papelão)
  - jornal com exsicata dentro
  - “sanduíche”
  - jornal com exsicata dentro
  - “sanduíche”
  - (...)
  - “sanduíche”
  - suporte de madeira
- A prensa deve ser, por fim, amarrada com duas cordas de algodão (0.5 cm de diâmetro) e levadas para a estufa (deixar até o dia seguinte).
- Após a secagem as exsicatas devem ser organizadas na ordem de coleta, identificadas e estocadas, além de adicionar o local e a espécie identificada.

## **Transferência de caracteres para a planilha**

- Os dados devem ser passados para a planilha com o máximo cuidado possível para evitar erros de digitação.
- Todos os dados devem ser passados para uma planilha única que não poderá ser alterada, caso haja identificação de erros, este deve ser comunicado a todos.
- Fazer cópias da planilha original, para cada tipo de análise, antes de fazer as devidas modificações, evitando erros na utilização de filtros.

Ponto \_\_\_\_\_ Quadrante \_\_\_\_\_ Espécie: \_\_\_\_\_

#7. Secção dos ramos jovens

1. Alados
2. Canaliculados
3. Circulares
4. Triangulares.
5. Quadrangulares
6. Achatados

#8. Tricomas nos ramos jovens

1. Ausentes
2. Esbranquiçados
3. Acinzentados
4. Amarelados
5. Ferruginosos

#9. Apresentação das folhas nos ramos

1. Esparsa
2. Congesta com entrenós curtos
3. Congesta nos ápices dos ramos

#10. Filotaxia

1. Alterna dística
2. Alterna espiralada
3. Oposta dística
4. Oposta cruzada
5. Verticilada
6. Suboposta

#11. Estípulas

1. Ausentes #14
2. Caducas (olhar no ápice do ramo)
3. Persistentes (em todo ramo)

#12. Inserção das estípulas

1. Interpeciolar
2. Axilar
3. Lateral
4. Apical protegendo as gemas nos ápices dos ramos

#13. Forma das estípulas

1. Linear
2. Deltóide
3. Transformada em espinhos
4. Aristada
5. Fimbriada
6. Foliácea

#14. Pecíolo

1. Evidente
2. Não evidente #18

#15. Comprimento do pecíolo \_\_\_\_\_ cm

#16. Secção do pecíolo

1. Alada
2. Canaliculada
3. Cilíndrica
4. Semicilíndrica
5. Biconvexa

#17. Tricoma no pecíolo

1. Ausente
2. Esbranquiçado
3. Acinzentado
4. Amarelado
5. Ferruginoso

#18. Forma do limbo

1. Elíptica
2. Oblonga
3. Oval
4. Oboval
5. Lanceolada
6. Oblanceolada
7. Assimétrica

#19. Comprimento do limbo \_\_\_\_\_ cm

#20. Largura do limbo \_\_\_\_\_ cm

#21. Tipo de ápice do limbo

1. Arredondado
2. Obtuso
3. Agudo
4. Acuminado
5. Longo acuminado
6. Mucromado
7. Retuso
8. Inequilátero

#22. Tipo de base do limbo

1. Arredondado
2. Obtuso
3. Cordado
4. Truncado
5. Agudo
6. Cuneado
7. Decurrente
8. Oblíquo
9. Inequilátero

#23. Margem do limbo

1. Inteira
2. Não inteira #26

**#24. Margem inteira**

1. Cartilaginosa
2. Não cartilaginosa

**#25. Orientação da margem**

1. Plana #27
2. Ondulada #27
3. Revoluta #27
4. Revoluta na base #27

**#26. Margem não inteira**

1. Dentada
2. Erosa
3. Serreada
4. Crenada
5. Ciliada
6. Aculeada
7. Glandulosa
8. Dentilhada

**#27. Tricoma no limbo**

1. Ausente #29
2. Esbranquiçado
3. Acinzentado
4. Amarelado
5. Ferruginoso

**#28. Presença de tricoma no limbo**

1. Ambas as faces
2. Face adaxial
3. Face abaxial

**#29. Textura do limbo ao tato**

1. Seríceo
2. Híspido
3. Rugoso
4. Lisa

**#30. Consistência do limbo**

1. Membranácea
2. Cartácea
3. Coriácea
4. Carnosa
5. Rígida

**#31. Domáceas na face abaxial do limbo**

1. Presentes
2. Ausentes

**#32. Estruturas secretoras**

1. Ausente #37
2. No limbo #33
3. Fora do limbo #36

**#33. Tipo de estrutura secretora**

1. Interna #34
2. Externa #35

**#34. Estruturas secretoras internas no limbo (olhar contra a luz com lente 10X)**

1. Como pontos translúcidos
2. Translúcidas com formas irregulares

**#35. Estruturas secretoras externas no limbo**

1. Espalhadas na porção basal da folha
2. Na base do limbo
3. No ápice do limbo

**#36. Estruturas secretoras externas fora do limbo**

1. No caule junto da base do pecíolo
2. Na porção basal do pecíolo
3. Na porção mediana do pecíolo
4. Na inserção do limbo no pecíolo

**#37. Número de nervuras primárias**

1. Uma
2. Mais que uma (folhas inteiras com nervação acródroma ou campilódroma ou paralódroma ou actinódroma, limbos bilobados ou digitissectos)

**#38. Nervura primária na face adaxial**

1. Proeminente
2. Impressa
3. Plana

**#39. Nervura primária na face abaxial**

1. Proeminente
2. Impressa
3. Plana

**#40. Nervura secundária na face adaxial**

1. Proeminente
2. Impressa
3. Plana
4. Ausente

**#41. Nervura secundária na face abaxial**

1. Proeminente
2. Impressa
3. Plana
4. Ausente

#42. Tipo de nervação

1. Hifódroma
2. Eucraspedódroma
3. Semicraspedódroma
4. Craspedódroma mista
5. Broquidódroma
6. Eucamptódroma
7. Reticulódroma
8. Cladódroma
9. Paralelódroma
10. Campilódroma
11. Acródroma basal perfeita
13. Acródroma suprabasal perfeita
14. Acródroma suprabasal imperfeita
15. Actinódroma basal perfeita
16. Actinódroma basal imperfeita
17. Actinódroma suprabasal perfeita
18. Actinódroma suprabasal imperfeita

#43. Composição do limbo

1. Simples
2. Composto #45

#44. Formato do limbo simples

1. Digitado \*
2. Bilobado \*
3. Partido \*
4. Digitissecto \*
5. Pinatissecto \*
6. Inteiro \*

#45. Composição do limbo em folhas compostas

1. Digitada
2. Pinada #46
3. Bipinada #51
4. Unifoliolada
5. Bifoliolada

#46. Folhas pinadas

1. Paripinadas #48
2. Imparipinadas

#47. Resquício de folíolo atrofiado na terminação da raque

1. Presente
2. Ausente

#48. Inserção dos folíolos na raque

1. Opostos a subopostos
2. Alternos
3. Fasciculados

#49. Número de folíolos: \_\_\_\_\_

#50. Secção da raque

1. Alada #59
2. Canaliculada #59
3. Cilíndrica #59
4. Semicilíndrica #59
5. Biconvexa #59

#51. Número de pinas: \_\_\_\_\_

#52. Disposição das pinas na raque

1. Oposta a suboposta
2. Alterna

#53. Número de foliólulos: \_\_\_\_\_

#54. Disposição dos foliólulos na ráquila

1. Oposta a suboposta
2. Alterna

#55. Secção da ráquila

1. Alada
2. Canaliculada
3. Cilíndrica
4. Semicilíndrica
5. Biconvexa

#56. Estrutura secretora externa na raque

1. Ausente
2. No par de folíolos basais
3. Entre os dois pares de folíolos basais
4. Em todos os pares de folíolos
5. No par apical de folíolos
6. Entre os dois pares apicais de folíolos

#57. Estrutura secretora externa na ráquila

1. Ausente
2. No par de foliólulos basais
3. No par de foliólulos distais
4. Em todos os pares de foliólulos
5. No par apical de foliólulos
6. Entre os dois pares apicais de foliólulos

#58. Estipelas (olhar na base dos folíolos ou das ráquulas)

1. Presentes #59
2. Ausentes \*

#59. Posição das estipelas

1. Na base dos folíolos \*
2. Na base das ráquulas \*

\* Final da descrição.

FICHA DE CAMPO Grupo: \_\_\_\_\_ Local: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

P	Q	Perímetro	Distância	Altura	#1	#2	#3	#4	#5	#6
1	1	cm	m	m			mm			
1	2	cm	m	m			mm			
1	3	cm	m	m			mm			
1	4	cm	m	m			mm			
2	1	cm	m	m			mm			
2	2	cm	m	m			mm			
2	3	cm	m	m			mm			
2	4	cm	m	m			mm			
3	1	cm	m	m			mm			
3	2	cm	m	m			mm			
3	3	cm	m	m			mm			
3	4	cm	m	m			mm			
4	1	cm	m	m			mm			
4	2	cm	m	m			mm			
4	3	cm	m	m			mm			
4	4	cm	m	m			mm			
5	1	cm	m	m			mm			
5	2	cm	m	m			mm			
5	3	cm	m	m			mm			
5	4	cm	m	m			mm			

#1. Porte

1. Árvore
2. Arbusto
3. Palmeira

#2. Tipo de córtex

1. Liso
2. Papiráceo esfoliante
3. Rugoso
4. Fissurado longitudinalmente
5. Largo e profundamente sulcado
6. Variegado
7. Rendilhado
8. Escamoso

#3. Espessura do córtex

#4. Ornamentação

1. Ausente
2. Espinhos
3. Acúleos
4. Cicatrizes foliares
5. Anéis transversais
6. Lenticelas
7. Cicatrizes de ramos

#5. Estado fenológico

1. Vegetativo
2. Reprodutivo com flor
3. Reprodutivo com fruto
4. Reprodutivo com flor e fruto

#6. Látex no limbo

1. Ausente
2. Avermelhado
3. Amarelado
4. Esbranquiçado

FICHA DE CAMPO Grupo: \_\_\_\_\_ Local: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

P	Q	Perímetro	Distância	Altura	#1	#2	#3	#4	#5	#6
6	1	cm	m	m			mm			
6	2	cm	m	m			mm			
6	3	cm	m	m			mm			
6	4	cm	m	m			mm			
7	1	cm	m	m			mm			
7	2	cm	m	m			mm			
7	3	cm	m	m			mm			
7	4	cm	m	m			mm			
8	1	cm	m	m			mm			
8	2	cm	m	m			mm			
8	3	cm	m	m			mm			
8	4	cm	m	m			mm			
9	1	cm	m	m			mm			
9	2	cm	m	m			mm			
9	3	cm	m	m			mm			
9	4	cm	m	m			mm			
10	1	cm	m	m			mm			
10	2	cm	m	m			mm			
10	3	cm	m	m			mm			
10	4	cm	m	m			mm			

#1. Porte

1. Árvore
2. Arbusto
3. Palmeira

#2. Tipo de córtex

1. Liso
2. Papiráceo esfoliante
3. Rugoso
4. Fissurado longitudinalmente
5. Largo e profundamente sulcado
6. Variegado
7. Rendilhado
8. Escamoso

#3. Espessura do córtex

#4. Ornamentação

1. Ausente
2. Espinhos
3. Acúleos
4. Cicatrizes foliares
5. Anéis transversais
6. Lenticelas
7. Cicatrizes de ramos

#5. Estado fenológico

1. Vegetativo
2. Reprodutivo com flor
3. Reprodutivo com fruto
4. Reprodutivo com flor e fruto

#6. Látex no limbo

1. Ausente
2. Avermelhado
3. Amarelado
4. Esbranquiçado

**PLANILHA DE CAMPO**

**Para o preenchimento da planilha utilizar os seguintes símbolos:**

. = para números decimais (1.5)

U = desconhecido

- = amplitude para números (1-5)

N = não se aplica ao caráter

Referência	Data	Grupo	Local	Ponto	Quadrante	Espécie	Família
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							



## **Análise fitossociológica de cinco áreas dos cerrados no município de Itirapina,SP**

ALINE LUISA MANSUR <sup>1</sup>, ANDRÉ MOURO D'ANGIOLI<sup>1</sup>, ÉLLEN AMARAL SILVA<sup>1</sup>,  
JULIANA FERRARI<sup>1</sup>, MARIANNE AZEVEDO SILVA<sup>1,2</sup>, NATANE SIBON<sup>1</sup>, PETRA  
FERRONATO GOMES DE ABREU<sup>1</sup>, THÁLES AUGUSTO PEREIRA<sup>1</sup>, VEREDIANA DE  
ABREU<sup>1</sup>.

Título resumido:

<sup>1</sup> Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) Campinas, SP.

<sup>2</sup>Autor para correspondência: azevedosilva.m@gmail.com

RESUMO - (Análise fitossociológica de cinco áreas dos cerrados no município de Itirapina, SP). Os cerrados são ecossistemas com características de savana, apresentando estrato lenhoso e estrato rasteiro, com diferentes fisionomias, variando entre regiões. Existem cinco fisionomias principais que se diferenciam quanto à densidade do estrato lenhoso e rasteiro, sendo a que apresenta estrato lenhoso mais denso o cerradão e o menos denso o campo limpo. Realizamos análises fitossociológicas em cinco áreas de cerrado no Município de Itirapina, SP, com o intuito de descrever suas fisionomias. Utilizamos o método de amostragem de ponto-quadrante e medimos a altura e a distância dos indivíduos mais próximos ao ponto em cada quadrante, com PAS a partir de 10 cm. Calculamos a densidade, a frequência e a dominância relativa de cada espécie, além do Índice de Valor de Importância por espécie (IVIe). Não encontramos diferenças nas densidades entre as diversas áreas e observamos que um pequeno grupo de espécies detém o maior número de indivíduos e possui maior importância na paisagem local, sendo pouco comum as espécies com maiores IVIe de uma área ocorrerem com grandes IVIe em outras áreas.

Palavras-chaves - cerrados, fitofisionomia, fitossociologia.

## **Introdução**

Os cerrados são ecossistemas classificados dentro do bioma das savanas, os quais são compostos geralmente por um estrato lenhoso formado por árvores tortuosas de copas baixas e um estrato vegetal rasteiro constituído de gramíneas com alguns subarbustos e arbustos (Costa Junior & Bernini 2008). A vegetação dos cerrados varia desde uma vegetação florestal a uma vegetação de campos abertos, sendo possível classificar suas fitofisionomias pela análise fitossociológica.

Existem cinco fisionomias principais de cerrados (ver Goodland 1971, Goodland & Pollard 1973): Cerradão, fisionomia mais florestal, com copas moderadamente altas (mais de 7 m de altura) e menor cobertura do estrato vegetal rasteiro; Cerrado *sensu stricto*, dominado por árvores e arbustos (menores que 7m) e ampla cobertura do estrato vegetal rasteiro; Campo Cerrado, formação vegetal ligeiramente aberta com vegetação dominada por árvores pequenas (menores que 7m) e arbustos, sob um contínuo estrato rasteiro; Campo Sujo, onde predomina densa vegetação rasteira e presença de arbustos e árvores bem esparsas; Campo Limpo, composto por gramíneas com poucos arbustos bastante afastados e ausência de árvores.

O uso da fitossociologia como ferramenta para analisar dados de estrutura e composição florística coletados em campo permite compreender alguns aspectos da vegetação estudada, como as causas e efeitos da cohabitação de plantas em dado ambiente, a constituição e estrutura dos agrupamentos vegetais e dos processos que implicam seu surgimento, continuidade ou mudança ao longo do tempo (Martins 2003). Através de análises fitossociológicas pretendemos descrever a estrutura de abundância de cinco áreas de cerrados no município de Itirapina-SP.

## **Materiais e Métodos**

Amostragem - Foram amostrados 5 fragmentos de cerrado no município de Itirapina, SP: Estrela (cerrado *sensu stricto*), Graúna (cerrado *sensu stricto*), Valério (cerrado *sensu stricto* denso), Estação Ecológica (campo Sujo) e Pedregulho (cerradão). O método de amostragem utilizado foi o de ponto quadrante. Foram utilizadas estacas para marcar o ponto na vegetação e determinar quatro

quadrantes ao redor do mesmo, medindo a distância do centro do ponto até a planta mais próxima em cada quadrante. De cada planta foi medido o perímetro do caule a altura do solo (PAS). Utilizamos como critério de inclusão de árvores, arbustos lenhosos e palmeiras, um perímetro mínimo de 10 cm como em outros trabalhos em áreas de cerrados (Gomes et al. 2004, Miranda et al. 2006). De todas as áreas mediram-se indivíduos de oito linhas paralelas espaçadas 10 m, cada uma com 10 pontos amostrais espaçados por 10m, totalizando 80 pontos amostrais por área de cerrado amostrada. Após o trabalho de campo, os indivíduos foram identificados a nível de espécie através de suas características morfológicas.

Área de estudo - O estudo foi realizado em áreas de cerrado do município de Itirapina (22°13'S e 47°51'W, 760m de altitude), estado de São Paulo, sudeste do Brasil. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é temperado úmido com inverno seco e verão quente, sendo as duas estações bem definidas (Gottsberger & Gottsberger, 2006).

Análise de dados - Calculamos os seguintes parâmetros: (1) abundância de indivíduos por espécie, em que  $A_e$  = número total de indivíduos amostrados; (2) densidade absoluta da comunidade, obtida como  $DA_t = 10000/\bar{A}$  número total de indivíduos por unidade de área, na qual  $DA_t$  é a densidade absoluta da comunidade,  $\bar{A}$  = área média ocupada por um indivíduo da comunidade em metros quadrados; (3) densidade absoluta da espécie, obtida por  $DA_e = DA_t \cdot n_e/N$ , na qual  $DA_e$  = densidade absoluta de dada espécie e,  $n_e$  = número de indivíduos amostrados da espécie e,  $N$  = número total de indivíduos amostrados na comunidade; (4) densidade relativa da espécie, obtida por  $Dre = 100 \cdot n_e/N$ , na qual  $Dre$  = densidade relativa de dada espécie,  $N$  = número total de indivíduos amostrados na comunidade; (5) Frequência absoluta da espécie, obtida por  $Fae = 100 \cdot (P_e/P_t)$ , na qual  $Fae$  = frequência absoluta de dada espécie,  $P_e$  = número de unidades amostrais em que a espécie e ocorre,  $P_t$  = número total de unidades amostrais utilizadas no trabalho; (6) Frequência relativa da espécie, obtida por  $Fre = 100 \cdot (Fae/FAt)$ , na qual  $Fre$  = frequência relativa de dada espécie e;  $Fae$  = frequência absoluta da espécie e,  $FAt$  = somatório da frequência absoluta de todas as espécies; (7) Dominância absoluta, calculado por  $Doae = \sum Ge/A$ , obtém-se pela soma das áreas

basais dos caules de todos os indivíduos, sendo  $Ge = \text{Área basal}$ , calculada por  $A = p^2/4\pi$ ,  $Doae =$  dominância absoluta da espécie  $e$ ;  $\sum Ge =$  somatória da área basal de todos os indivíduos da espécie  $e$ ,  $A =$  área total amostrada em hectare; (8) Dominância relativa, calculada como  $Dore = 100 (Ge/Gt)$ , é a proporção da área basal total da comunidade que dada espécie possui, na qual  $Gt =$  Área basal total,  $Dore =$  dominância relativa da espécie  $e$ ,  $Ge =$  somatória da área basal de todos os indivíduos da espécie  $e$ ; (9) IVI (Índice de valor de importância), calculada como  $IVIe = Dre + Fre + Dore$ , indicando quais espécies têm maior contribuição para a comunidade. Obtivemos o Índice de Valor de Importância das espécies (IVIe) que compõem os cinco locais onde ocorreram as coletas e obtivemos o número de espécies que corresponderiam juntas a cerca de 50% do IVI total da área estudada.

## Resultados

As espécies com maior IVIe diferem-se em cada área: Graúna, *Byrsonima coccolobifolia* (IVIe=29,14); Valério, *Myrcia língua* (IVIe=30,90); Estrela, *Aegiphila lhotzkiana* (IVIe=34,57); Estação Ecológica, *Syagrus petrea* (IVIe=58,12); Pedregulho, *Siparuna guianensis* (IVIe=31,52) (Tabela 1, 2, 3, 4 e 5).

Encontramos um número reduzido de espécies, entre 20,4% no (Graúna) e 12,6% no (Pedregulho) que correspondem a mais de 50% do IVI total da comunidade (Tabela 7).

A fim de descrever as espécies menos representativas na composição das comunidades, escolhemos as dez espécies com menor IVI dentre todas as áreas. Observamos, então, a presença ou ausência de ocorrência dessas espécies em cada área (Tabela 6). A espécie de menor IVI (0,79) com ocorrência em apenas um local foi *Ixora venulosa*. *Myrsine umbellata*, apesar de ter ocorrido com baixo IVI (0,79) na região do Valério, obteve um valor alto de IVI (16,99) na região do Pedregulho, enquanto *Myrsine guianensis* obteve grande variação de IVI (de 0,80 no Valério a 10,39 no Estrela)

e ocorreu em todas as áreas amostradas. A região que concentrou a maior parte dos menores IVIe foi Pedregulho.

Em relação às distâncias entre os indivíduos e o ponto quadrante, observamos muitos *outlayers* correspondentes à grande variação de distância entre os indivíduos de uma mesma área (Figura 1), o que nos impediu de realizar inferências sobre as densidades de cada local. Os valores de densidade absoluta encontrados são:  $2424,92 \pm 7656,96$  indivíduos.m<sup>-2</sup> no Graúna;  $2855,85 \pm 6567,04$  indivíduos.m<sup>-2</sup> no Valério;  $3361,09 \pm 10548,52$  indivíduos.m<sup>-2</sup> no Estrela;  $1351,46 \pm 3403,91$  indivíduos.m<sup>-2</sup> na Estação Ecológica e  $3573,08 \pm 11876,48$  indivíduos.m<sup>-2</sup> no Pedregulho.

**Tabela 1.** Dados fitossociológicos – Graúna (Ae= abundância por espécie; Dae=dominância absoluta por espécie; Dre=dominância relativa por espécie; Fae=frequência absoluta por espécie; Fre=frequência relativa por espécie; Doae=dominância absoluta por espécie; Dore=dominância relativa por espécie; IVIe=índice de valor de importância por espécie).

Espécie	Ae	Dae	Dre	Fae	Fre	Doae	Dore	IVIe	
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>		27	251,26	10,55	37,50	10,67	0,96	6,89	28,11
<i>Pouteria torta</i>		17	158,20	6,64	18,75	5,33	1,75	12,57	24,55
<i>Erythroxylum suberosum</i>		26	241,95	10,16	32,81	9,33	0,70	5,03	24,52
<i>Pouteria ramiflora</i>		10	93,06	3,91	15,63	4,44	1,30	9,31	17,66
<i>Xylopia aromatica</i>		13	120,98	5,08	17,19	4,89	0,64	4,61	14,57
<i>Stryphnodendron adstringens</i>		11	102,37	4,30	14,06	4,00	0,80	5,76	14,05
<i>Miconia rubiginosa</i>		8	74,45	3,13	12,50	3,56	0,68	4,91	11,59
<i>Eriotheca gracilipes</i>		10	93,06	3,91	12,50	3,56	0,51	3,63	11,09
<i>Guapira noxia</i>		8	74,45	3,13	9,38	2,67	0,72	5,19	10,98
<i>Tabebuia ochracea</i>		11	102,37	4,30	12,50	3,56	0,43	3,05	10,90
<i>Piptocarpha rotundifolia</i>		7	65,14	2,73	10,94	3,11	0,55	3,92	9,76
<i>Syagrus petraea</i>		9	83,75	3,52	10,94	3,11	0,20	1,44	8,06
<i>Aspidosperma tomentosum</i>		7	65,14	2,73	9,38	2,67	0,24	1,70	7,10
<i>Bowdichia virgilioides</i>		4	37,22	1,56	6,25	1,78	0,49	3,49	6,83
<i>Dalbergia miscolobium</i>		6	55,84	2,34	9,38	2,67	0,25	1,81	6,82
<i>Tabebuia aurea</i>		5	46,53	1,95	7,81	2,22	0,34	2,44	6,61
<i>Ouratea spectabilis</i>		4	37,22	1,56	6,25	1,78	0,44	3,17	6,51
<i>Myrcia lingua</i>		6	55,84	2,34	9,38	2,67	0,19	1,35	6,36
<i>Miconia albicans</i>		6	55,84	2,34	9,38	2,67	0,13	0,90	5,91
<i>Myrsine guianensis</i>		6	55,84	2,34	7,81	2,22	0,09	0,64	5,21
<i>Kielmeyera rubriflora</i>		4	37,22	1,56	6,25	1,78	0,20	1,44	4,78
<i>Aegiphila lhotzkiana</i>		5	46,53	1,95	7,81	2,22	0,06	0,41	4,59
<b>Tabela 1.</b> Continuação.		4	37,22	1,56	6,25	1,78	0,11	0,80	4,14

*Dimorphandra mollis*

<i>Ocotea corymbosa</i>	1	9,31	0,39	1,56	0,44	0,45	3,23	4,06
<i>Diospyros hispida</i>	4	37,22	1,56	6,25	1,78	0,05	0,34	3,68
<i>Qualea grandiflora</i>	2	18,61	0,78	3,13	0,89	0,27	1,95	3,62
<i>Stryphnodendron obovatum</i>	3	27,92	1,17	4,69	1,33	0,08	0,61	3,11
<i>Machaerium acutifolium</i>	2	18,61	0,78	3,13	0,89	0,18	1,30	2,97
<i>Eugenia dysenterica</i>	2	18,61	0,78	3,13	0,89	0,18	1,28	2,95
<i>Styrax ferrugineus</i>	2	18,61	0,78	3,13	0,89	0,17	1,22	2,89
<i>Dymorphandra mollis</i>	3	27,92	1,17	3,13	0,89	0,08	0,54	2,60
<i>Lafoensia pacari</i>	2	18,61	0,78	3,13	0,89	0,09	0,63	2,30
<i>Annona crassiflora</i>	2	18,61	0,78	3,13	0,89	0,08	0,57	2,24
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	2	18,61	0,78	3,13	0,89	0,07	0,54	2,21
<i>Machaerium acutifolium</i>	2	18,61	0,78	3,13	0,89	0,06	0,44	2,11
<i>Erythroxyllum suberosum</i>	3	27,92	1,17	1,56	0,44	0,06	0,45	2,07
<i>Styrax ferrugineus</i>	1	9,31	0,39	1,56	0,44	0,16	1,12	1,96
<i>Kielmeyera variabilis</i>	2	18,61	0,78	3,13	0,89	0,02	0,15	1,82
<i>Schefflera vinosa</i>	2	18,61	0,78	3,13	0,89	0,01	0,11	1,78
<i>Eugenia puniceifolia</i>	1	9,31	0,39	1,56	0,44	0,06	0,42	1,25
<i>Attalea geraensis</i>	1	9,31	0,39	1,56	0,44	0,05	0,33	1,17
<i>Myrcia bella</i>	1	9,31	0,39	1,56	0,44	0,01	0,10	0,94
<i>Bauhinia rufa</i>	1	9,31	0,39	1,56	0,44	0,01	0,06	0,90
<i>Erythroxyllum tortuosum</i>	1	9,31	0,39	1,56	0,44	0,01	0,06	0,90
<i>Neea theifera</i>	1	9,31	0,39	1,56	0,44	0,01	0,06	0,90
<i>Lippia balansae</i>	1	9,31	0,39	1,56	0,44	0,01	0,05	0,89
Total	256	2838,69	100	64	100	13,95	100	300

**Tabela 2.** Dados fitossociológicos – Valério (Ae= abundância por espécie; Dae=dominância absoluta por espécie; Dre=dominância relativa por espécie; Fae=frequência absoluta por espécie; Fre=frequência relativa por espécie; Doae=dominância absoluta por espécie; Dore=dominância relativa por espécie; IVIe=índice de valor de importância por espécie).

Espécie	Ae	Dae	Dre	Fae	Fre	Doa	Dore	IVIe
<i>Xylopia aromatica</i>	38	387,58	13,57	42,86	12,24	1,76	5,53	31,35
<i>Myrcia lingua</i>	36	367,18	12,86	41,43	11,84	1,99	6,25	30,95
<i>Miconia rubiginosa</i>	16	163,19	5,71	22,86	6,53	4,67	14,67	26,92
<i>Dalbergia miscolobium</i>	13	132,59	4,64	18,57	5,31	4,75	14,93	24,88
<i>Pouteria torta</i>	15	152,99	5,36	15,71	4,49	2,52	7,91	17,76
<i>Ocotea pulchella</i>	18	183,59	6,43	22,86	6,53	1,44	4,52	17,48
<i>Anadenanthera falcata</i>	9	91,80	3,21	12,86	3,67	3,15	9,90	16,79
<i>Pouteria ramiflora</i>	14	142,79	5,00	15,71	4,49	1,49	4,70	14,19
<i>Pera glabrata</i>	9	91,80	3,21	12,86	3,67	2,21	6,95	13,83
<i>Miconia albicans</i>	14	142,79	5,00	15,71	4,49	0,23	0,72	10,21
<i>Attalea geraensis</i>	10	101,99	3,57	14,29	4,08	0,17	0,55	8,20
<i>Aspidosperma tomentosum</i>	10	101,99	3,57	11,43	3,27	0,31	0,99	7,82
<i>Qualea grandiflora</i>	5	51,00	1,79	5,71	1,63	1,19	3,75	7,17
<i>Acosmium subelegans</i>	7	71,40	2,50	10,00	2,86	0,47	1,48	6,84
<i>Bowdichia virgiloides</i>	4	40,80	1,43	5,71	1,63	1,09	3,41	6,48
<i>Amaioua guianensis</i>	6	61,20	2,14	7,14	2,04	0,54	1,70	5,89
<i>Pouteria torta</i>	6	61,20	2,14	5,71	1,63	0,63	1,97	5,75
<i>Ouratea spectabilis</i>	4	40,80	1,43	5,71	1,63	0,51	1,60	4,66
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	3	30,60	1,07	4,29	1,22	0,32	1,01	3,31
<i>Syagrus petraea</i>	4	40,80	1,43	4,29	1,22	0,08	0,26	2,91
<i>Diospyros hispida</i>	3	30,60	1,07	4,29	1,22	0,12	0,38	2,67
<i>Styrax ferrugineus</i>	2	20,40	0,71	2,86	0,82	0,35	1,09	2,62
<b>Tabela 2.</b> continuação	3	30,60	1,07	4,29	1,22	0,07	0,23	2,53

<i>Guapira graciliflora</i>									
<i>Siparuna guianensis</i>	3	30,60	1,07	4,29	1,22	0,07	0,23	2,53	
<i>Eriotheca gracilipes</i>	2	20,40	0,71	1,43	0,41	0,29	0,91	2,03	
<i>Calyptanthus lucida</i>	2	20,40	0,71	2,86	0,82	0,03	0,10	1,63	
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	2	20,40	0,71	2,86	0,82	0,02	0,06	1,59	
<i>Cedrela fissilis</i>	1	10,20	0,36	1,43	0,41	0,24	0,74	1,51	
<i>Annona crassiflora</i>	1	10,20	0,36	1,43	0,41	0,22	0,69	1,46	
<i>Eugenia puniceifolia</i>	1	10,20	0,36	1,43	0,41	0,16	0,52	1,28	
<i>Schefflera vinosa</i>	1	10,20	0,36	1,43	0,41	0,14	0,45	1,22	
<i>Vochysia tucanorum</i>	1	10,20	0,36	1,43	0,41	0,09	0,29	1,06	
<i>Vernonia difusa</i>	1	10,20	0,36	1,43	0,41	0,09	0,28	1,04	
<i>Machaerium acutifolium</i>	1	10,20	0,36	1,43	0,41	0,08	0,25	1,01	
<i>Guapira noxia</i>	1	10,20	0,36	1,43	0,41	0,05	0,17	0,94	
<i>Ficus guaranitica</i>	1	10,20	0,36	1,43	0,41	0,03	0,09	0,86	
<i>Syagrus petraea</i>	1	10,20	0,36	1,43	0,41	0,03	0,09	0,86	
<i>Byrsonima crassifolia</i>	1	10,20	0,36	1,43	0,41	0,03	0,09	0,86	
<i>Casearia sylvestris</i>	1	10,20	0,36	1,43	0,41	0,02	0,07	0,84	
<i>Alchornea triplinervia</i>	1	10,20	0,36	1,43	0,41	0,02	0,06	0,83	
<i>Myrciaria floribunda</i>	1	10,20	0,36	1,43	0,41	0,02	0,06	0,83	
<i>Strychnos pseudoquina</i>	1	10,20	0,36	1,43	0,41	0,02	0,06	0,82	
<i>Virola sebifera</i>	1	10,20	0,36	1,43	0,41	0,02	0,06	0,82	
<i>Strychnos brasiliense</i>	1	10,20	0,36	1,43	0,41	0,02	0,05	0,82	
<i>Erythroxylum deciduum</i>	1	10,20	0,36	1,43	0,41	0,01	0,04	0,81	
Não Identificada 2	1	10,20	0,36	1,43	0,41	0,01	0,04	0,80	
<i>Cybistax antisiphilitica</i>	1	10,20	0,36	1,43	0,41	0,01	0,03	0,80	
<i>Erythroxylum tortuosum</i>	1	10,20	0,36	1,43	0,41	0,01	0,03	0,80	
<i>Myrsine umbellata</i>	1	10,20	0,36	1,43	0,41	0,01	0,03	0,80	
<b>Tabela 2.</b> Continuação	280	2855,85	100,00	350,00	100,00	31,81	100,00	300,00	

Total Geral

---

**Tabela 3.** Dados fitossociológicos – Estrela. (Ae= abundância por espécie; Dae=dominância absoluta por espécie; Dre=dominância relativa por espécie; Fae=frequência absoluta por espécie; Fre=frequência relativa por espécie; Doae=dominância absoluta por espécie; Dore=dominância relativa por espécie; IVIe=índice de valor de importância por espécie).

Espécie	Ae	Dae	Dre	Fae	Fre	Doae	Dore	IVIe
<i>Aegiphila lhotzkiana</i>	44	543,71	16,18	48,53	14,60	1,07	8,16	38,94
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	27	333,64	9,93	29,41	8,85	1,81	13,78	32,56
<i>Xylopia aromatica</i>	32	395,42	11,76	32,35	9,73	0,64	4,89	26,39
<i>Qualea grandiflora</i>	8	98,86	2,94	10,29	3,10	2,58	19,66	25,70
<i>Dalbergia miscolobium</i>	17	210,07	6,25	19,12	5,75	1,55	11,81	23,82
<i>Attalea geraensis</i>	13	160,64	4,78	17,65	5,31	1,22	9,26	19,35
<i>Erythroxylum suberosum</i>	16	197,71	5,88	20,59	6,19	0,40	3,08	15,15
<i>Stryphnodendron obovatum</i>	12	148,28	4,41	14,71	4,42	0,17	1,31	10,14
<i>Dimorphandra mollis</i>	10	123,57	3,68	13,24	3,98	0,29	2,22	9,88
<i>Myrsine guianensis</i>	11	135,93	4,04	13,24	3,98	0,22	1,64	9,66
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	9	111,21	3,31	13,24	3,98	0,25	1,91	9,21
<i>Pouteria ramiflora</i>	7	86,50	2,57	7,35	2,21	0,51	3,90	8,68
<i>Eriotheca gracilipes</i>	6	74,14	2,21	7,35	2,21	0,45	3,44	7,86
<i>Aspidosperma tomentosum</i>	6	74,14	2,21	8,82	2,65	0,25	1,90	6,76
<i>Myrcia lingua</i>	6	74,14	2,21	8,82	2,65	0,24	1,86	6,72
<i>Pouteria torta</i>	6	74,14	2,21	8,82	2,65	0,18	1,34	6,20
<i>Banisteropsis campestris</i>	2	24,71	0,74	2,94	0,88	0,40	3,08	4,70
<i>Diospyros hispida</i>	5	61,78	1,84	5,88	1,77	0,07	0,50	4,11
<i>Syagrus petraea</i>	4	49,43	1,47	5,88	1,77	0,09	0,66	3,90
<i>Machaerium acutifolium</i>	3	37,07	1,10	4,41	1,33	0,05	0,42	2,85
<i>Erythroxylum tortuosum</i>	3	37,07	1,10	2,94	0,88	0,10	0,78	2,77
<i>Kielmeyera rubriflora</i>	2	24,71	0,74	2,94	0,88	0,05	0,41	2,03
<i>Vernonia rubriramea</i>	2	24,71	0,74	2,94	0,88	0,04	0,29	1,91
<i>Caryocar brasiliense</i>	2	24,71	0,74	2,94	0,88	0,03	0,24	1,86
<i>Annona coriacea</i>	2	24,71	0,74	2,94	0,88	0,02	0,15	1,77
<i>Connarus suberosus</i>	1	12,36	0,37	1,47	0,44	0,10	0,77	1,58
<i>Bauhinia holophylla</i>	1	12,36	0,37	1,47	0,44	0,06	0,43	1,24
<i>Lippia</i> sp.	1	12,36	0,37	1,47	0,44	0,04	0,27	1,08
<i>Qualea multiflora</i>	1	12,36	0,37	1,47	0,44	0,03	0,22	1,03
<i>Acosmium subelegans</i>	1	12,36	0,37	1,47	0,44	0,03	0,19	1,00
<i>Bowdichia virgiloides</i>	1	12,36	0,37	1,47	0,44	0,03	0,19	1,00
<i>Eugenia dysenterica</i>	1	12,36	0,37	1,47	0,44	0,02	0,15	0,96
<i>Guapira noxia</i>	1	12,36	0,37	1,47	0,44	0,02	0,15	0,96
<i>Tabebuia ochracea</i>	1	12,36	0,37	1,47	0,44	0,02	0,15	0,96
Não Identificada 1	1	12,36	0,37	1,47	0,44	0,02	0,14	0,95
<i>Kielmeyera variabilis</i>	1	12,36	0,37	1,47	0,44	0,02	0,13	0,94
<i>Miconia libustroides</i>	1	12,36	0,37	1,47	0,44	0,01	0,11	0,92
Mirtaceae I	1	12,36	0,37	1,47	0,44	0,01	0,11	0,92
<i>Tocoyena formosa</i>	1	12,36	0,37	1,47	0,44	0,01	0,09	0,90

**Tabela3. Continuação**

<i>Erythroxyllum suberosum</i>	1	12,36	0,37	1,47	0,44	0,01	0,07	0,89
<i>Myrcia bella</i>	1	12,36	0,37	1,47	0,44	0,01	0,07	0,89
<i>Ouratea spectabilis</i>	1	12,36	0,37	1,47	0,44	0,01	0,07	0,89
<b>Total Geral</b>	<b>272</b>	<b>3361,09</b>	<b>100,00</b>	<b>332,35</b>	<b>100,00</b>	<b>13,14</b>	<b>100,00</b>	<b>300,00</b>

**Tabela 4.** Dados fitossociológicos – Estação Ecológica (Ae= abundância por espécie; Dae=dominância absoluta por espécie; Dre=dominância relativa por espécie; Fae=frequência absoluta por espécie; Fre=frequência relativa por espécie; Doae=dominância absoluta por espécie; Dore=dominância relativa por espécie; IVIe=índice de valor de importância por espécie)

Espécie	Ae	Dae	Dre	Fae	Fre	Doae	Dore	IVIe
<i>Syagrus petraea</i>	62	283,28	24,60	55,56	18,52	4,59	16,75	59,88
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	28	127,93	11,11	34,92	11,64	3,10	11,32	34,08
<i>Baccharis dracunculifolia</i>	27	123,36	10,71	36,51	12,17	1,33	4,84	27,73
<i>Aspidosperma tomentosum</i>	22	100,52	8,73	26,98	8,99	1,54	5,61	23,33
<i>Tabebuia ochracea</i>	19	86,81	7,54	22,22	7,41	1,85	6,75	21,69
<i>Attalea geraensis</i>	14	63,97	5,56	19,05	6,35	2,34	8,55	20,46
<i>Pouteria torta</i>	9	41,12	3,57	14,29	4,76	2,44	8,89	17,22
<i>Pouteria ramiflora</i>	11	50,26	4,37	12,70	4,23	2,01	7,34	15,94
<i>Kielmeyera variabilis</i>	13	59,40	5,16	12,70	4,23	1,61	5,87	15,27
<i>Annona crassiflora</i>	8	36,55	3,17	11,11	3,70	1,66	6,05	12,92
<i>Piptocarpha rotundifolia</i>	9	41,12	3,57	11,11	3,70	1,32	4,81	12,08
<i>Erythroxylum suberosum</i>	6	27,41	2,38	7,94	2,65	0,66	2,40	7,43
<i>Campomanesia pubescens</i>	4	18,28	1,59	6,35	2,12	0,18	0,64	4,35
<i>Myrsine guianensis</i>	3	13,71	1,19	4,76	1,59	0,39	1,44	4,21
<i>Stryphnodendron obovatum</i>	2	9,14	0,79	3,17	1,06	0,39	1,44	3,29
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	2	9,14	0,79	3,17	1,06	0,38	1,39	3,24
<i>Diospyros hispida</i>	2	9,14	0,79	3,17	1,06	0,36	1,31	3,16
<i>Acosmium subelegans</i>	2	9,14	0,79	1,59	0,53	0,18	0,66	1,98
<i>Bauhinia holophylla</i>	2	9,14	0,79	1,59	0,53	0,09	0,32	1,64
<i>Dimorphandra mollis</i>	1	4,57	0,40	1,59	0,53	0,19	0,69	1,62
<i>Byrsonima intermedia</i>	1	4,57	0,40	1,59	0,53	0,17	0,63	1,56
<i>Annona coriacea</i>	1	4,57	0,40	1,59	0,53	0,16	0,58	1,50
<b>Tabela 4.</b> Continuação	1	4,57	0,40	1,59	0,53	0,14	0,52	1,45

*Eriotheca gracilipes*

*Kielmeyera rubriflora* 1 4,57 0,40 1,59 0,53 0,13 0,47 1,40

*Eugenia aurata* 1 4,57 0,40 1,59 0,53 0,12 0,42 1,35

*Kielmeyera coriacea* 1 4,57 0,40 1,59 0,53 0,08 0,29 1,22

Total Geral 252 1151,40 100,00 300,00 100,00 27,40 100,00 300,00

---

---

**Tabela 5.** Dados fitossociológicos - Pedregulho (Ae= abundância por espécie; Dae=dominância absoluta por espécie; Dre=dominância relativa por espécie; Fae=frequência absoluta por espécie; Fre=frequência relativa por espécie; Doae=dominância absoluta por espécie; Dore=dominância relativa por espécie; IVIe=índice de valor de importância por espécie)

Espécie	Ae	Dae	Dre	Fae	Fre	Doa	Dore	IVI
<i>Agonandra brasiliensis</i>	42	513,94	14,38	42,47	12,60	26,56	3,25	30,24
<i>Alchornea triplinervea</i>	29	354,86	9,93	26,03	7,72	46,53	5,69	23,35
<i>Alibertia sessilis</i>	9	110,13	3,08	10,96	3,25	95,62	11,70	18,03
<i>Amaioua guianensis</i>	20	244,73	6,85	23,29	6,91	20,28	2,48	16,24
<i>Annona coriacea</i>	17	208,02	5,82	19,18	5,69	32,95	4,03	15,55
<i>Bauhinia rufa</i>	14	171,31	4,79	15,07	4,47	44,81	5,48	14,75
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	10	122,37	3,42	12,33	3,66	59,03	7,22	14,31
<i>Byrsonima crassiflora</i>	13	159,08	4,45	15,07	4,47	32,65	4,00	12,92
Byrsonima sp.	11	134,60	3,77	12,33	3,66	31,22	3,82	11,25
<i>Calyptanthes lucida</i>	4	48,95	1,37	5,48	1,63	55,22	6,76	9,75
<i>Calyptanthes megafila</i>	7	85,66	2,40	9,59	2,85	30,01	3,67	8,91
<i>Casearia sylvestris</i>	6	73,42	2,05	5,48	1,63	32,77	4,01	7,69
<i>Copaifera langsdorffii</i>	1	12,24	0,34	1,37	0,41	55,47	6,79	7,54
<i>Coussarea hydrangeifolia</i>	7	85,66	2,40	4,11	1,22	29,54	3,61	7,23
<i>Croton floribundus</i>	3	36,71	1,03	4,11	1,22	29,50	3,61	5,86
<i>Cupanea vernalis</i>	4	48,95	1,37	5,48	1,63	22,45	2,75	5,74
<i>Cupania vernalis</i>	6	73,42	2,05	8,22	2,44	7,06	0,86	5,36
<i>Dalbergia miscolobium</i>	5	61,18	1,71	6,85	2,03	8,52	1,04	4,79
<i>Daphnopsis fasciculata</i>	5	61,18	1,71	6,85	2,03	7,32	0,90	4,64
<i>Enterolobium gulmmiferum</i>	4	48,95	1,37	5,48	1,63	8,94	1,09	4,09
<i>Enterolobium gummiferum</i>	4	48,95	1,37	5,48	1,63	6,51	0,80	3,79
<i>Erytroxylum deciduum</i>	3	36,71	1,03	4,11	1,22	4,68	0,57	2,82
<b>Tabela 5.</b> Continuação.	3	36,71	1,03	4,11	1,22	2,29	0,28	2,53

<i>Eugenia florida</i>									
<i>Gochinatia polymorpha</i>	3	36,71	1,03	4,11	1,22	1,72	0,21	2,46	
<i>Gochnatia polymorpha</i>	3	36,71	1,03	2,74	0,81	2,34	0,29	2,13	
<i>Guapira graciflora</i>	2	24,47	0,68	2,74	0,81	4,79	0,59	2,08	
<i>Guarea macrophylla</i>	1	12,24	0,34	1,37	0,41	10,39	1,27	2,02	
<i>Guatteria nigrescens</i>	2	24,47	0,68	2,74	0,81	3,68	0,45	1,95	
<i>Ixora venulosa</i>	2	24,47	0,68	2,74	0,81	3,35	0,41	1,91	
<i>Kielmeyera variabilis</i>	2	24,47	0,68	2,74	0,81	2,84	0,35	1,84	
<i>Lacistema hasslerianum</i>	1	12,24	0,34	1,37	0,41	7,93	0,97	1,72	
<i>Luehea speciosa</i>	2	24,47	0,68	2,74	0,81	1,73	0,21	1,71	
<i>Machaerium acutifolium</i>	2	24,47	0,68	2,74	0,81	1,05	0,13	1,63	
<i>Machaerium guillininianus</i>	1	12,24	0,34	1,37	0,41	5,63	0,69	1,44	
<i>Miconia chartacea</i>	2	24,47	0,68	1,37	0,41	2,66	0,33	1,42	
<i>Miconia ligustroides</i>	2	24,47	0,68	1,37	0,41	2,61	0,32	1,41	
<i>Miconia pepericarpa</i>	2	24,47	0,68	1,37	0,41	2,04	0,25	1,34	
<i>Miconia rubiginosa</i>	1	12,24	0,34	1,37	0,41	4,80	0,59	1,34	
Mollinedia sp.	1	12,24	0,34	1,37	0,41	4,53	0,55	1,30	
<i>Myrcia pallens</i>	1	12,24	0,34	1,37	0,41	4,53	0,55	1,30	
<i>Myrcia tomentosa</i>	1	12,24	0,34	1,37	0,41	4,53	0,55	1,30	
<i>Myrciaria floribunda</i>	1	12,24	0,34	1,37	0,41	4,01	0,49	1,24	
<i>Myrcine guianensis</i>	1	12,24	0,34	1,37	0,41	3,76	0,46	1,21	
<i>Myrcine umbellata</i>	1	12,24	0,34	1,37	0,41	3,53	0,43	1,18	
<i>Myrsine umbellata</i>	1	12,24	0,34	1,37	0,41	3,53	0,43	1,18	
Não Identificada 3	1	12,24	0,34	1,37	0,41	3,29	0,40	1,15	
<i>Nectandra rigida</i>	1	12,24	0,34	1,37	0,41	3,07	0,38	1,12	
<i>Ocotea corymbosa</i>	1	12,24	0,34	1,37	0,41	2,65	0,32	1,07	
<i>Ocotea pulchella</i>	1	12,24	0,34	1,37	0,41	2,65	0,32	1,07	
<b>Tabela 5.</b> Continuação	1	12,24	0,34	1,37	0,41	2,45	0,30	1,05	

<i>Pera glabrata</i>									
<i>Pinus elliottii</i>	1	12,24	0,34	1,37	0,41	2,45	0,30	1,05	
<i>Protium heptaphyllum</i>	1	12,24	0,34	1,37	0,41	2,45	0,30	1,05	
<i>Psychotria barbiger</i>	1	12,24	0,34	1,37	0,41	2,07	0,25	1,00	
<i>Psychotria carthagenensis</i>	1	12,24	0,34	1,37	0,41	1,90	0,23	0,98	
<i>Qualea grandiflora</i>	1	12,24	0,34	1,37	0,41	1,57	0,19	0,94	
<i>Qualea multiflora</i>	1	12,24	0,34	1,37	0,41	1,57	0,19	0,94	
<i>Roupala montana</i>	1	12,24	0,34	1,37	0,41	1,41	0,17	0,92	
<i>Rudgea viburnoides</i>	1	12,24	0,34	1,37	0,41	1,27	0,16	0,90	
<i>Siparuna guianensis</i>	1	12,24	0,34	1,37	0,41	1,13	0,14	0,89	
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	1	12,24	0,34	1,37	0,41	1,07	0,13	0,88	
<i>Stryphnodendron obovatum</i>	1	12,24	0,34	1,37	0,41	1,00	0,12	0,87	
<i>Styrax ferrugineus</i>	1	12,24	0,34	1,37	0,41	0,94	0,12	0,86	
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	1	12,24	0,34	1,37	0,41	0,94	0,12	0,86	
<i>Tabebuia serratifolia</i>	1	12,24	0,34	1,37	0,41	0,88	0,11	0,86	
<i>Tapirira guianensis</i>	1	12,24	0,34	1,37	0,41	0,88	0,11	0,86	
<i>Tibouchina pepericarpa</i>	1	12,24	0,34	1,37	0,41	0,77	0,09	0,84	
<i>Tibouchina stenocarpa</i>	1	12,24	0,34	1,37	0,41	0,77	0,09	0,84	
<i>Toxicodendrum succedonium</i>	1	12,24	0,34	1,37	0,41	0,77	0,09	0,84	
<i>Vernonia sp.</i>	1	12,24	0,34	1,37	0,41	0,71	0,09	0,84	
<i>Virola sebifera</i>	1	12,24	0,34	1,37	0,41	0,52	0,06	0,81	
<i>Vochysia tucanorum</i>	1	12,24	0,34	1,37	0,41	0,47	0,06	0,81	
<i>Volchysia tucanorum</i>	1	12,24	0,34	1,37	0,41	0,47	0,06	0,81	
<i>Xylopia aromatica</i>	1	12,24	0,34	1,37	0,41	0,42	0,05	0,80	
<i>Xylopia brasiliensis</i>	1	12,24	0,34	1,37	0,41	0,39	0,05	0,80	
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	1	12,24	0,34	1,37	0,41	0,39	0,05	0,80	
Total	292	3573,09	100,00	336,99	100,00	817,22	100,00	300,00	

**Tabela 6.** As 10 espécies com menores valores de IVI dentre todas as áreas amostradas. Os valores correspondem ao IVIe em cada local, e as células em cinza representam o menor valor de IVIe da espécie

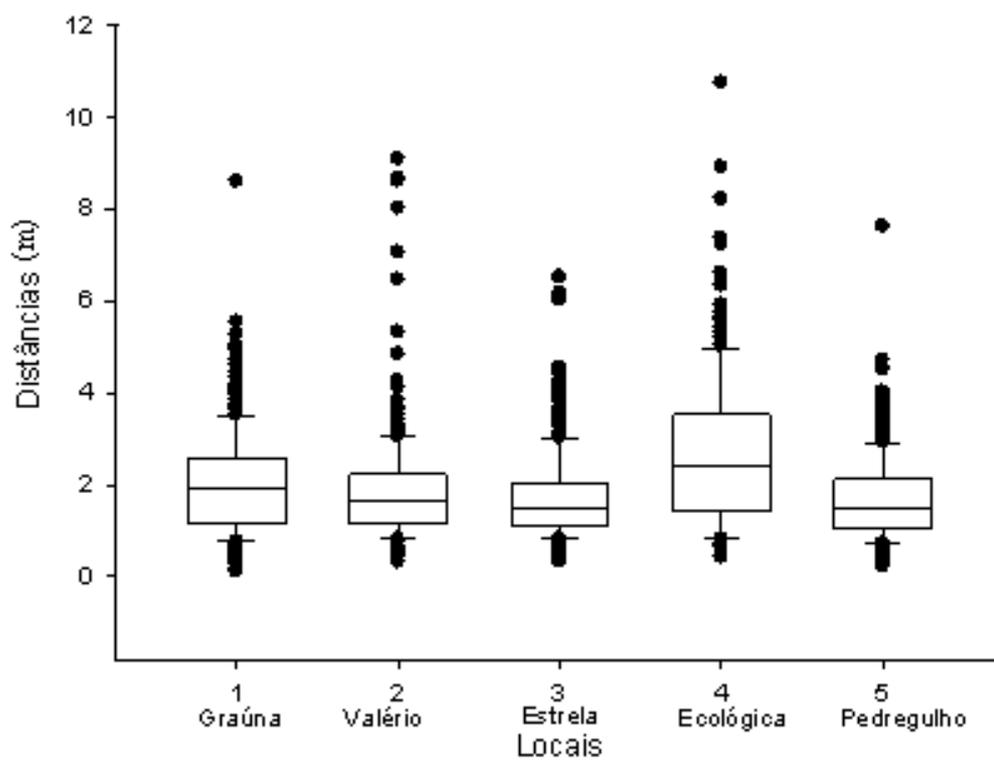
Espécies	EEcológica	Estrela	Graúna	Pedregulho	Valério
<i>Acosmium subelegans</i>	2,39	0,90	\	0,79	6,83
<i>Ixora venulosa</i>	\	\	\	0,79	\
<i>Roupala montana</i>	\	\	\	0,79	\
<i>Cybistax antisiphilitica</i>	\	\	\	\	0,79
<i>Erythroxylum deciduum</i>	\	\	\	1,00	0,79
<i>Myrsine umbellata</i>	\	\	\	16,99	0,79
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	\	\	\	0,80	\
<i>Myrsine guianensis</i>	4,49	10,39	4,30	0,84	0,80
<i>Ormosia arbórea</i>	\	\	\	0,80	\
<i>Stryphnodendron obovatum</i>	6,48	14,95	8,77	0,80	\

**Tabela 7.** Mínimo de espécies que correspondem a pelo menos 50% do IVI total da comunidade. Ae: Abundância de indivíduos por espécie.

Graúna			Valério			Estrela			
Espécie	Ae	IVle	Espécie	Ae	IVle	Espécie	Ae	IVle	
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	28	29,14	<i>Myrcia lingua</i>	36	30,90	<i>Aegiphila lhotzkiana</i>	41	34,57	
<i>Pouteria torta</i>	19	27,92	<i>Xylopia aromatica</i>	16	29,80	<i>Xylopia aromatica</i>	35	31,21	
<i>Erythroxylum suberosum</i>	29	26,59	<i>Miconia rubiginosa</i>	12	26,89	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	23	24,17	
<i>Xylopia aromatica</i>	13	14,63	<i>Dalbergia miscolobium</i>	21	23,98	<i>Qualea grandiflora</i>	9	23,70	
<i>Pouteria ramiflora</i>	9	14,39	<i>Pouteria torta</i>	18	23,49	<i>Dalbergia miscolobium</i>	18	21,91	
<i>Miconia rubiginosa</i>	9	12,56	<i>Ocotea pulchella</i>		17,45	<i>Attalea geraensis</i>	13	19,36	
<i>Eriotheca gracilipes</i>	10	11,09							
<i>Guapira noxia</i>	7	9,93							
<i>Piptocarpha rotundifolia</i>	7	9,76							
(%)	20,40%	51,20%	52%	12%	49,60%	50,84%	15%	25,50%	51,60%
Total	9	131	156,01	6	139	152,51	6	139	154,91

**Tabela 7.** Continuação

Ecológica			Pedregulho		
Espécie	Ae	IVle	Espécie	Ae	IVle
<i>Syagrus petraea</i>	62	58,12	<i>Siparuna guianensis</i>	44	31,52
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	28	33,15	<i>Miconia chartacea</i>	26	19,81
<i>Baccharis dracunculifolia</i>	27	26,73	<i>Vochysia tucanorum</i>	9	17,96
<i>Aspidosperma tomentosum</i>	22	22,71	<i>Myrsine umbellata</i>	21	16,99
<i>Tabebuia ochracea</i>	19	21,27	<i>Myrcia pallens</i>	17	15,50
			<i>Miconia pepericarpa</i>	14	14,98
			<i>Tapirira guianensis</i>	14	14,71
			<i>Pera glabrata</i>	9	13,78
			<i>Gochnatia polymorpha</i>	5	10,79
	19,23%	31,35%	53,99%	12,67%	52,39%
	5	158	161,97	9	159
					156,04



**Figura 1.** Variação das distâncias entre os indivíduos para cada área amostrada (m).

## Discussão

Em todas as áreas amostradas os valores de importância estão concentrados em poucas espécies. Além disso, ao comparar espécies com maior IVI em cada área de cerrado amostrada (Tabela 7), verificamos que as espécies *Xylopia aromatica*, *Byrsonima coccolobifolia*, *Pouteria torta* e *Miconia rubiginosa* são encontradas em todas as áreas, o que corrobora com o encontrado por outros autores (e.g. Fidelis & Godoy 2003, Sarmiento & Silva Junior 2006). O que significa dizer que estas espécies são abundantes em uma escala regional e não restritas a uma fisionomia do cerrado. Entretanto, as demais espécies que compõem o IVI são diferentes para cada área, indicando uma diferença na composição florística das mesmas em nível de espécies.

Dentre as espécies com menor IVI (Tabela 6), há também aquelas que estão presentes em mais de uma região. Por exemplo, *Myrsine guianensis* possui baixo valor de IVI no Pedregulho e Valério (0,84 e 0,80, respectivamente), valores intermediários de IVI em Graúna e Estação Ecológica (4,3 e 4,49, respectivamente) e altos em Estrela (10,39). Isso indica que, embora não apresente alto valor de importância na maioria dos fragmentos, é, de forma geral, uma espécie frequente nos cerrados de Itirapina. Assim, uma espécie que ocorre em várias áreas pode ser rara localmente (baixo IVI), mas frequente regionalmente. Da mesma forma, uma espécie com baixo IVI localmente pode ser rara regionalmente caso não ocorra em outras áreas. Este é o caso, por exemplo, de *Ixora venulosa*, que ocorre apenas no Pedregulho e com um IVI de 0,79.

A grande variação nos valores das distâncias entre os indivíduos e os pontos quadrantes em cada área refletiu em altos valores de desvio padrão encontrados ao calcularmos a densidade de cada local. Tal fato reflete a grande variação de densidade existente dentro de uma mesma área, não permitindo que detectássemos diferenças na

densidade entre áreas Isso pode ser oriundo de insuficiência amostral, pois é possível que não tenhamos coletado dados suficientes para encontrar um intervalo de valores de densidade onde a maioria dos indivíduos de cada local se estabelece. Assim, um aumento de unidades amostrais poderia levar a uma resolução melhor em termos de descrição fitossociológica de estrutura de abundância.

Por fim, as áreas amostradas foram divergentes em termos de importância de espécies para a composição da comunidade. Isso nos permite dizer que, apesar da proximidade geográfica entre os fragmentos de cerrados de Itirapina, existe importante heterogeneidade fitofisionômica entre eles.

### Referências

- COSTA JUNIOR, D. & BERNINI, F.S. 2008. Cerrado: beleza oculta. Gvilela-Marketing e Design.
- FIDELIS, A.T. & GODOY, S.A.P. 2003. Estrutura de um cerrado *strictu sensu* na gleba cerrado Pé-de-Gigante, Santa Rita do Passa Quatro, SP. Acta Botânica Brasilica 17: 531-539.
- GOMES, B.Z., MARTINS, F.R. & TAMASHIRO, J.Y. 2004. Estrutura do cerradão e da transição entre cerradão e floresta paludícola num fragmento da International Paper do Brasil Ltda., em Brotas, SP. Revista Brasileira de Botânica 27: 249-262.
- GOODLAND, R. 1971. A physiognomic analysis of the “cerrado” vegetation of central Brazil. Journal of Ecology 59: 411-419.
- GOODLAND, R. & POLLARD, R. 1973. The Brazilian cerrado vegetation: a fertility gradient. Journal of Ecology 61: 219-224.

GOTTSBERGER, G. & GOTTSBERGER, I. S. 2006. Life in the Cerrado: a South American Tropical Seasonal Ecosystem. AZ Druck und Datentechnik GmbH, Kempten. Vol. 1.

MARTINS, F.R. 2003. Para que serve a fitossociologia? *In* Desafios da botânica brasileira no novo milênio: inventário, sistematização e conservação da diversidade vegetal (M.A.G. Jardim, M.N.C. Bastos & J.U.M. Santos, orgs.). Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, EMBRAPA Amazônia Oriental, Belém, p. 252-254.

MIRANDA, I.S., ALMEIDA, S.S. & DANTAS, P.J. 2006. Florística e estrutura de comunidades arbóreas em cerrados de Rondônia, Brasil. *Acta Amazonica* 36: 419-430.

SARMENTO, T. R. & SILVA JUNIOR. 2006. Composição florística e fitossociológica das comunidades lenhosas de cerrado sentido restrito em duas posições topográficas no Jardim Botânico de Brasília, D.F. *Boletim do Herbário Ezequias Heringer* 17: 79-92.

**Biomassa e Diversidade em Diferentes Áreas dos Cerrados de Itirapina-SP**  
ALINE LUISA MANSUR <sup>1</sup>, ÉLLEN AMARAL SILVA<sup>1</sup>, JULIANA FERRARI DE  
ALMEIDA NOGUEIRA<sup>1</sup>, PETRA FERRONATO GOMES DE ABREU<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, UNICAMP, CAMPINAS, SP.  
e-mail: jufanogueira@gmail.com

## **Biomassa e Diversidade em Diferentes Áreas dos Cerrados de Itirapina-SP**

### **Resumo**

Devido principalmente ao avanço das fronteiras agropecuárias em direção aos cerrados esta fitofisionomia vem diminuindo rapidamente. Estudos que comparem as relações entre diversidade e biomassa podem ter resultados importantes para a proposição de projetos de preservação tanto de áreas mais diversas quanto de áreas com maior biomassa devido ao estoque de carbono. Utilizamos o método de ponto-quadrante para amostrar as medidas de diâmetro e altura dos indivíduos arbóreos com DAP>3cm e calculamos sua biomassa segundo a fórmula de Delitti :  $28,77 \cdot (D)^2 \cdot H$ , para calcular a biomassa total de cada região. O menor valor de biomassa encontrado é referente à Estação Ecológica (campo sujo); valores intermediários de biomassa são correspondentes às áreas da Graúna e Estrela (cerrado strictu sensu) e os maiores valores correspondem às áreas do Valério e Pedregulho (cerrado denso e cerradão, respectivamente). Os valores do índice de diversidade são do menor para o maior: Estação Ecológica, Valério, Estrela, Graúna e Pedregulho. Ao comparar os valores de biomassa obtidos com os índices de diversidade, também calculados para cada área, não encontramos uma relação significativa. Tal fato pode ser decorrente das diferentes perturbações a que estão expostas cada uma das áreas, o que pode alterar a estrutura da vegetação e, conseqüentemente, as relações entre a biomassa e diversidade.

**Palavras chave:** índice de Shannon, medidas de heterogeneidade, fitofisionomia dos cerrados.

## **Introdução**

Os cerrados têm sido progressivamente ocupados pela extensão agropecuária, diminuindo rapidamente sua área original. Estima-se que no estado de São Paulo atualmente o cerrado ocupe menos de 7% de sua extensão original (Kronka et al. 1998; Durigan 2003). Por isso a importância de se estudar as áreas de cerrados, a diversidade dos fragmentos e biomassa. Comparando a biomassa e diversidade entre os fragmentos estudados, pode-se propor projetos de preservação de acordo com os interesses em proteger regiões com maiores diversidades, e regiões com maiores biomassas já que apresentam maiores estoques de carbono.

Os cerrados situam-se quase totalmente dentro do território brasileiro, cobrindo de 20 a 25% da área do país (Gianotti & Leitão Filho 1992). Sua área contínua abrange diversos estados das regiões Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste, além de apresentar também áreas disjuntas no Norte e Sul do país (Eiten 1990).

Nos cerrados o clima é estacional com períodos chuvosos e secos. É composto por diferentes fisionomias de vegetação, formando comunidades vegetais e ecossistemas com ampla variação estrutural e de biomassa.

No município de Itirapina-SP, área do estudo, há remanescentes de cerrados com diferentes fitofisionomias, como cerradão, cerrado denso, cerrado *sensu strictu* e cerrado ralo.

Comunidades do cerrado variam a fitofisionomia por apresentarem condições distintas de solo, pluviosidade, radiação, relevo, sendo diversificadamente diferentes. Ricklefs (1990) declarou que a diversidade expressa o número de espécies em uma área

ou região. Representa uma medida da variedade de espécies em uma comunidade considerando a abundância relativa de cada espécie (Martins e Mães 1999).

A relação entre a diversidade biológica e a produtividade é um tópico discutido em ecologia há várias décadas (Zobel 2008). Sendo a biomassa relacionada à produtividade e aos recursos disponíveis, fatores como temperatura e disponibilidade de água são importantes moduladores das relações alométricas (Aiba & Kitayama 1999; Martinez & López-Portillo 2003) e, conseqüentemente, determinando diferentes estruturas de comunidades com distintas fisionomias. A biomassa acima do solo (BAS) pode ser quantificada diretamente por método destrutivo ou por métodos indiretos através de modelos matemáticos, calculado pelo volume de madeira, obtido do diâmetro e da altura, de sua arquitetura e da densidade de sua madeira.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a diversidade entre os fragmentos dos cerrados estudados e comparar com a biomassa destes fragmentos. Com isso, tais perguntas devem ser respondidas: Há diferença significativa entre as biomassas dos estratos lenhosos das áreas estudadas? Levando-se em conta que a densidade de árvores de diferentes áreas de cerrados varia conforme a fitofisionomia considerada, esperamos que haja diferenças entre os valores de biomassa do estrato lenhoso, sendo que diferenças maiores serão encontradas ao comparar-se uma área de cerrado ralo com uma área de cerradão e valores intermediários poderão ser encontrados nas áreas de cerrado *strictu sensu*.

Há diferença significativa entre a diversidade das espécies arbóreas das áreas estudadas? Dado que há maior densidade de indivíduos arbóreos em áreas de cerradão e cerrado denso em comparação com o cerrado ralo, esperamos encontrar maiores valores de diversidade de espécies arbóreas nas áreas onde este estrato é mais denso, e menores valores nas áreas de cerrado ralo.

Maiores valores de diversidade estão relacionados a maiores valores de biomassa nas áreas encontradas? O bioma Cerrado é um ambiente em mosaico, formado por diferentes fitofisionomias com composição florística distintas (Eiten 1971). Considerando que as áreas estudadas possuem espécies arbóreas que variam nas diferentes fisionomias dos cerrados, a diversidade e biomassa se diferenciam. Waide (1999) encontrou relações positivas entre diversidade e biomassa. Nossa hipótese é que áreas de cerrados com maior diversidade apresentam maior biomassa.

## **Materiais e Métodos**

### Área de estudo

Realizamos o estudo no município de Itirapina, estado de São Paulo, sudeste do Brasil a aproximadamente 22°13'S e 47°51'W, a 760m de altitude, onde há cerrados classificados como cerradão (Pedregulho), de fisionomia florestal com alta densidade de árvores e copas superiores a sete metros; cerrado denso (Valério), onde também há grande densidade do estrato lenhoso, porém as alturas são menores quando comparadas ao cerradão; cerrado *sensu strictu* (Graúna e Estrela), de fitofisionomia dominada por arbustos e árvores relativamente esparsas com copas de até sete metros; e cerrado ralo (Estação Ecológica), onde predomina a vegetação rasteira sendo a distribuição arbórea bastante esparsa.

### Coleta de dados

Utilizamos o método do ponto quadrante. De todas as áreas mediram-se indivíduos de oito linhas paralelas espaçadas a 10m, cada uma com dez unidades amostrais espaçadas a também 10m, totalizando 80 pontos amostrais por área de cerrado. De cada indivíduo foi medido o perímetro a altura do solo e altura total.

Utilizamos como critério de inclusão árvores e arbustos lenhosos com perímetro mínimo de 10cm. Identificamos os indivíduos a nível de espécie através de suas características vegetativas.

#### Análise dos dados

Cada área foi dividida por um número igual de indivíduos a fim de calcular a média e o desvio padrão dos valores de biomassa. Os valores de biomassa dos cerrados foram calculados pelo método matemático de Delitti, et al (2006). Equação:

$$Biomass\ total = 28,77. (D)^2.H$$

Com as medidas dos perímetros foi possível calcular os valores de diâmetro de cada indivíduo.

Os valores de variância foram calculados pela técnica da ANOVA entre as 5 áreas e *a posteriori* feito o teste Tukey.

Para medir a diversidade de cada área utilizam-se índices de diversidade, são eles medidas de riqueza (tipo I), medidas de abundâncias (tipo II) e medidas de heterogeneidade. O índice de heterogeneidade mais usado é o índice de Shannon (Pielou 1975, 1977), que foi o que usamos nesse trabalho (Figura 1).

$$H' = - \sum_{e=1}^S p_e \ln p_e$$

$$p_e = \frac{n_e}{N}$$

Figura 1. Equação matemática para cálculo da biodiversidade, em que  $p_e$  = abundância relativa da espécie  $e$ ,  $n_e$  = número de indivíduos da espécie  $e$ ,  $N$  = número total de indivíduos (Shannon & Weaver 1949).

Tendo esses valores de diversidade, para diferencia-los, utilizamos o Teste para Diferenciar Dois Índices de Diversidade. Para cálculo do  $p$  foi feita a análise de Bonferroni, pois como dividimos cada área em 4 o valor de  $p$  também foi redividido ( $p=0,0125$ ).

## Resultados

Calculamos a biomassa (Mg/ha) para todas as áreas amostradas (Figura 2). Apenas quando comparamos os valores entre as áreas da Graúna com Estrela e Valério com Pedregulho às diferenças de biomassa não apresentaram significância (ANOVA, segundo o teste de Tukey,  $p < 0,01$ ). O número de indivíduos para cada área são diferentes devido à retirada de alguns pontos amostrados: E.Ecológica= 252, Graúna = 256, Estrela= 270, Valério= 280, Pedregulho= 292.

Os índices de Diversidade de Shannon para cada área podem ser visualizados na Figura 3. O Teste de Comparações Entre Dois Índices de Diversidade foram: ( $p = 0.0125$ ) Graúna/Valério:  $t = 9,47$ ; Graúna/Estrela:  $t = 18,95$ ; Graúna/Estação Ecológica:  $t = 47,42$ ; Graúna/Pedregulho:  $t = 7,11$ ; Valério/Estação Ecológica:  $t = 9,422$ ; Valério/Estação Ecológica:  $t = 37,85$ ; Valério/Pedregulho:  $t = 16,37$ ; Estrela/Estação Ecológica:  $t = 28,62$ ; Estrela/Pedregulho:  $t = 25,65$ ; Estação Ecológica/Pedregulho:  $t = 53,31$ .

As relações entre os valores de biomassa e diversidade para todas as áreas estão na Figura 4. Calculamos o coeficiente de regressão linear  $F_{1,3}=83,677$  ( $p= 0,0615$ ). Verificamos uma relação positiva, onde aumentos de biomassa acarretam aumentos nos índices de diversidade.

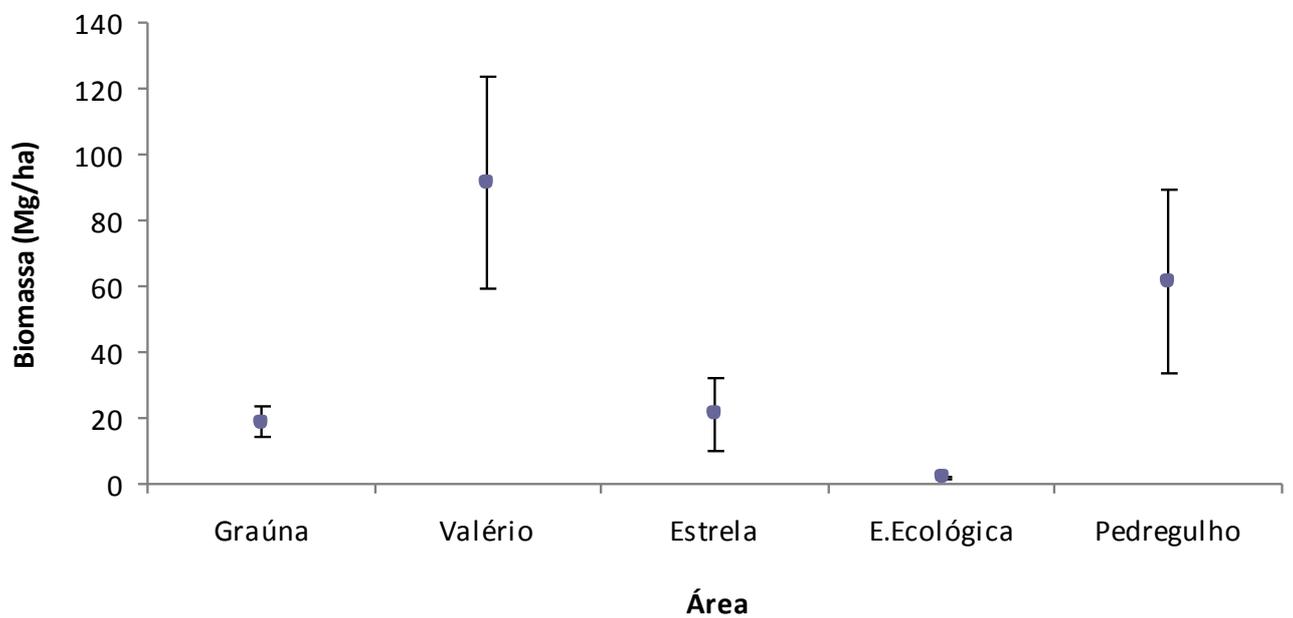


Figura 2. Valores de biomassa média e desvio padrão por área.

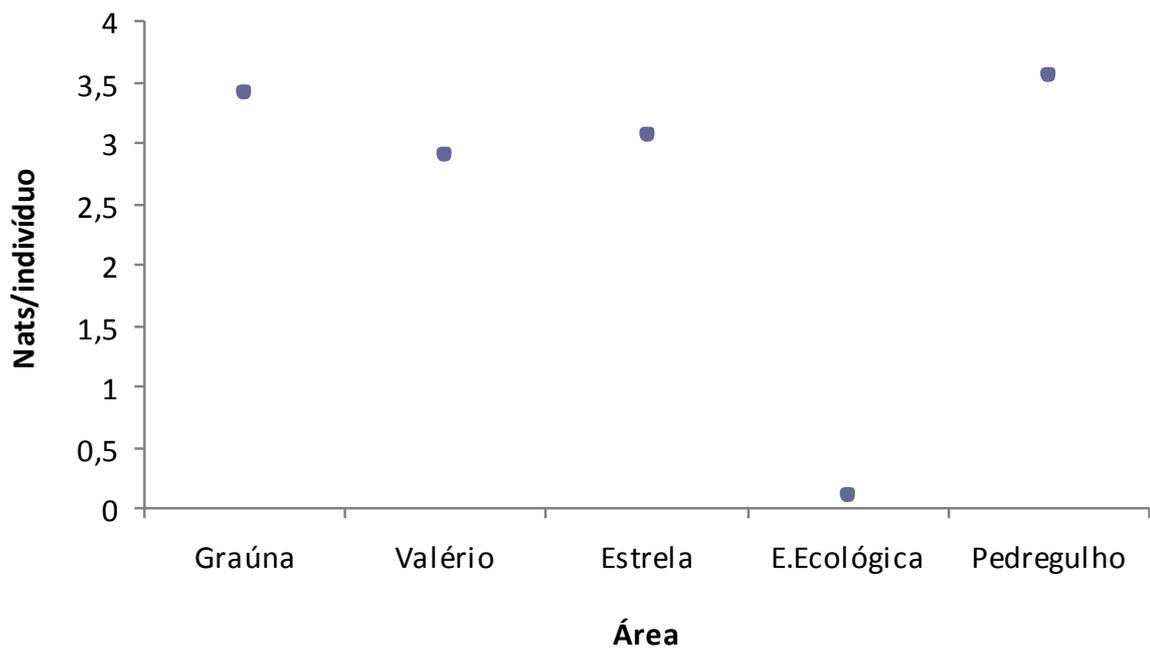


Figura 3. Índice de Diversidade de Shannon (H').

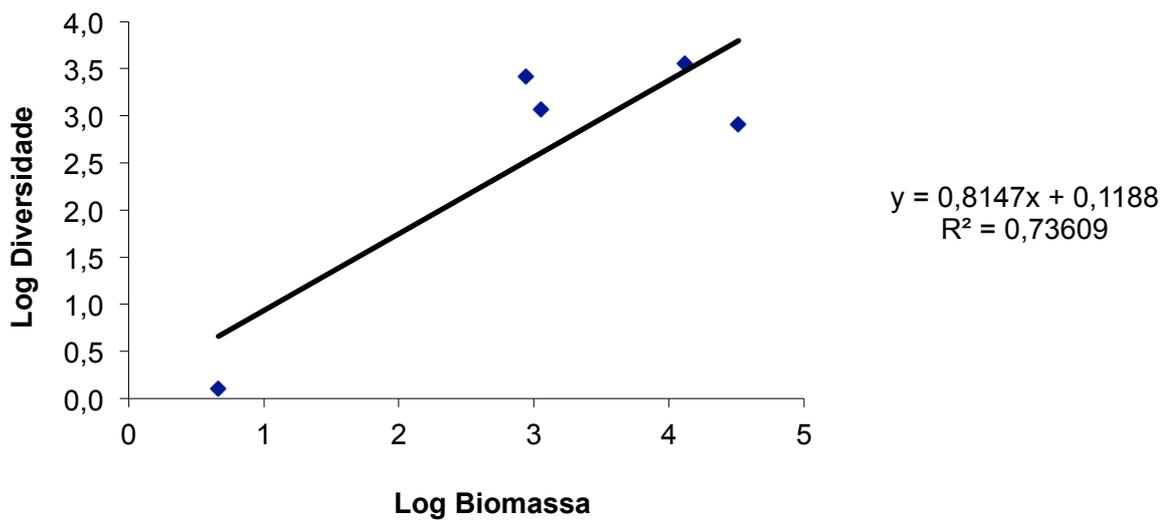


Figura 4. Biomassa x Diversidade.

## Discussão

Verificamos que na Estação Ecológica o valor de biomassa está de acordo com o esperado, uma vez que esta fisionomia de cerrado, classificada como Campo Sujo, possui menor quantidade de biomassa de estrato lenhoso em relação às outras fisionomias aqui consideradas. O mesmo ocorre para as áreas da Graúna e Estrela (cerrado *sensu strictu*) as quais possuem valores de biomassa intermediários que não diferem significativamente entre si. Os valores de biomassa encontrados nas áreas do Valério (Cerrado Denso) e Pedregulho (Cerradão) foram os maiores dentre todas as áreas amostradas, entretanto não diferiram significativamente entre si. Apesar da maior biomassa de estrato lenhoso ser esperada para fisionomias de Cerradão, o valor semelhante encontrado para o Cerrado Denso pode ter ocorrido devido aos maiores valores de diâmetro das árvores encontradas no Valério em relação ao Pedregulho (Mansur et al. 2013).

Na região da Estação Ecológica (Campo sujo) encontramos uma média de biomassa igual a 1,9Mg.ha-1 muito semelhante aos valores observados de biomassa em Brasília, DF, sendo igual a 1.7Mg.ha-1 (Delliti 2006). Nas regiões da Graúna e da Estrala (Stricto Sensu) encontramos valores das médias de biomassa iguais a 18,8Mg.ha-1 e 21,1Mg ha-1 respectivamente, o que se mostra abaixo do valor observado de biomassa (Stricto Sensu) em Brasília, DF, sendo igual a 26.0 Mg.ha-1 (Delliti 2006). Na região do Pedregulho (cerradão) encontramos o valor médio de biomassa de 61,5Mg.ha-1 e no Triângulo Mineiro, MG, encontrou o valor estimado de biomassa de 61.0Mg.ha-1 (Delliti 2006), sendo assim os dois valores similares. Na região do Valério (Campo denso) encontramos valore médio de biomassa de 91,39

Mg.ha<sup>-1</sup>, porém em Brasília, DF encontraram o valor observado de biomassa de 16.1Mg.ha<sup>-1</sup> (Delliti 2006),apresentando assim uma diferença entre as médias observadas de ambas as regiões de cerrado denso, tal fato pode ser decorrente de diferentes formas de classificação de uma mesma fitofisionomia de cerrados por diferentes autores.

Todos os valores de diversidade encontrados diferiram significativamente entre as áreas. O menor valor encontrado foi o da Estação Ecológica (campo sujo) o que está de acordo com a nossa hipótese, pois essa é fitofisionomia de menor densidade arbórea. O maior valor encontrado foi o do Pedregulho (cerradão) o que também está de acordo com a nossa hipótese, pois é a fitofisionomia maior densidade arbórea entre os cerrados.

Nas áreas da Graúna e Estrala (Strictu Sensu) observamos valores maiores de diversidade em relação à região do Valério (Cerrado denso), diferentemente do esperado, uma vez que o Cerrado denso possui maior densidade arbórea em relação às regiões de cerrado Stricu Sensu. Entretanto, ao comparar-se os valores de diversidade encontrados no Graúna ( $H' = 3,41$ ) e Estrela ( $H' = 3,06$ ) com os dados da literatura, verifica-se que estão de acordo com outros estudos, onde a variação no Índice de Shannon para áreas de cerrado Strictu Sensu na região de Itirapina-SP variam de 3,08 a 3,74 (Giannotti, 1988; Durigan et al.,1994).

A diversidade não apresentou correlação significativa com a biomassa. Tal fato pode ser decorrente das diferentes perturbações (recorrência de fogo em algumas áreas, invasão de espécies exóticas em outras, diversos graus de efeito de borda, etc.) a que estão submetidas cada região, o que pode ter afetado a estrutura da vegetação, tornando diferentes as relações entre biomassa e diversidade.

## **Referências bibliográficas**

- AIBA, S.I., KITAYAMA, K., 1999. Structure, composition and species diversity in an altitude–substrate matrix of rain forest tree communities on Mount Kinabalu, Borneo. *Plant Ecol.* 140, 139–157.
- Deliti, W.B.C. 2006. Biomass and mineralmass estimates in a cerrado ecosystem. *Revista Brasil. Bot.*, V.29, n.4, p.531-540.
- DELITTI, W.B.C. 2006. Biomass and mineralmass estimates in a cerrado ecosystem. *Revista Brasil. Bot* 29:531-540.
- DURIGAN, G. LEITÃO FILHO, H. F. & RODRIGUES, R.R. 1994. Phytosociology and structure of a frequently burnt cerrado vegetation in SE-brazil. *Flora* 189:153-160.
- DURIGAN, G., SIQUEIRA, M.F., FRANCO, G.A.D.C., BRIDGEWATER, S. & RATTER, J.A. 2003. The vegetation of priority areas for cerrado conservation in São Paulo State, Brazil. *Edinb. J. Bot.* 60: 217-241.
- EITEN, G. 1971. Habitat of Fazenda Campininha. São Paulo, Brazil. In *Simpósio sobre o Cerrado*. (M.G. FERRI, coord.). Edusp. Ed. Edgard Blücher LTDA. p.155-202.
- EITEN, G.A. A vegetação do Cerrado. In: PINTO, M.N. (org) 1990. *Cerrado: Caracterização, ocupação e perspectivas*. 2.ed. Brasília: UNB, SEMATEC, 994.9-65p.
- GIANNOTTI, E. 1988. Composição florística e estrutura fitossociológica da vegetação de cerrado e de transição entre cerrado e mata ciliar da Estação experimental de Itirapina (SP) Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas. São Paulo.
- GIANOTTI, E., LEITÃO-FILHO, H F. Composição florística do cerrado da estação experimental de Itirapina (SP). *Anais 8ª Congr. SBSP*: 21-25, 1992.
- KRONKA, F.J.N., NALON, M.A., MATSUKUMA, C.K., PAVÃO, M., GUILLAUMON, J.R., CAVALLI, A.C., GIANNOTTI, E. IWANE, M.S.S., LIMA, L.M.P.R., MONTES, J. DEL CALI, I.H. & HAACK, P.G. 1998. Áreas de domínio do

Cerrado no estado de São Paulo. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Instituto Florestal.

Martins, F. R., & SANTOS, F. A. M., 1999. Técnicas Usuais de Estimativa da Biodiversidade. Campinas. Revista Holos. 236-267.

MMA/SBF. 2002. Biodiversidade Brasileira: Avaliação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros. Brasília.

PIELOU, E.C. 1975. Ecological diversity. New York: Wiley.

PIELOU, E.C. 1977. Mathematical ecology. New York: Wiley.

RICKLEFS, R.E. 1990. Ecology. 3rd. ed. New York: W.H. Freeman and Company.

SHANNON, C.E. & WEAVER, W. 1949. The mathematical theory of communication Urbana, University of Illinois Press.

Zobel, M., Partel, M. 2008. What determines the relationship between plant diversity and habitat productivity? Global Ecology and Biogeography, (Global Ecol. Biogeogr.) p.679–684.

Waide, R.B., Willing, M.R., Steiner, C.F., Mittelbach, G., Gough, L., Dodson, S.I., Juday, G.P. & Parmenter, R. (1999) The relationship between productivity and species richness. Annual Review of Ecology and Systematics, 30, 257 – 300.

**Varição Temporal de Diversidade e Biomassa Arbóreo-Arbustiva em um Fragmento de  
Cerrado Denso de Itirapina, SP.**

ANDRÉ MOURO D'ANGIOLI<sup>1</sup>, MARIANNE AZEVEDO SILVA<sup>1,2</sup>, NATANE DE CÁSSIA  
SIBON PURGATO<sup>1</sup>, VEREDIANA DE ABREU<sup>1</sup>, THÁLES AUGUSTO PEREIRA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Campinas

<sup>2</sup>e-mail para contato: azevedosilva.m@gmail.com

## **RESUMO**

### **Variação Temporal de Diversidade e Biomassa Arbóreo-Arbustiva em um Fragmento de Cerrado Denso de Itirapina, SP.**

Os cerrados brasileiros são amplamente reconhecidos por sua alta biodiversidade, embora apresentem biomassa relativamente baixa. Muito se tem discutido sobre as causas da diversidade nos ecossistemas. Entre elas, a produtividade é apresentada como um dos principais fatores associados à diversidade. É sabido que biomassa está relacionada a produtividade. Assim, nosso objetivo neste estudo foi avaliar a variação temporal da diversidade e da biomassa arbóreo-arbustiva em um fragmento de cerrado denso no município de Itirapina-SP, bem como testar a existência de correlação entre esses dois parâmetros. Utilizamos o modelo de Delitte para estimativas de biomassa e o índice de Shannon para as de diversidade. Fizemos regressões lineares a fim de testar correlações entre os parâmetros. Encontramos redução de diversidade e de número de indivíduos e aumento de biomassa ao longo dos anos. Não encontramos correlação entre diversidade e biomassa no fragmento estudado. Além disso, com o passar dos anos houve aumento do número de indivíduos com diâmetros maiores e redução do número de indivíduos com diâmetros menores. Tais resultados podem ser explicados pelo princípio da exclusão competitiva ou ainda por abertura de nichos por ações climáticas ou antrópicas, por exemplo. Além disso, sugerem a não aplicação do modelo de distribuição unimodal de diversidade e produtividade para ambientes de cerrados. Sugerimos mais estudos para melhor compreensão dos eventos responsáveis pelos resultados obtidos.

## **Introdução**

Os cerrados brasileiros são reconhecidos por sua alta biodiversidade, estimada em 1/3 da biota brasileira e 5% da fauna e flora mundiais (Alho & Martins 1995). Entretanto, em termos de

biomassa, a dos cerrados é relativamente baixa uma vez comparada a outras florestas como a amazônica (Silva, 1990; Kringe et al., 1995; Rugan et al., 1997).

Um tópico central na ecologia é entender o que determina a diversidade dos ecossistemas. Dentre os fatores que influenciam essa diversidade, a produtividade parece ser o mais diretamente relacionado (VanderMeulen et al. 2001). A relação entre produtividade e diversidade de espécies tem sido muito discutida na ecologia (Strong 2010). O modelo que melhor explica essa relação e o mais amplamente aceito atualmente é o de distribuição unimodal entre essas duas variáveis. De acordo com este modelo, a diversidade é máxima a valores intermediários de produtividade e diminui em ambientes mais produtivos. Segundo Grime (1979), isto se deve ao aumento do impacto da exclusão competitiva e, segundo Tilman (1982), devido à diminuição na heterogeneidade dos recursos limitantes.

Além disso, define-se a produtividade primária como a taxa com que a biomassa é produzida por unidade de área pelos vegetais e outros produtores primários (Begon *et al.* 2008). A biomassa, por sua vez, inclui todas as partes vinculadas aos organismos vivos, as quais deixam de ser biomassa viva quando se desprendem e entram em processo de decomposição (Begon et al 2008). Dessa forma, frente à conectividade entre produtividade e biomassa, pode-se buscar também uma relação entre diversidade e biomassa.

Assim, nossos objetivos nesse trabalho estão centrados na resposta a duas perguntas: (1) Há variação de biomassa e de diversidade ao longo dos anos em um fragmento de cerrado denso? (2) Se a variação existe, como a biomassa está relacionada com a biodiversidade neste fragmento de cerrado?

## **Material e Métodos**

Realizamos os estudos em um fragmento de cerrado denso, denominado Valério, localizado no município de Itirapina, SP (22° 13,7' 59'' S e 47° 51,21' 61'' W). A região apresenta clima tropical estacional, caracterizado por verões úmidos e invernos secos (CWA de Koppen).

Utilizamos dados de uma parcela permanente, coletados de 1994 à 2012 (exceto 1998 e 2000), referentes às medidas de altura, diâmetro e número de indivíduos arbóreos-arbustivos em uma área de 1600m<sup>2</sup>. Consideramos apenas os indivíduos com diâmetro à altura do solo (DAS) maior ou igual à 3cm, excluídas as lianas, palmeiras e indivíduos mortos.

Para estimativa de biomassa, utilizamos o modelo proposto por Delitti et al (2006) (Equação 1), elaborado a partir de indivíduos arbóreos de um cerrado de Moji Guaçu. Este modelo utiliza como variáveis preditoras o diâmetro à altura do solo (D, em centímetros) e a altura dos indivíduos (H, em metros). Obtivemos a biomassa total da área através da soma das biomassas individuais e extrapolamos o valor para um hectare.

$$Biomassa/indivíduo = 28,77 \cdot D^2 \cdot H \quad (\text{Equação 1})$$

Para estimativa de diversidade, utilizamos o Índice de Heterogeneidade de Shannon (H') (Shannon & Weaver 1949) (Equação 2), em que  $S$  corresponde à riqueza de espécies,  $n_e$  ao número de indivíduos da espécie  $e$ , e  $N$  ao número total de indivíduos da comunidade, sendo  $H'$  expresso em nats/indivíduo.

$$H' = - \sum_{e=1}^S \frac{n_e}{N} \cdot \ln \frac{n_e}{N} \quad (\text{Equação 2})$$

Fizemos regressões lineares para determinar o comportamento da biomassa e da diversidade ao longo dos anos. Para relacionar os dados de biomassa e diversidade ao longo dos anos, também fizemos uma regressão linear.

Por fim, separamos os indivíduos em classes diamétricas (3 a 5 cm; 5 a 10 cm; 10 a 20cm; 20 a 30 cm; 30 a 40 cm e acima de 40 cm) para verificarmos como a densidade de indivíduos das diferentes classes variam com o tempo através de regressões lineares e, portanto, definirmos quais classes de diâmetros são responsáveis por possíveis variações de biomassa ao longo do tempo.

## Resultados

Encontramos maior biomassa no ano de 2010 (112,6 Mg ha<sup>-1</sup>), e menor biomassa no ano de 2003 (86,3Mg ha<sup>-1</sup>). Não encontramos uma relação linear entre as variáveis biomassa e tempo ( $F_{1;15}=0,047$ ;  $p=0,21$ ) (Figura 1), embora os valores de biomassa tenham flutuado ao longo dos anos. No entanto, quando desconsideramos o ano de 1994, a biomassa passou a apresentar correlação positiva com o tempo ( $F_{1;14}=15,77$ ;  $p< 0,05$ ) (Figura 2).

Quanto à diversidade, encontramos maior valor no ano de 1994 (3,002 nats/indivíduo) e o menor valor em 2012 (2,755 nats/indivíduo). Obtivemos correlação significativa entre os valores de  $H'$  e os anos, indicando que a diversidade da área decresceu ao longo do tempo ( $F_{1;15}=17,133$ ;  $p<0,05$ ) (Figura 3).

Não identificamos relação entre a diminuição da diversidade da área e variações na biomassa ( $F_{1;15}=0,047$ ;  $p=0,83$ ) (Figura 4). Para facilitar visualização, os valores de biomassa foram transformados em logaritmos.

O número de indivíduos arbóreos apresentou redução ao longo do tempo ( $F_{1;15}=169,940$ ;  $p<0,05$ ), reduzindo de 1602 em 1994 para 674 em 2012 (Figura 5).

Para a comunidade como um todo, ao comparar a variação da abundância das classes de diâmetros ao longo dos anos, encontramos que para as três primeiras classes houve redução do número de indivíduos (3 a 5 cm,  $F_{1;15}=149,678$ ; 5 a 10 cm,  $F_{1;15}=207,99$ ; 10 a 20 cm,  $F_{1;15}=81,161$ .  $p<0,05$  para os três casos). Já para a classe de diâmetro de 20 a 30 cm, encontramos um aumento do número de indivíduos com o passar do tempo ( $F_{1;15}=32,895$  e  $p<0,05$ ). A classe que compreende indivíduos com diâmetros maiores que 30 cm não variou significativamente com o tempo ( $F_{1;15}=1,542$  e  $p=0,23$ ).

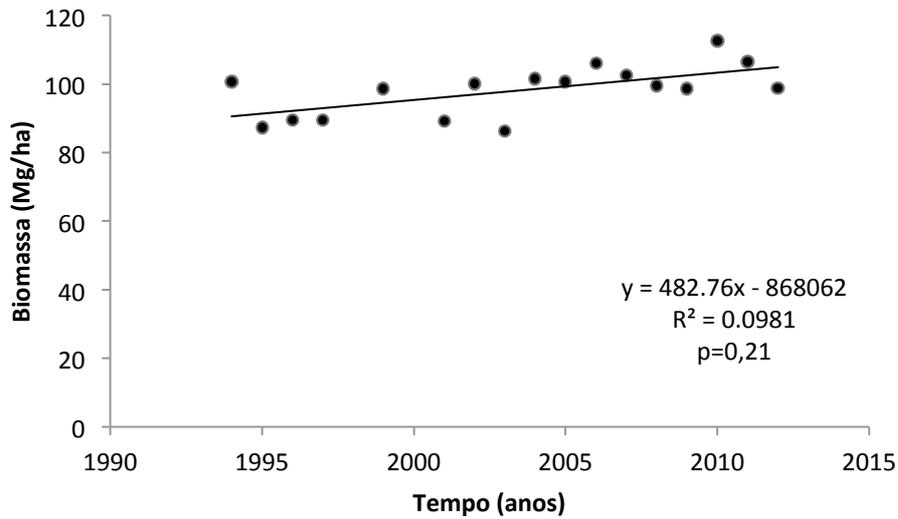


Figura 1: Variação da Biomassa ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) durante os anos de 1994-2012. Eixo x representa os anos e eixo y representa os valores de biomassa medidos.  $R^2=0,098$ ;  $F_{1;15}=0,047$ ;  $p=0,21$ .

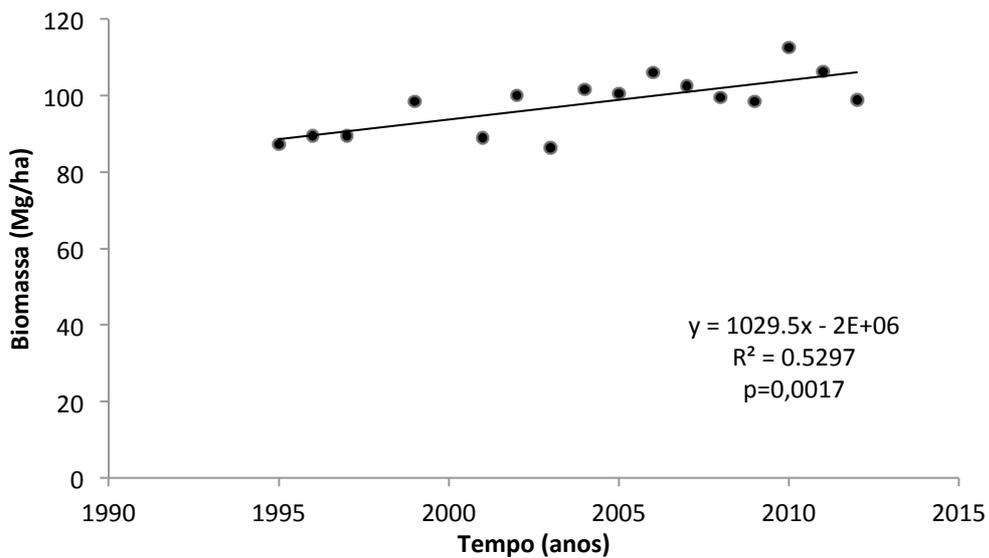


Figura 2: Variação da Biomassa ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) durante os anos de 1995-2012. Eixo x representa os anos e eixo y representa os valores de biomassa medidos.  $R^2=0,5297$ ;  $F_{1;14}=15,77$ ;  $p=0,0017$ .

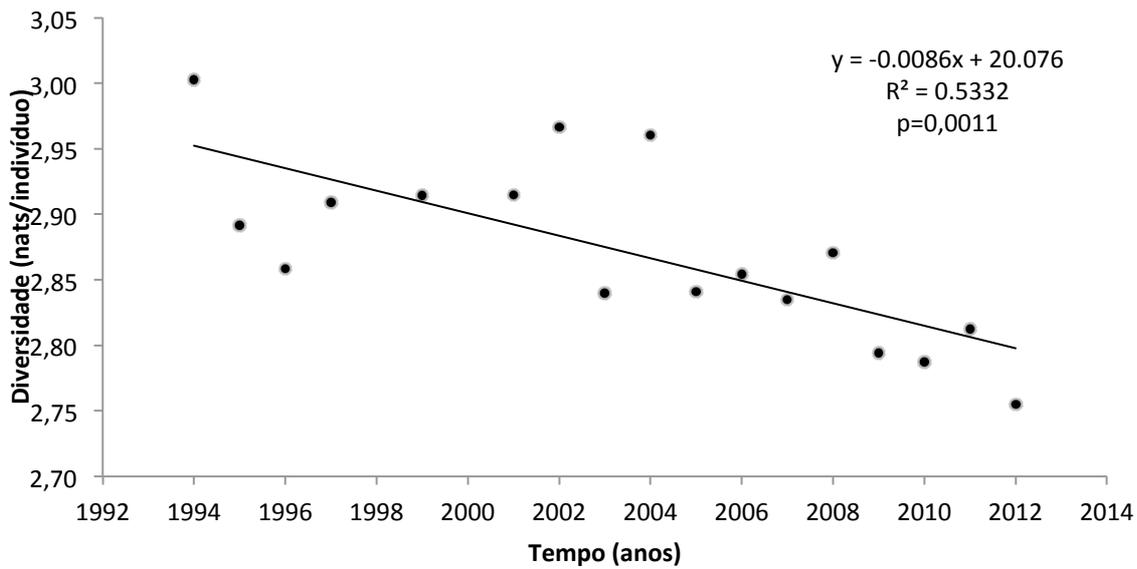


Figura 3: Variação dos valores de  $H'$  (nats/indivíduo) durante os anos de 1994-2012. Eixo x representa os anos e eixo y representa os valores de  $H'$ .  $R^2=0,533$ ;  $F_{1;15}=17,133$ ;  $p<0,05$ .

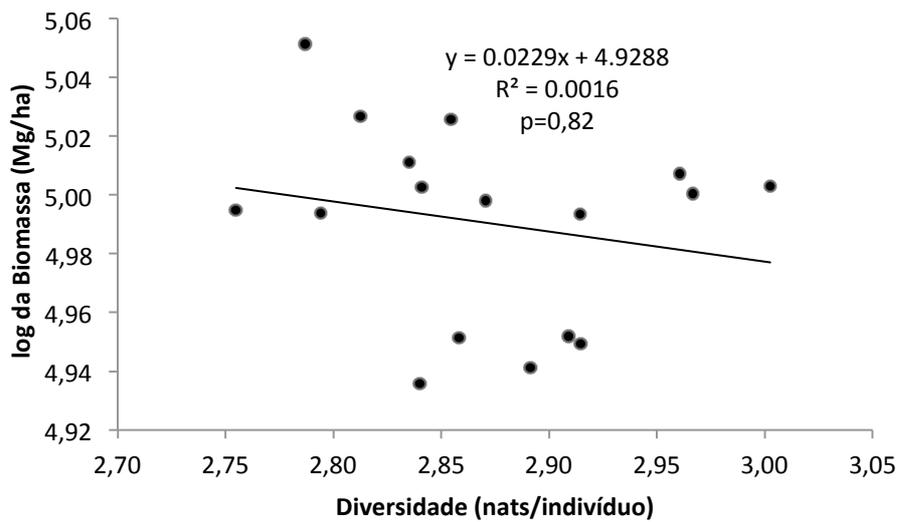


Figura 4: Correlação entre  $H'$ (nats/indivíduo) e biomassa ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). Eixo x representa  $H'$  correspondente ao log da biomassa, eixo y, de cada ano.  $R^2=0,0016$ ;  $F_{1;15}=0,047$ ;  $p=0,83$ .

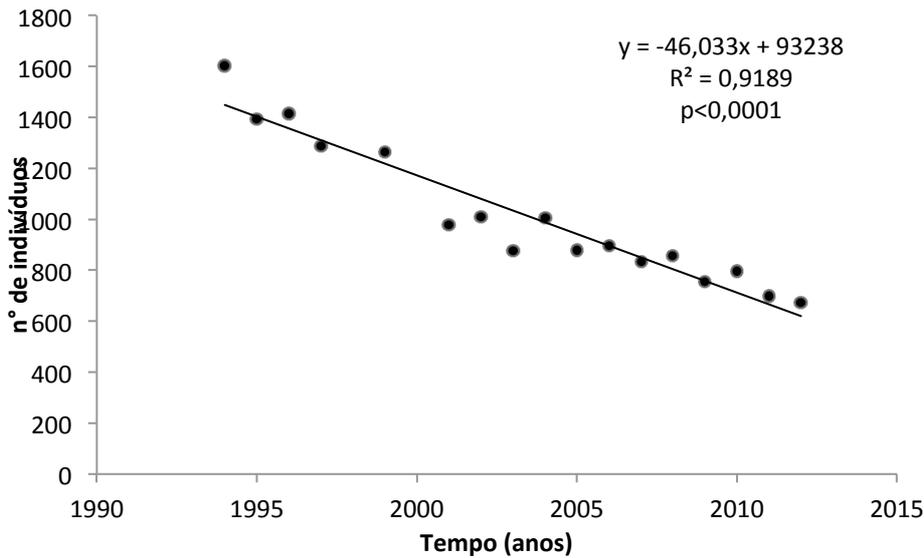


Figura 5: Correlação entre o número de indivíduos e os anos. Eixo x representa o ano e o eixo y representa o número de indivíduos.  $R^2=0,919$ ;  $F_{1;15}=169,940$ ;  $p<0,05$ .

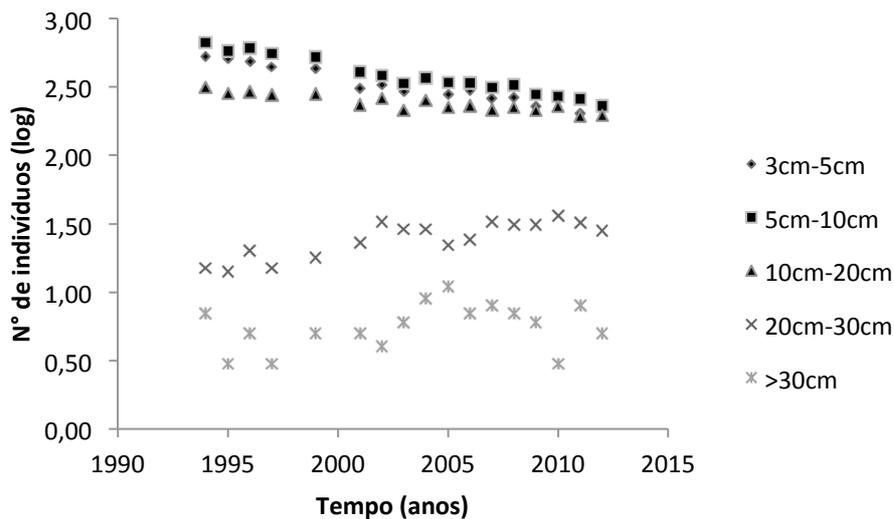


Figura 6: Variação do número de indivíduos por classes de diâmetros ao longo dos anos. No eixo x estão representados os anos e no eixo y o log do número de indivíduos. Na legenda à esquerda, os símbolos referentes as classes de diâmetros das árvores.

### Discussão

Verificamos que a diversidade, bem como o número de indivíduos, diminuiu ao longo dos anos. A biomassa, por sua vez, aumentou com o passar do tempo (isso quando excluído o ano de

1994). Dessa forma, podemos inferir que, com os anos, a biomassa está sendo concentrada em um menor número de indivíduos, de um menor número de espécies.

Assim, o número de indivíduos maiores está aumentando com o tempo. A variação nas classes de diâmetros ao longo dos anos corrobora com o encontrado e indica que, na comunidade como um todo, está havendo uma redução do número de indivíduos com diâmetros menores (de 3 a 20 cm) e um aumento de indivíduos com diâmetros maiores (de 20 a 30 cm).

O crescimento observado pode estar relacionado a duas questões principalmente. Primeiro, o crescimento da comunidade pode ter causado a diminuição dos indivíduos de diâmetros menores (princípio de Gause). Isto é, indivíduos maiores excluíam competitivamente os menores ao, por exemplo, indisponibilizar os recursos para eles (Freckleton & Watkinson 2001). Segundo, a exclusão de indivíduos por fatores como efeitos climáticos ou antrópicos (pisoteio) permitiria a melhor exploração dos nichos disponíveis pelos indivíduos sobreviventes, levando ao crescimento da comunidade como um todo (Begon et al 2008).

A significância da variação de biomassa ao longo dos anos foi possível apenas com a exclusão do ano de 1994. Neste ano as medições foram iniciadas. Dessa forma, acreditamos que efeitos climáticos, de morte ou antrópicos podem ter levado a brusca redução da biomassa do ano seguinte, tornando 1994 um *outlayer* na análise.

A falta de correlação entre diversidade e biomassa pode ser oriunda do método, por considerarmos apenas espécies lenhosas (Laanisto et al 2008). No entanto, acreditamos que, para o cerrado denso, biomassa pode não ser um bom tradutor da produtividade primária, visto que estes parâmetros não estão necessariamente positivamente correlacionados. Ademais, a escala espaço-temporal analisada pode não revelar as distribuições esperadas entre biomassa e diversidade. Por fim, essa falta de correlação pode ser oriunda da não aplicabilidade do modelo de distribuição unimodal de diversidade e produtividade para ambientes de cerrados, uma vez que o modelo foi desenvolvido para ambientes florestais.

Concluimos, então, que embora a diversidade e biomassa variem ao longo dos anos no fragmento estudado, estes parâmetros não estão necessariamente correlacionados. Isso indica que o sistema não está em equilíbrio. Além disso, não há relação entre biomassa e diversidade no cerrado denso. Assim, sugerimos mais estudos tanto para compreensão do que está levando a redução de abundância e diversidade e ao aumento de biomassa nessa área de cerrado quanto para determinação se o modelo de distribuição de produtividade-diversidade se aplica ou não para os cerrados.

### Referências

- ALHO, C.J.R. & MARTINS, E.S. 1995. De grão em grão, o cerrado perde espaço (Cerrado – impactos do processo de ocupação). Brasília, DF, Brasil: WWF.
- BEGON, M.; TOWNSEND, C.R.; HARPER, J.L. 2008. Ecologia: de indivíduos a Ecosistemas. 4<sup>a</sup> edição. ArtMed, Porto Alegre.
- DELITTI, W.; MEGURO, M.; PAUSAS, J. 2006. Biomass and mineralmass estimates in a cerrado ecosystem. *Revista Brasileira de Botânica* 29 (4): 531-540.
- FRECKLETON, R.P. & WATKINSON, A.R. 2001. Nonmanipulative determination of plant community dynamics. *Trends in Ecology and Evolution* 16: 301-307.
- GRIME, J.P. 1979. *Plant strategies and vegetation process*. John Wiley & Sons, Chichester.
- KRINGE, H.; ADIS, J.; WORBES, M. 1995. The vegetation of seasonal Várzea forest in the lower Solimões river, Brazilian Amazonia. *Acta Amazônica* 25: 201-220.
- LAANISTO, L.; URBAS, P.; PARTEL, M. 2008. Why does the unimodal species richness-productivity relationship not apply to woody species: a lack of clonality or a legacy of tropical evolutionary history? *Global Ecology and Biogeography*, 17: 320-326.

- RUGANI, C.A.; SCHLITTLER, F.H.M.; CARVALHO, J.B. 1997. Biomassa e estoque de nutrientes nos vários compartimentos de uma floresta secundária de terra firme em Manaus. *Naturalia* 22: 103-113.
- SHANNON, C.E. & WEAVER, W. 1949. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press.
- SILVA, F.C. 1990. Compartilhamento de nutrientes em diferentes componentes da biomassa aérea em espécies arbóreas de um cerrado. 1990. Dissertação (Mestrado em Ecologia) Universidade de Brasília, Brasília.
- STRONG, D.R. 2010. Evidence and inference: shapes of species richness-productivity curves. *Ecological Society of America. Forum*.
- TILMAN, D. 1982. *Resource Competition and Community Structure*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- VANDERMEULEN, M A.; HUDSON, A.J.; SCHEINER, S.M. 2001. Three evolutionary hypotheses for hump-shaped productivity-diversity curve. *Evolutionary Ecology Research* 3: 379-392.

## **Atributos foliares em duas fitofisionomias dos cerrados**

ALINE LUISA MANSUR<sup>1</sup>, ANDRÉ MOURO<sup>1</sup>, ÉLLEN AMARAL SILVA<sup>1</sup>, JULIANA  
FERRARI DE ALMEIRA NOGUEIRA<sup>1</sup>, MARIANNE AZEVEDO<sup>1</sup>, NATANE SIBON<sup>1</sup>, PETRA  
FERRONATO GOMES DE ABREU<sup>1</sup>, THÁLES AUGUSTO PEREIRA<sup>1</sup>, VEREDIANA DE  
ABREU<sup>1,2</sup>

### **Atributos foliares nos cerrados**

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Graduação em Ciências Biológicas, Instituto de Biologia, 13083-970, Campinas, SP

<sup>2</sup> Autor para correspondência: [verediana.abreu@gmail.com](mailto:verediana.abreu@gmail.com)

**RESUMO** – (Atributos foliares em duas fitofisionomias dos cerrados). A diversidade de venações foliares foi uma das principais aquisições das angiospermas, uma vez que promoveu um grande aumento na capacidade fotossintética desse grupo, refletindo em seu crescimento e desenvolvimento. Esse atributo foliar confere à folha suportes físico e hidráulico, auxiliando-a com o trade-off de assimilação de carbono e evaporação de água. Nosso objetivo foi investigar alguns atributos foliares como diâmetro de nervuras e densidade de venação, relacionando-os à área foliar e à massa foliar por área (MFA); e investigar se há diferenças de MFAs em fitofisionomias de cerrado denso e vegetação ripícola. Para a análise das nervuras, as folhas foram diafanizadas e tiveram o comprimento e o diâmetro das nervuras primárias medidos com paquímetro, o comprimento das nervuras menores com o auxílio do Adobe Photoshop CS4 e as áreas foliares obtidas com o programa ImageJ 1.46R. Os dados obtidos foram analisados por meio de regressões lineares e “box plot”. Os dados mostraram uma relação forte entre a área foliar e o diâmetro da nervura primária, ressaltando sua importância biomecânica e hidráulica para a arquitetura foliar. No entanto, não encontramos relações significativas entre os outros aspectos analisados, acreditando ser devido ao reduzido universo amostral utilizado e à semelhança entre as áreas de amostragem quanto aos fatores ambientais que poderiam influenciar as características analisadas.

Palavras chaves – densidade de venação, angiospermas, trade-off, capacidade fotossintética, MFA.

## Introdução

A folha é um órgão essencial para a manutenção da homeostase nas plantas, visto que atua na interface dos meios interno e externo, sendo uns dos principais responsáveis pelos processos de troca de energia, ganho e perda de massa. Além disso, esse órgão deve atender a demandas conflitantes, como o trade-off entre a assimilação de carbono e a perda de água por evaporação (Begon *et al.* 2007). Assim, a venação foliar é fundamental na arquitetura e na fisiologia da planta, por transportar água e carboidratos para as células do mesofilo mantendo a fotossíntese ativa e por dar suporte físico ao limbo (Zwieniecki *et al.* 2002).

A relação entre o tamanho da folha e a densidade de venação está intimamente conectada à diversidade das angiospermas e é um dos fatores mais importantes na dominância destas na ocupação dos mais variados nichos, uma vez que a fotossíntese é positivamente influenciada pela densidade de venação. Além disso, estudos em fósseis de angiospermas basais e outros grupos demonstraram a dependência do crescimento destas em relação à densidade de venação. Esta relação, embora tenha aumentado em até três vezes a perda de água por transpiração, elevou a capacidade fotossintética em até cinco vezes (Boyce *et al.* 2009), além disso, também pode explicar adaptações em diferentes fitofisionomias, como o predomínio de folhas reduzidas e mais longevas em ambientes mais quentes e secos (Sack *et al.* 2012).

Dessa forma, nosso objetivo foi investigar as seguintes hipóteses: (1) se o diâmetro da nervura primária e a densidade das nervuras secundárias e terciárias estão relacionados ao tamanho da área foliar; (2) se a densidade de venação total se correlaciona à massa foliar por área (MFA); e (3) se plantas de cerrado denso apresentam MFAs diferentes se comparadas a vegetações ripícolas próximas.

Em nossa primeira hipótese, esperamos que o diâmetro da nervura primária aumente com a área foliar, conferindo ao limbo maiores suportes hidráulicos e biomecânicos (Sack *et al.* 2012).

Ademais, esse aumento no diâmetro elevaria potencialmente os fluxos ( $K_p$ ) de água e fotoassimilados na folha, como nos mostra a equação de Hagen-Poiseuille:  $K_p = \pi \cdot \rho \cdot (128 \cdot \mu) \cdot D^4$  (onde,  $\rho$ =densidade do fluido;  $\mu$ =viscosidade do fluido; e  $D$ =diâmetro do tubo). Esperamos também que a densidade (comprimento da nervura/área foliar) das nervuras secundárias e terciárias diminuam com a área foliar, indicando sua importância mais hidráulica e menos biomecânica na arquitetura foliar (Sack *et al.* 2012). Já em nossa segunda hipótese, esperamos que a densidade de venação total aumente com a diminuição da MFA, uma vez que, enquanto a densidade de venação age positivamente sobre a capacidade fotossintética (Bodribo *et al.* 2007), um aumento na MFA promove sua diminuição, uma vez que, quanto maior o mesófilo, maior a resistência à evaporação da água, diminuindo a condutância e, conseqüentemente, a assimilação de  $CO_2$  (Wright *et al.* 2004). E por fim, em nossa terceira hipótese, esperamos que as folhas das plantas do cerrado denso apresentem MFAs maiores em relação à vegetação ripícola, uma vez que aquela fitofisionomia está sujeita a maiores estresses hídrico (devido ao período de seca) e nutricional, filtrando espécies com folhas mais longevas, indicando melhor aproveitamento de nutrientes.

## MATERIAL E MÉTODOS

Coletas - As coletas foram realizadas no município de Itirapina (22°13'S e 47°51'W), estado de São Paulo, em dois fragmentos distintos de cerrados. No Valério, regiões de cerrado denso, foram coletadas as espécies *Stryphnodendrum obovatum*, *Xylopia aromatica*, *Myrcia lingua*, *Pouteria torta* e *Caryocar brasiliensis*. Em uma área ripícola, às margens da estrada Itirapina - Represa do Broa, foram coletadas as espécies *Tapirira guianensis*, *Eugenia florida*, *Callopyllum brasiliensis*, *Croton urucurana*, e *Inga affinitis*.

Diafanização - Para a observação da venação foliar utilizou-se a técnica de diafanização (ou clarificação). As folhas foram imersas em álcool etílico 95% para retirada de toda clorofila, em seguida foram colocadas em solução 1% de fucsina básica em álcool 95% e por último em solução aquosa de NaOH a 5% (Fuchs 1963). Devido ao pouco tempo para a clarificação a solução de NaOH foi substituída por água sanitária (Bersier & Bocquet 1960). As peças semitransparentes foram montadas entre lâmina e lamínula usando como meio de montagem, gelatina glicerinada.

Medições das venações, área e massa foliar - O diâmetro e o comprimento da nervura primária foram medidos com o paquímetro; o perímetro e a área das nervuras secundárias e terciárias com o Adobe Photoshop CS4 e a área foliar pelo ImageJ 1.46R. Para a massa foliar foram pesadas as folhas desidratadas em estufa à 60°C até sua completa secagem.

Análises – Para verificar a existência de relação entre o diâmetro das nervuras e a densidade de venação com as áreas foliares utilizando regressão linear simples. As massas foliares por área (MFA) foram comparadas entre as áreas usando “box plot”. e os testes de ANOVA e Tukey no BioEstat 5.3.

## RESULTADOS

Das dez espécies inicialmente incluídas neste estudo, descartamos quatro ao longo do processo, *Caryocar brasiliensis* e *Croton urucurana* foram excluídas devido à dificuldade de visualização das venações secundárias e terciárias, o que impossibilitou o cálculo da densidade das mesmas. *Stryphnodendron obovatum*, por ter folha bipinada, a venação dos foliólulos é considerada terciária, o que impediu comparações diretas com as demais espécies. Por fim, *Calophyllum brasiliense*, pois apresentou dados muito contrastantes quando comparados aos das demais espécies, o que corroborou com o encontrado por Sack *et al.* (2012) para *Calophyllum longifolium*.

Houve correlação positiva significativa entre diâmetro da nervura primária e a área foliar (Figura 1;  $p < 0,05$ ). No entanto, não foi identificado nenhum tipo de correlação entre densidade de nervuras secundárias e terciárias e área foliar e nem entre média da massa foliar por densidade de nervuras secundárias e terciárias (Figuras 2 e 3; em ambas  $p > 0,05$ ).

Quanto à massa foliar por área, nas duas áreas estudadas, não houve diferença significativa entre as áreas (Figura 4).

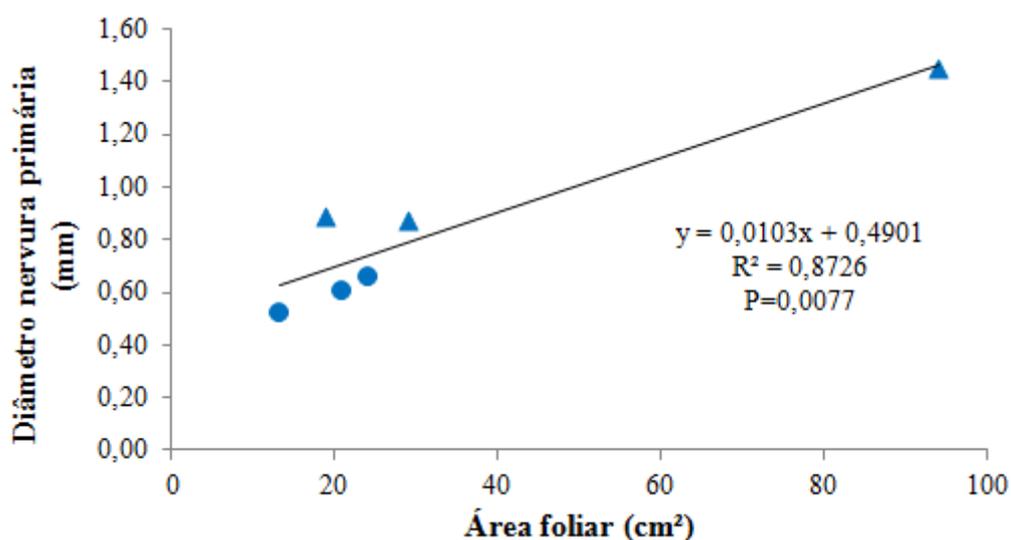


Figura 1. Diâmetro da nervura primária por área foliar. Os triângulos representam as espécies do cerrado denso e os círculos, as espécies ripícolas.  $R^2=0,8726$ ;  $F_{1,4}=27,39$ ;  $p=0,0077$ .

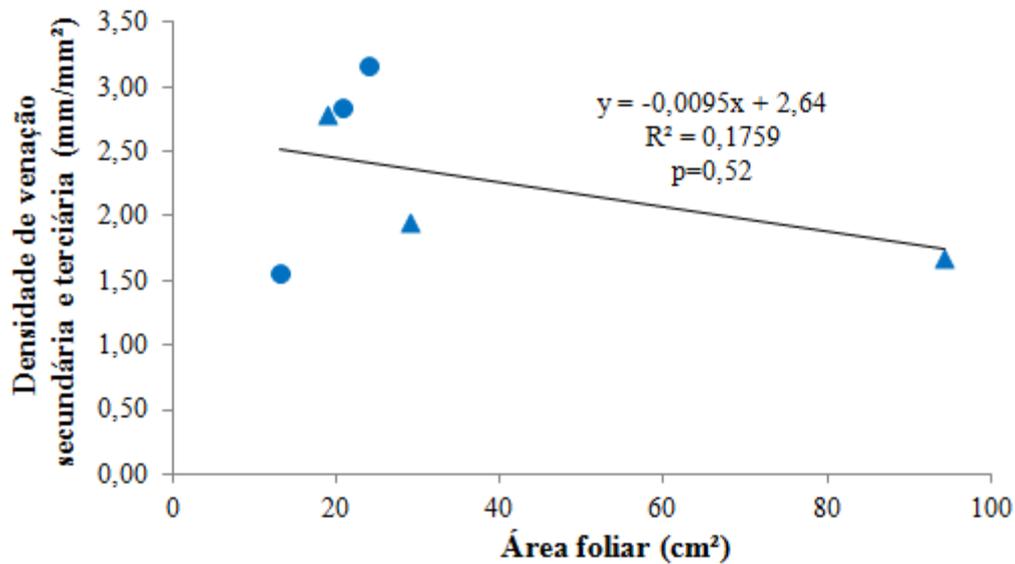


Figura 2. Densidade das nervuras secundárias e terciárias por área foliar. Os triângulos representam as espécies do Valério e os círculos, as espécies ripícolas.  $R^2=0,1759$ ;  $F_{1,4}=0,632$ ;  $p=0,52$ .

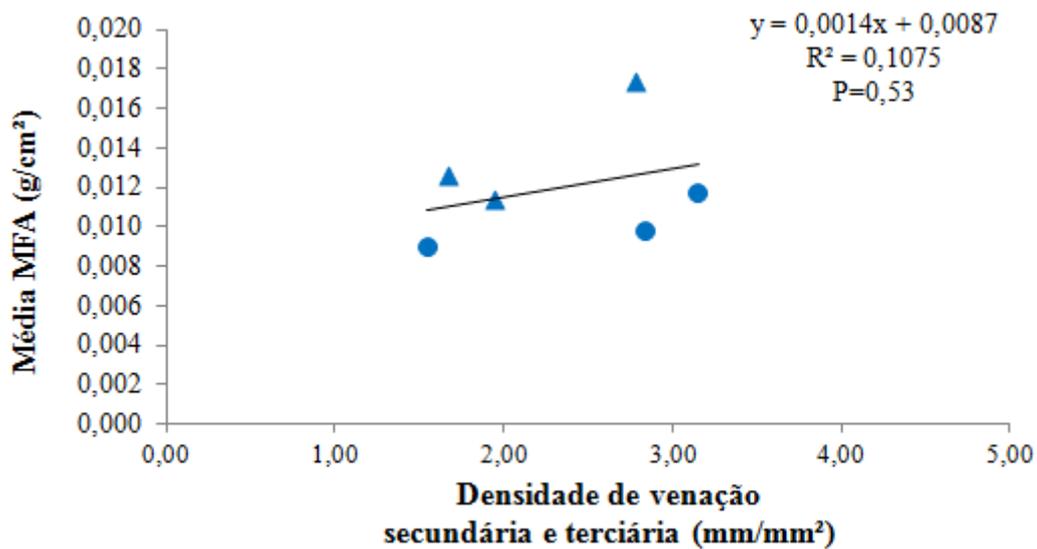


Figura 3. Média da Massa Foliar por Área (MFA) por densidade das nervuras secundárias e terciárias. Os triângulos representam as espécies do cerrado denso e os círculos, as espécies ripícolas.  $R^2=0,1075$ ;  $F_{1,4}=0,48$ ;  $p=0,53$ .

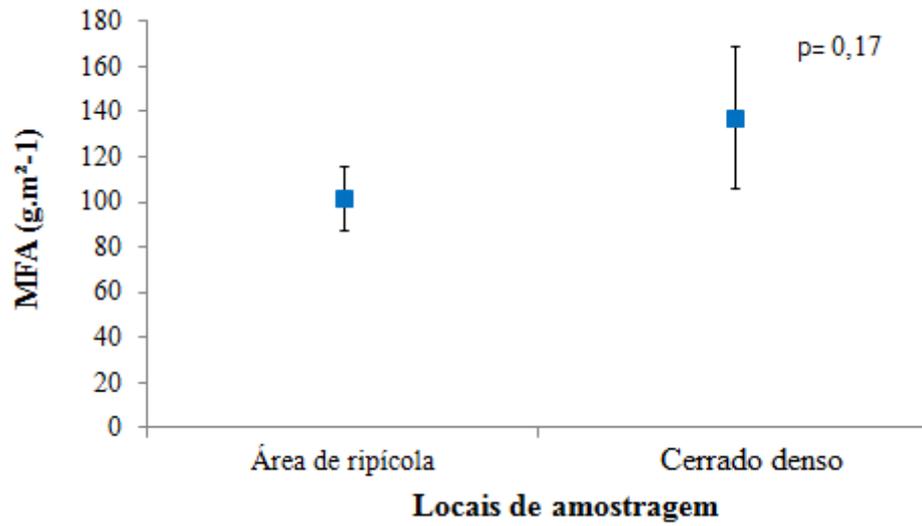


Figura 4. Média da Massa Foliar por Área (MFA) nas duas áreas estudadas. No gráfico trocar Valério por cerrado denso F =2.7578; p =0.1714.

## DISCUSSÃO

A relação entre o diâmetro da nervura primária e a área foliar foi positiva, de acordo com nossa hipótese inicial. Tal resultado reforça a idéia das funções biomecânica e hidráulica realizadas pela nervura primária, uma vez que folhas maiores exigem maior sustentação e maior fluxo de água (Sack *et al.* 2012).

Não houve relação entre a densidade da venação e a área foliar, diferentemente do esperado, permitindo inferir que outras variáveis como, estresse hídrico ou elevada incidência de radiação, devem estar influenciando esta relação. Por exemplo, em um local úmido podem existir plantas com folhas grandes, enquanto que em um local seco podem existir plantas com folhas pequenas, ambas com alta densidade de veias menores (Figura 5), revelando o quão diversificado podem ser os padrões de venação foliar nas angiospermas e que permitem altas taxas fotossintéticas enquanto houver disponibilidade de água, (Sack *et al.* 2012).

Um outro fator que pode explicar alta densidade de venação tanto em folhas pequenas como em folhas grandes é a proteção do sistema hidráulico. A redundância de irrigação, proporcionada pela presença de diversos vasos irrigando uma mesma área, impede que danos causados por herbivoria ou embolismo em algumas nervuras prejudique a totalidade da área suprida por elas (Salleo *et al.* 1997).

Neste trabalho a densidade de venação foi quantificada considerando-se apenas as nervuras secundárias e terciárias. No entanto, a densidade de venação total sofre maior influência da densidade das nervuras que se ramificam a partir da terciária, uma vez que estas correspondem a aproximadamente 80% da densidade total (Sack *et al.* 2012). Logo, os valores de densidade total poderiam ser estimados a um intervalo de 7,5 - 16 mm/mm<sup>2</sup>, visto que o intervalo encontrado varia entre 1,5 – 3,2 mm/mm<sup>2</sup> (Figura 3), os quais correspondem a 20% do total da densidade. Além disso, encontramos que a espessura das folhas varia positivamente com sua MFA.

Os seis indivíduos amostrados possuem densidade de venação relativamente alta não tendo sido amostrados indivíduos com menor densidade de venação, o que pode indicar um filtro do ambiente a espécies com tais características. Segundo Wright *et al.* (2004), a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> máxima nas angiospermas se eleva com o aumento na densidade de venação, logo, podemos situar nossos pontos nas porções finais das curvas dos gráficos da Figura 6, uma vez que a MFA calculada também se relaciona com a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>. Nesses locais das curvas, observamos a tendência à formação de platôs, o que justifica a ausência de relação encontrada, visto que todos nossos pontos se situaram nessa área, devido a nossa pequena amostragem. Ademais, para encontrar padrões mais evidentes, talvez seja necessário considerar um universo amostral que compreenda, além das angiospermas, outros grupos de plantas, como briófitas, pteridófitas e gimnospermas, como mostra a Figura. 7. Embora a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> máxima dos indivíduos e sua condutância hidráulica não tenham sido medidas sabe-se que estas variáveis são influenciadas positivamente pela densidade de venação (Brodribb *et al.* 2007).

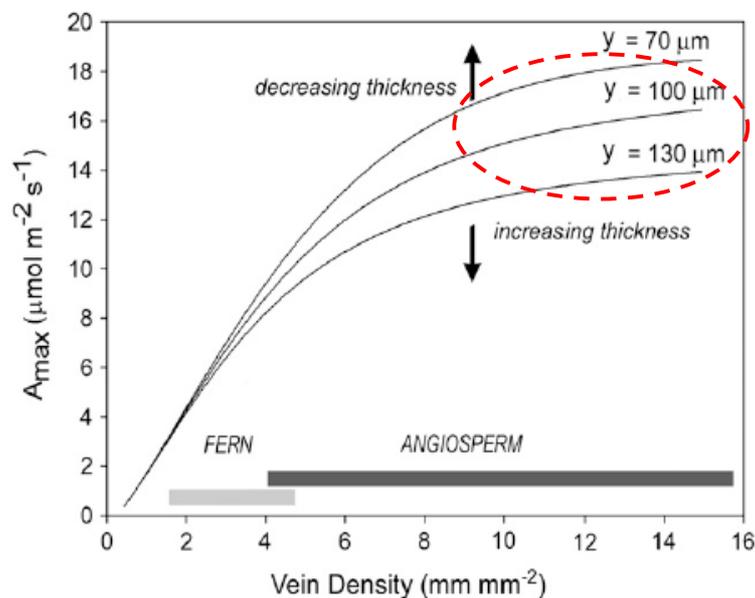


Figura 6: Relação positiva entre taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> máxima (A<sub>max</sub>) e densidade de venação total, evidenciando a influência da espessura das folhas. Destaque para a região na qual há uma elevada densidade de venação. Adaptado de Brodribb *et al.* (2007).

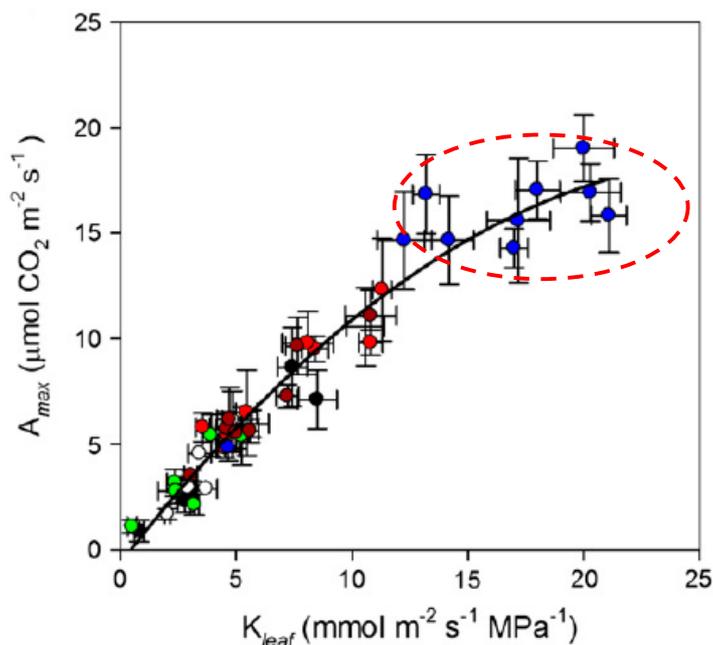


Figura 7: Relação positiva entre a condutância hidráulica ( $K_{leaf}$ ) e taxa de assimilação de  $CO_2$  máxima ( $A_{max}$ ) em folhas de briófitas (preto), licopódios (branco), pteridófitas (verde), coníferas (vermelho), angiospermas (azul), e gimnospermas com esclereídes no mesofilo (marrom), com destaque para as angiospermas. Adaptado de Brodribb *et al.* (2007).

Os valores de Massa Foliar/Área não diferiram significativamente entre as plantas coletadas na área alagada (Ripícula) e as plantas coletadas na área de solo seco (Valério), resultado não condizente com nossa hipótese inicial. Isto pode indicar que o estresse hídrico ou diferenças nutricionais no solo não alteram significativamente a espessura foliar dos indivíduos. O fato de não ter havido diferenças significativas entre as áreas pode indicar que as variações na morfologia foliar entre as comunidades são maiores que as variações intra-comunidades (Figura 4). Além disso, para futuros estudos, seria importante a realização de um controle filogenético das espécies, a fim de verificar se as variações observadas são de origem filogenética ou se originaram devido aos filtros impostos pelo ambiente, levando a adaptações morfo-funcionais.

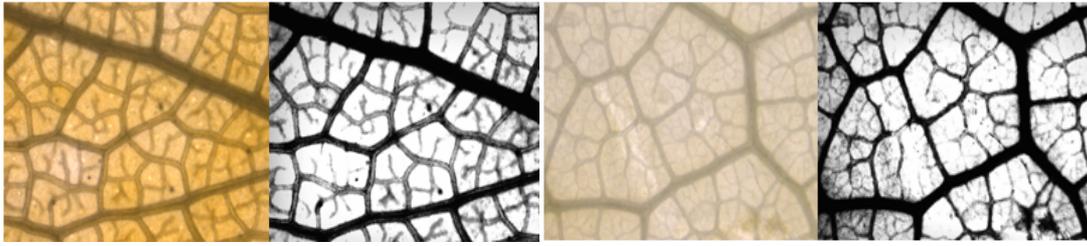


Figura 5. Densidade de venação semelhante para duas plantas com áreas foliares diferentes. *Eugenia florida* (área média= 13,19 cm<sup>2</sup>) à esquerda e *Pouteria torta* (área média= 94,29 cm<sup>2</sup>) à direita.

## REFERÊNCIAS

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. *Ecologia: de indivíduos a ecossistemas*. 4ª Ed. Porto Alegre, RS. Artmed, 2007, p. 67-68.

BERSIER, J. D. & BOCQUET, G. 1960. Les méthodes d' éclaircissement en vascularisation et en morphogénie végétales comparées. *Arch. Scienc.* 13(4): 555-566.

BOYCE, C.K.; Brodrigg, T.J.; Taylor, S.F.; Zwieniecki, M.A. 2009. Angiosperm leaf vein evolution was physiologically and environmentally transformative. *Proceedings of the Royal Society B.* 276: 1771-1776.

BRODRIBB, T.J.; FIELD, T.S., JORDAN, G.J. 2007. Leaf maximum photosynthetic rate and venation are linked by hydraulics. *Plant Physiology* 144:1890-1898.

FUCHS, C. 1963. Fuchsin staining with NaOH clearing for lignified elements of whole plants or plant organs. *Stain Technol.* 38(3): 141-144.

SACK, L.; SCOFFONI, C.; MCKOWN, A.D.; FROLE, K.; RAWLS, J CHRISTOPHER HAVRANS; HUY TRAN & THUSUONG Tran “Developmentally based scaling of leaf venation architecture explains global ecological patterns” (2012)

SALLEO, S; NARDINI, A.; LO GULLO, M. 1997. Is sclerophylly of Mediterranean evergreens an adaptation to drought?. *New Phytologist* 135: 603–312.

WRIGHT, I.J.; RELCH, P.B.; WESTOBY, M.; ACKERTY, D.D.; BARUCH, Z.; BONGERS, F.; CAVENDER-BARES, J.; CHAPLIN, T.; CORNELISSEN, J.H.C; DIEMER, M.; FLEXAS, J.; GARNIER, E.; GROOM, P.K.; GULIAS, J.; HIKOSAKA, K.; LAMONT, B.B.; LEE, T.; LEE, W.;

LUSK, C.; MIDGLEY, J.J.; NAVAS, M.L.; NIINEMETS, U.; OLEKSYN, J.; OSADA, N.; POORTER, H.; POOT, P.; PRIOR, L.; PYANKOV, V.I.; ROUMET, C.; THOMAS, S.C.; TJOELKER, M.G.; VENEKLAAS, E.J.; VILLAR, R. 2004. The worldwide leaf economics spectrum. *Nature* 428: 821-827.

ZWIENIECK, M.A, MELCHER, P.J, BOYCE, C.K, SACK, L & HOLBROOK, N.M “Hydraulic architecture of leaf venation in *Laurus nobillis*” *Plant, Cell and Enviroment* (2002) 25,1445-1450

**Convergência de Atributos Funcionais e Plasticidade Fenotípica entre Diferentes  
Fitofisionomias dos Cerrados**

LUIS CARLOS QUIMBAYO GUZMÁN<sup>1</sup>

YVONNE VANESSA BAKKER<sup>2</sup>

ANA CECILIA MOZ ALVES RODRIGUES<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> Estudante de mestrado em Ecologia, Universidade Estadual de Campinas. Brasil.

<sup>2</sup> Estudante de mestrado em Ecologia, Universidade Estadual de Campinas. Brasil.

<sup>3</sup> Estudante de mestrado em Ensino de Ciências e Matemáticas, Universidade Estadual de Campinas. Brasil.

# Convergência de Atributos Funcionais e Plasticidade Fenotípica entre Diferentes Fitofisionomias dos Cerrados

## RESUMO

As diferentes fitofisionomias de cerrado se encontram em ambientes que causam estresse abiótico para as plantas que ocorrem nelas. Plantas presentes nas fitofisionomias de cerrado ralo e cerrado stricto sensu suportam maiores pressões por estresse hídrico, alta iluminação, alta temperatura e maior frequência de fogo, do que aquelas que ocorrem nas fitofisionomias de cerrado denso e cerradão. Por este motivo, a comparação entre fragmentos de diferentes fitofisionomias de cerrado, próximos espacialmente, é idônea para avaliar a convergência de atributos funcionais entre comunidades diferentes e a plasticidade fenotípica de indivíduos da mesma espécie. Para avaliar a similaridade (de espécies e de caracteres funcionais), entre pares de fragmentos, foi utilizado o índice de Czekanowski. O mesmo índice foi utilizado para avaliar a plasticidade fenotípica de indivíduos de *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. e *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk. a partir da similaridade de caracteres funcionais entre populações de fragmentos de diferentes fitofisionomias. Nossas perguntas foram: existe convergência de atributos funcionais entre comunidades das diferentes fitofisionomias de cerrados? As espécies *X. aromatica* (Lam.) Mart. e *P. ramiflora* (Mart.) Radlk. apresentam plasticidade fenotípica sob diferentes condições ambientais? Houve convergência de atributos funcionais entre todos os fragmentos de cerrados. E as espécies *X. aromatica* e *P. ramiflora* não apresentaram plasticidade fenotípica para os caracteres testados embora ocorressem em fitofisionomias diferentes.

Palavras chave: Convergência funcional, Índice de Czekanowski, Similaridade de espécies.

## INTRODUÇÃO

Os cerrados são considerados um conjunto de formações de diversas fitofisionomias, presentes em diferentes locais das Américas Central e do Sul, contendo vegetações típicas de savana em solos oligotróficos e tóxicos. Apesar de os cerrados estarem sob uma perpétua oscilação entre períodos de chuva e seca, as vegetações que os compõem estão adaptadas tanto a rebrotar rapidamente nas épocas mais propícias quanto a suportar os danos causados pelos recorrentes incêndios, com os quais têm evoluído por milhares de anos (Cianciaruso *et al.* 2011).

Plantas presentes em fitofisionomias relativamente abertas, como cerrado ralo e cerrado *stricto sensu*, suportam maiores pressões por estresse hídrico, alta iluminação, alta temperatura e maior frequência de fogo, do que aquelas que ocorrem em fitofisionomias mais fechadas, com estruturas similares a florestas, como cerrado denso e cerradão. Espécies presentes em todas as fitofisionomias poderiam ter chances de apresentar um potencial plástico em seus atributos funcionais morfofisiológicos, como ocorre com outras espécies que se encontram em ambientes heterogêneos (Fuzeto & Lomônaco 2000).

Atributos funcionais são características fenotípicas observáveis ou operacionais que influenciam o desempenho das espécies (Weiher 2011). O estudo dessas características permite responder questões ecológicas relacionadas com estresse ambiental (Cornelissen 2003). A análise de atributos funcionais permite também interpretar e prever mudanças na composição de espécies relacionadas com variações ambientais espaciais (Kleyer 1999), assim como avaliar o efeito de plantas nos ecossistemas, incluindo a relação entre a diversidade de grupos funcionais e o funcionamento e a resiliência do ecossistema (Walker *et al.* 1999). Para o caso do cerrado, o estresse ambiental se relaciona com: intensa radiação solar, oscilações térmicas e queimadas ocasionais.

Espécies que ocorrem em locais onde os filtros ambientais têm maior importância que a competição interespecífica tendem a apresentar convergência funcional (Weiher 2011). Isto

significa que indivíduos de espécies filogeneticamente distantes podem apresentar atributos funcionais semelhantes, para suportar as condições de estresse do ambiente.

A capacidade dos indivíduos de modificar suas características morfofisiológicas como consequência de influências ambientais, ou seja apresentar uma resposta fenotípica sob diferentes condições, é denominada plasticidade fenotípica (Fuzeto e Lomônaco 2000 apud Bradshaw 1965). A capacidade de algumas espécies de apresentar plasticidade fenotípica pode conferir-lhes vantagens competitivas, porque facilitaria a exploração de novos nichos e aumento na tolerância às condições adversas (Saiki *et al.* 2008 apud Goodland & Pollard 1973).

Levando-se em consideração que os mecanismos de seleção natural do ambiente agem sobre o fenótipo dos indivíduos, podemos dizer que, apresentar plasticidade fenotípica é vantajoso às espécies que têm essa capacidade (Fuzeto e Lomônaco 2000 apud Via 1990). Estudos ecológicos que comparam plasticidade fenotípica de plantas têm sido usados para analisar suas adaptações e outros fatores que limitam sua distribuição (Givnish 1987). Quanto mais atributos funcionais forem utilizados, maior será o poder para testar hipóteses relacionadas com convergência funcional ou plasticidade fenotípica (Cornelissen *et al.* 2003).

*Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk. e *Xylopia aromática* (Lam.) Mart, comuns nos cerrados de Itirapina, SP, são plantas semidecíduas e heliófitas (Gama *et al.* 2011, Luchi *et al.* 2005 apud Lorenzi 1992). Por isso foram eleitas para avaliar plasticidade fenotípica, a partir de seus caracteres funcionais como tamanho de folha e cor do córtex, entre outros.

Segundo Weiher (2011) os melhores caracteres a ser utilizado em pesquisas relacionadas com atributos funcionais são aqueles facilmente observados em um grande número de plantas. E sua análise deve considerar a abundância e diversidade de espécies. Por este motivo foram eleitos, para esta pesquisa, os caracteres: tamanho de folha, cor de folha, disposição das folhas no ramo, cor de casca, margem das folhas, entre outros.

Variação interespecífica no tamanho das folhas tem sido relacionada com variações climáticas. Condições de estresse térmico e alta radiação solar selecionam folhas relativamente

pequenas (Cornelissen *et al.* 2003). Considerando isso, é possível que o tamanho de folhas de organismos de uma mesma espécie varie sob diferentes condições de alta incidência luminosa. Sobreposição das folhas de maneira congesta nos ápices dos ramos aumenta o sombreamento das folhas e reduz a perda de água por transpiração (Givnish 1987). Além disso, o sombreamento evita o superaquecimento das folhas.

Folhas de cor escura absorvem mais luz do que folhas de cor clara. Incrementar a capacidade das folhas em absorver luz é uma estratégia importante em ambientes nos quais esse recurso é limitante. De outro lado, em ambientes muito iluminados e pouco férteis a estratégia geralmente é oposta: as plantas geram folhas glaucas (Givnish 1987), que refletem parte da luz. A refletividade das folhas pode ser incrementada pela presença de tricomas embranquecidos.

A cor externa da casca tem importante papel na proteção à intensidade luminosa. As cores claras conferem à planta maior grau de proteção, por refletirem mais a luz, evitando o superaquecimento dos tecidos internos (Mazzoni-Viveiros & Costa 2003). Outro caráter importante da casca é sua grossura. A função das cascas grossas é proteger às plantas em ambientes com alta frequência de distúrbios (Cornelissen *et al.* 2003), como o fogo.

Folhas com margens ciliadas ou onduladas têm melhor capacidade de regulação térmica, devido a um aumento na superfície de contato. De outro lado, folhas rígidas, grossas ou com margens cartilaginosas apresentam menores oscilações térmicas, devido a um aumento em seu volume.

Considerando que as fitofisionomias de cerrado ralo, cerrado stricto sensu, cerrado denso e cerradão apresentam estruturas diferentes, assumimos que ofereciam condições limitantes diferentes. Por isso esperávamos convergência de atributos funcionais entre comunidades de fitofisionomias de cerrados semelhantes. De igual maneira, esperávamos que indivíduos de *Xilopia aromatica* e *Pouteria ramiflora* apresentem plasticidade fenotípica sob diferentes condições ambientais.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em cinco fragmentos de cerrados no município de Itirapina, Estado de São Paulo: Graúna (22°15'S; 47°47'W), Valério (22°13'S; 47°51'W), Estrela (22°12'S; 47°48'W), Estação Ecológica e Pedregulho (22°14'S; 47°49'W), administradas pelo Instituto Florestal do Estado de São Paulo, na Estação Experimental de Itirapina, exceto Estrela, que pertence a propriedade particular. O clima de região é do tipo Cwa de Köppen, temperado macrotérmico com inverno seco não rigoroso, com precipitação anual média de 1.425 mm, concentrada no período de outubro a maio, temperatura média de 19,7 °C e déficit hídrico de 23 mm anuais (Miranda Melo *et al.* 2007).

Nos fragmentos Graúna, Estrela, Estação Ecológica e Valério predomina o Neossolo Quartzarênico, enquanto o fragmento Pedregulho se encontra em Latossolo Vermelho Escuro. Estes solos tem deficiência de nutrientes e teores considerados tóxicos de alumínio trocável (Miranda-Melo *et al.* 2007). Os fragmentos apresentam fisionomias que variam de cerrado ralo (Estação Ecológica), cerrado stricto sensu (Grauna e Estrela), cerrado denso (Valério), até cerradão (Pedregulho).

Tabela 1. Distâncias geográficas entre os fragmentos estudados (km)

	Graúna	Estrela	Valerio	Pedregulho
Estação Ecológica	12,9	10,6	6,01	9,0
Graúna	0	7,13	7,75	4,14
Estrela		0	4,86	4,66
Valerio			0	3,61

Utilizando o método de quadrantes, foram amostrados 80 pontos por fragmento em janeiro 2013. Foram identificados aproximadamente 300 indivíduos arbóreos (Diâmetro na altura do solo > 10 cm) em cada um dos cinco fragmentos.

Todos os indivíduos foram identificados, coletados e herborizados. As folhas foram classificadas de acordo com a composição (simples ou compostas), a disposição nos ramos (esparsas ou congestas), a filotaxia, a presença ou ausência de tricomas, a forma e o tamanho do limbo ou dos folíolos, o tipo de margem e a textura e superfície do limbo, entre outros parâmetros.

Para avaliar convergência funcional e plasticidade fenotípica foram selecionados os parâmetros que, de acordo com as referências bibliográficas (Cornelissen *et al.* 2003, Givnish 1987, Mazzoni-Viveiros & Costa 2003), pudessem ser considerados caracteres funcionais. Estes receberam valores binários para permitir a análise dos dados mediante o índice de Czekanowski (Kent 2012). As palmeiras não foram incluídas no estudo.

Os parâmetros selecionados foram:

- 1) Cor do córtex: córtex branco, cinza e amarelo (1); córtex castanho e vermelho (0).
- 2) Grossura do córtex: maior que 2 mm de espessura (1); menor que 2 mm (0).
- 3) Presença de tricoma denso nos ramos: tricoma velutino a flocoso (1); Nenhum tricoma ou tricoma ralo (0).
- 4) Forma de apresentação das folhas no ramo: congestas (1) ou esparsas (0).
- 5) Tamanho de folha: Para o cálculo de área foliar (Af) foram usadas as medidas de comprimento (C) e largura (L). Para calcular a área de folhas lanceoladas e oblanceoladas utilizamos a fórmula  $Af = C \times 1/3L$  e para folhas elípticas (e similares) a fórmula  $Af = C \times 2/3L$ . A partir de um gráfico de distribuição do tamanho das folhas, verificou-se que a partir de 100 cm<sup>2</sup> o tamanho das folhas aumentava desproporcionalmente. Assim, as folhas foram divididas em pequenas (1) e grandes (0).
- 6) Presença (1) ou ausência (0) de estruturas na margem que auxiliam o controle de estresse térmico direta ou indiretamente (margem ciliada e cartilaginosa). Margem glandulosa, serrilhada e aculeada foram consideradas como estruturas não ligadas ao controle térmico, portanto pertencentes ao grupo de estrutura ausente.

- 7) Margem ondulada e revoluta (1); Margem plana (0).
- 8) Presença de tricoma denso (velutino a flocoso) no limbo (1); Ausência de tricomas (0).
- 9) Rugosidade do limbo: para folhas híspidas ou rugosas (1); Folhas lisas (0).
- 10) Rigidez das folhas: Folhas coriáceas a rígidas (1); Folhas membranáceas a cartáceas (0).

Para testar similaridade na composição de espécies entre as áreas, foi utilizado o índice de Czekanowski (Kent 2012), comparando as áreas aos pares, totalizando 10 combinações entre os 5 fragmentos. O índice foi escolhido porque valoriza a existência de espécies comuns entre as áreas e sua abundância. O cálculo é feito levando-se em conta a somatória dos valores mínimos dos indivíduos que estejam presentes nos dois fragmentos, dividindo-se pela somatória do total de indivíduos presentes em cada área. O mesmo índice foi utilizado para avaliar a similaridade de caracteres funcionais entre áreas.

$$\text{Coeficiente de Czekanowski} = \frac{2 \sum_{i=1}^m (X_i, Y_i)}{\sum_{i=1}^m X_i + \sum_{i=1}^m Y_i}$$

Os resultados desta análise foram comparados a uma segunda análise, que tomou aleatoriamente os indivíduos das duas áreas de cada par, respeitando as proporções existentes no primeiro teste, chamando-a de similaridade ao acaso. Isto para ter um valor de referência e constatar se a similaridade entre duas áreas era maior ou menor ao esperado ao acaso.

Para avaliar convergência funcional, foram comparados os valores obtidos através do índice de similaridade da composição de espécies e o índice de similaridade de caracteres entre fragmentos.

Para avaliar plasticidade fenotípica foram escolhidas duas espécies, *Pouteria ramiflora* e *Xylopiya aromatica*, devido a sua coocorrência no maior número de áreas possível. Para as análises contrastou-se o índice de similaridade de caracteres entre populações da mesma espécie, com o que seria esperado ao acaso. Asumimos que cada fragmento continha uma população diferente.

## RESULTADOS

A partir de comparações par a par, encontramos que todas as áreas são mais dissimilares entre si do que o esperado ao acaso, em relação à composição de espécies (figura 1). Os fragmentos menos similares foram Estação Ecológica e Pedregulho, com um valor de Czekanowski de 3,44%. Pedregulho obteve os menores valores de similaridade em relação a outros fragmentos.

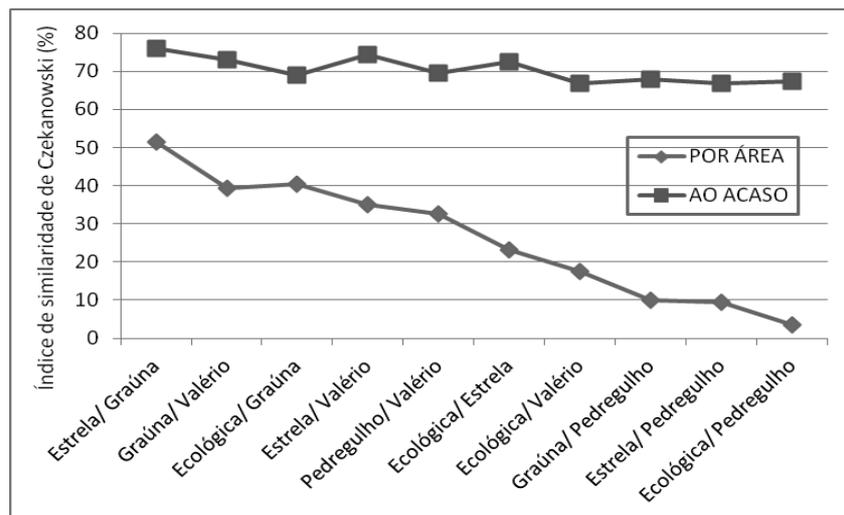


Figura 1. Comparação entre similaridade de espécies por área reais e ao acaso. Com destaque para três combinações de Pedregulho. Melhor tirar as linhas.

Não encontramos relação entre similaridade de espécies e distâncias geográficas entre os fragmentos (Figura 2) ( $R^2=0,04$ ;  $p=0,56$ ).

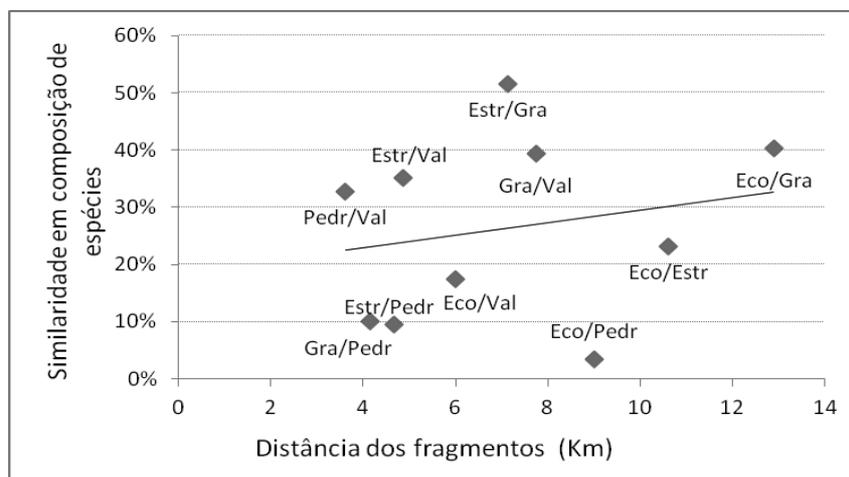


Figura 2. Regressão linear entre similaridade de espécies entre fragmentos e distâncias geográficas entre fragmentos. ( $R^2=0,04$ ;  $p=0,56$ ). (Eco: cerrado ralo, Gra e Estr: cerrado stricto sensu, Val: cerrado denso, Pedr: cerradão).

Não encontramos relação entre similaridade de espécies e composição de atributos funcionais (figura 3) ( $R^2=0,19$ ;  $p=0,13$ ).

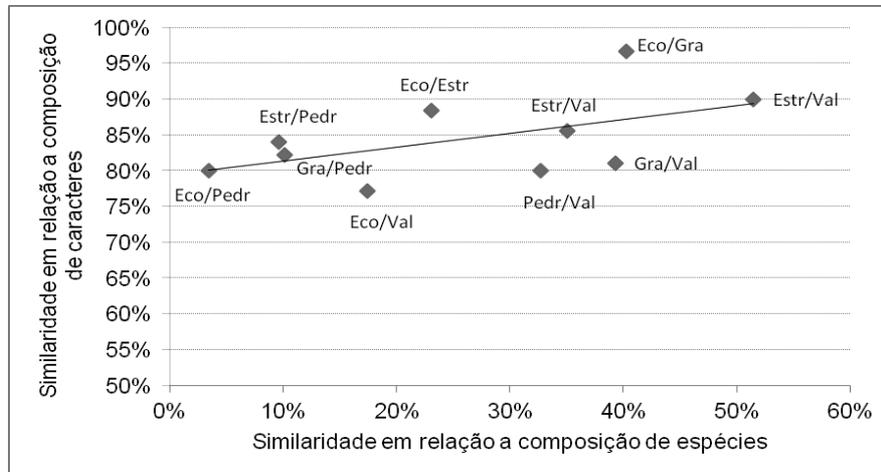
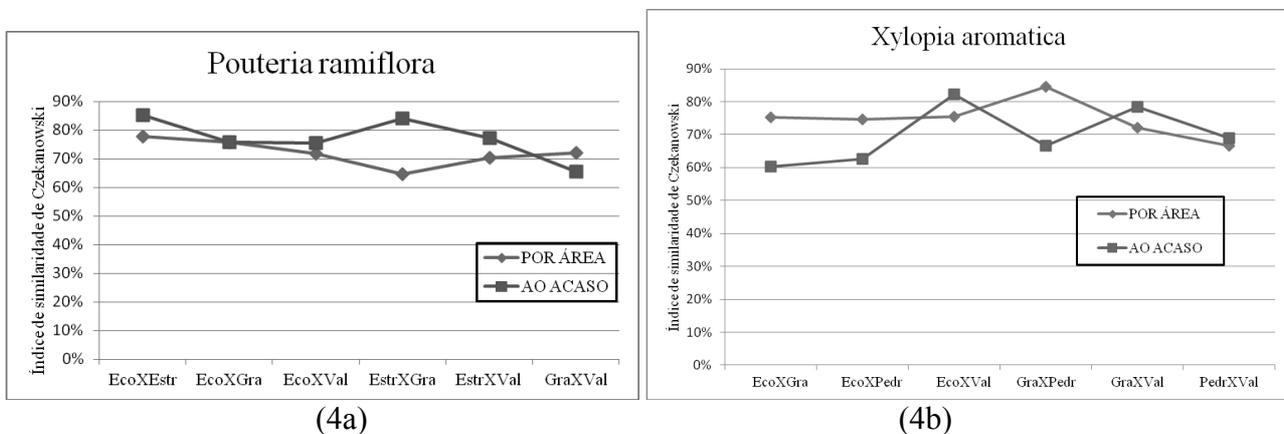


Figura 3. Regressão linear entre similaridade de espécies e similaridade de caracteres de caracteres. ( $R^2=0,19$ ;  $p=0,13$ ). (Eco: cerrado ralo, Gra e Estr: cerrado stricto sensu, Val: cerrado denso, Pedr: cerradão).

Os fragmentos Estrela e Valério (Estr/Val), que apresentaram uma similaridade de espécies (52%) relativamente alta (em comparação com os demais pares de fragmentos), também tiveram uma alta similaridade de caracteres (90%) (Figura 3).

Consideramos que as espécies *Pouteria ramiflora* e *Xylopia aromatica* não apresentaram plasticidade fenotípica porque quando testadas em relação à similaridade de caracteres entre áreas, apresentaram valores semelhantes aos esperados ao acaso (Figuras 4a e 4b).



Figuras 4. a. Índice de similaridade em relação aos caracteres nas áreas analisados de *Pouteria ramiflora*. b. Índice de similaridade em relação aos caracteres nas áreas analisados de *Xylopia aromatica*. (Eco: cerrado ralo, Gra e Estr: cerrado stricto sensu, Val: cerrado denso, Pedr: cerradão).

## DISCUSSÃO

Em nosso estudo, encontramos que fragmentos mais dissimilares não são necessariamente os mais distantes. Por exemplo, Pedregulho (único fragmento da fitofisionomia cerrado) apresenta grande diferença na composição de espécies ao ser comparado com outros fragmentos (figura 1), provavelmente devido ao fato de ocorrer sob condições de solo diferentes de todos os demais fragmentos. Mansur *et al.* (2013) encontraram resultados similares mediante análises fitossociológicas, onde verificaram a dissimilaridade de Pedregulho ao ser comparado com Graúna, Estação Ecológica, Valério e Estrela. A partir do índice de valor de importância encontraram divergência tanto nas espécies dominantes, quanto nas espécies raras, em cada fragmento.

Nenhum par de áreas apresentou similaridade na composição de espécies maior a 52% (valor inferior ao esperado por acaso), além disso não houve correlação significativa entre similaridade de espécies e similaridade de caracteres (Figura 3). Isto indica que, para os caracteres vegetativos avaliados neste estudo, não foi possível verificar divergência de caracteres entre as áreas, apesar de possuírem fitofisionomias e espécies diferentes. Pelo contrario, todas as áreas pareceram convergir em relação aos caracteres analisados, apresentando valores de similaridade de caracteres, que variaram de 77,2% a 96,7%. Isso sugere que as áreas apresentam caracteres vegetativos similares apesar da variação de similaridade em relação a espécies (de 3,44% a 51,5%). Isto indica uma prevalência caracteres funcionais úteis para afrontar condições de estresse térmico e alta radiação solar em todas as áreas estudadas, podendo estes ser fundamentais para a sobrevivência e sucesso dos indivíduos. Esta consideração poderia indicar que as estas condições estão presentes em todas as fitofisionomias. Este resultado contrasta com a premissa de que plantas que ocorrem em fitofisionomias abertas (cerrado ralo e cerrado stricto sensu) suportam maiores pressões seletivas por estresse hídrico e alta temperatura foliar, do que as que ocorrem em fitofisionomias mais fechadas (Cerrado denso e Cerradão).

Os indivíduos das espécies de *Pouteria ramiflora* e *Xylopia aromática* não apresentaram plasticidade fenotípica em relação aos atributos vegetativos analisados. Indivíduos destas espécies que ocorrem em fragmentos diferentes apresentam tanta ou mais similaridade do que o esperado pelo acaso. A única exceção se deu na comparação de *P. ramiflora* nos fragmentos Estrela e Graúna (similaridade de caracteres: 65%, similaridade de caracteres esperada por acaso: 84%). Isto aparentemente é um paradoxo, porque Estrela e Graúna pertencem à mesma fitofisionomia (cerrado stricto sensu).

A baixa plasticidade fenotípica poderia indicar que os caracteres avaliados têm sofrido pressões seletivas recorrentes durante muitas gerações, e têm sido fixados nas populações das espécies avaliadas. Sob estresse térmico e alta radiação solar, a plasticidade fenotípica poderia ser considerada desvantajosa, sendo mais vantajoso para as plantas manter caracteres de resistência a altas temperaturas e estresse hídrico em todos os locais.

Outros estudos no cerrado mostraram que plântulas de *Cabralea canjerana* apresentaram plasticidade fenotípica em relação à altura e o comprimento de suas folhas (Fuzeto, A.P. & Lomônaco, C. 2000). Isto pode sugerir que a plasticidade fenotípica de espécies de cerrado se dá principalmente nos primeiros estados de desenvolvimento.

Contrastar valores de similaridade estimados a partir de aleatorizações com valores de similaridade reais é útil para identificar se dois locais são mais ou menos similares do que seria esperado pelo acaso. Quanto maior o número de aleatorizações, maior a confiabilidade do teste.

## AGRADECIMENTOS

A nossos professores: Simone Vieira, Fernando Martins, Flavio dos Santos e Rafael Oliveira, pelas enriquecedoras discussões e a valiosa orientação ao longo do projeto. Aos companheiros que ajudaram na coleta de dados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

CIANCIARUSO, M.V., SILVA, I., BATALHA, M., GASTON, K. & PETCHEY, O. 2011. The influence of fire on phylogenetic and functional structure of woody savannas: Moving from species to individuals. *Perspect. Plant Ecol. Evol. Syst.* (2011), doi:10.1016/j.ppees.2011.11.004

CORNELISSEN, J., LAVOREL, S., GARNIER, E., DÍAZ, S., BUCHMANN, N., GURVICH, D., REICH, P., TER STEEGE, H., MORGAN, H., VAN DER HEIJDEN, M., PAUSAS, J. & POORTER, H. 2003. A handbook of protocols for estandarised and easy measurment of plant functional traits word wide. *Australian Journal of Botany* 51:335-380.

FORMAN R.T.T. & GODRON, M. 1986. *Landscape Ecology*. John Wiley and Sons, New York.

FUZETO, A.P. & LOMÔNACO, C. 2000. Potencial plástico de *Cabralea canjerana* subsp. *polytricha* (Adr. Juss.) Penn. (Meliaceae) e seu papel na formação de ecótipos em área de cerrado e vereda, Uberlândia, MG. *Revista Brasileira de Botânica* 23:169-176.

GAMA, L.U., BARBOSA, A.A. & OLIVEIRA, P.E. 2011. Sistema sexual e biologia floral de *Pouteria ramiflora* e *P.torta* (Sapotaceae). *Revista Brasileira de Botânica* 34:375-387.

GIVNISH, T. 1987. Comparative studies of leaf form: assessing the relative roles of selective pressures and phylogenetic constrains. *New phyologist* 106:131-160.

KENT, M. 2012. *Vegetation Description and Data Analysis: A Practical Approach*. 2<sup>nd</sup> ed., University of Plymouth. Wiley-Blackwell. p.116-122.

KLEYER, M. 1999. Distribution of plant functional types along gradientes of disturbance intensity and resource supple in na agricultural landscape. *Journal of Vegetation* 10:697-708.

LUCHI, A.E., SILVA, L.C. & MORAES, M. 2005. Anatomia comparada do lenho de *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. Em áreas de cerrado e de plantação de *Pinus elliottii* Engelm. *Revista Brasileira de Botânica* 28:806-820.

MAZZONI-VIVEIROS, S.C. & COSTA, C.G. 2003. Periderme. *In Anatomia Vegetal* (B. Appezzato-da-Glória & S.M. Carmello-Guerreiro, eds.) UFV, Viçosa, p.237-263.

MIRANDA-MELO, A.A., MARTINS, F.R. & SANTOS, F.A. 2007. Estrutura populacional de *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. e de *Roupala montana* Aubl. em fragmentos de cerrado no Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica*. 30:501-507.

MANSUR, L., SILVA, E., FERRARI, J., SILVA, M., SIBLON, N., ABREU, P., PEREIRA, T., ABREU, V. & MOURO, M. 2013. Análise fitossociológica dos cerrados do município de Itirapina, São Paulo. Relatório curso de campo da Unicamp, Itirapina.

SAIKI, P.T.O., SILVA, B. & LOMÔNACO, C. 2008. Expressão de caracteres reprodutivos e vegetativos de *Senna velutina* (Vogel) H. S. Irwin & Barneby (Leguminosae, Caesalpinioideae) em dois ambientes distintos de cerrado. *Revista Brasileira de Botânica* 31:363-369.

WALKER, B., KINZIG, A. & LANGRIDGE, J. 1999. Plant attribute diversity, resilience, and ecosystem function: the nature and significance of dominant and minor species. *Ecosystems* 2:95-113.

WEIHER, E. 2011. A primer of trait and functional diversity. *In* *Biological Diversity: frontiers in measurement and assessment* (A.E. Magurran & B.J. McGill, eds.). Oxford University Press, Oxford.

A influência do estresse hídrico na dinâmica estrutural de comunidade lenhosa em cinco fragmentos de cerrados na reserva ecológica e experimental de Itirapina – SP, Brasil.

Francimeire Costa – Universidade Federal do Piauí- francimeirecosta@gmail.com

Paola Franza Sanches. Universidade Federal de Santa Catarina Departamento de Botânica, Centro de Ciências Biológicas, Florianópolis, SC.- bolsista CAPES. paolafsanches@gmail.com

Paulo Bittencourt. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Departamento de Ecologia.- bolsista CAPES. Paulo09d@gmail.com

## RESUMO

A dinâmica da estrutura de comunidades de cerrado é fortemente controlada pelo estresse hídrico a que as plantas estão submetidas. O clima, juntamente com o solo, são os principais determinantes do estresse hídrico de uma região e atuam como filtros ao estabelecimento, sobrevivência e desenvolvimento das plantas, influenciando na estrutura das comunidades. O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito da seca na estrutura de comunidades de árvores lenhosas de cerrados. Medimos parâmetros estruturais de 4 comunidades de cerrados do município de Itirapina, São Paulo, no período de 2008 a 2013 e comparamos com índices de aridez de 2005 a 2012. Não encontramos variação nas médias de altura e densidade das comunidades, mas encontramos relação entre estresse hídrico e as distribuições de alturas e densidades dentro de uma comunidade de cerradão, indicando que as relações entre clima e comunidades de cerrado são complexas e necessitam também de uma avaliação em níveis históricos e populacionais.

**PALAVRAS CHAVE:** Estrutura de comunidades vegetais, déficit hídrico, índices de aridez

## INTRODUÇÃO

A estrutura de comunidade arbórea nos cerrados está relacionada a aumentos da disponibilidade de água, pela heterogeneidade de recursos (água e nutrientes) e distúrbios (fogo). A disponibilidade de água é geralmente inferida através de dados de precipitação e evapotranspiração do solo, levando-se em conta a temperatura do momento-espaco analisado (Ferrera *et al.*, 2006). Ainda, deve-se levar em conta a íntima relação entre as partículas de água e as de solo. Isso porque diferentes estruturas de solo (de diferentes granulometrias) vão se ligar de forma mais forte ou fracamente. Assim, quanto mais forte for essa ligação, menor é o potencial de água do solo e mais energia as células de raiz terão de gastar para poder absorvê-la. Na medida em que a água disponível (livre) diminui, mais fortemente as moléculas restantes se ligam a superfície do solo, e mais forte ficam as ligações (Ricklefs, 1996).

Dessa forma, a quantidade de água absorvida variar de acordo com o solo, o acréscimo de água ao sistema (pluviosidade, inundações) e o desenvolvimento do sistema radicular de cada planta. Esses fatores atuam como filtros ao estabelecimento, sobrevivência e desenvolvimento das plantas, bem como suas interações e seus processos bióticos e abióticos (Ferrera *et al.*, 2006).

Pode-se esperar então, que o déficit sazonal de água desempenha efeito mais severo (mortalidade) em plântulas e indivíduos jovens, ou menores, os quais estão mais expostos à escassez de água na superfície do solo durante as secas (Kanegae *et al.*, 2000), já que suas raízes são menos profundas. Além disso, plantas menores possuem xilema menos desenvolvido, sendo menos resistente ao dessecamento e potenciais de água negativos (McDowell *et al.*, 2008).

A exposição ao estresse hídrico em vegetais pode induzir não só alterações biofísicas, mas também alterações metabólicas ou mesmo acúmulo de produtos assimilados (Brunini & Cardoso, 1998). Isso gera um gasto excessivo de energia, para se atingir a homeostase e as reservas de carboidratos tendem a se esgotar. Assim, há uma relação entre disponibilidade de carbono e mortalidade de árvores que tem menores taxas de crescimento de lenho ou maior variabilidade de

crescimento. Portanto, plantas menores têm menores reservas energéticas e maior será a vulnerabilidade a seca e assim, a taxa de mortalidade (McDowell *et al.* (2008).

Havendo mortalidade diferencial de plantas menores, podemos esperar que a densidade de espécies e a altura média de uma comunidade diminua em resposta ao estresse hídrico.

O objetivo deste trabalho foi responder se a seca afeta a estrutura da comunidade de árvores lenhosas de cerrado de São Paulo. Nossa hipótese é que quanto maior o estresse hídrico no período de um a três anos antes das observações, maior será a altura média e menor serão as densidades devido à mortalidade diferencial de indivíduos pequenos.

Para testar nossa hipótese, analisamos a relação entre dois índices de seca calculados para o período de 2005 a 2012 e relacionamos a mudanças na estrutura das comunidades de cerrados de quatro áreas da região do município de Itirapina, São Paulo, no período de 2008 a 2013.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

O estudo foi realizado em quatro fragmentos de cerrado na Estação Ecológica e Experimental no Município de Itirapina, no estado de São Paulo (22°15'43"-50" S e 47°53'-54' W), com três fisionomias: cerrado *sensu stricto* (Estrela e Graúna), cerrado denso (Valério) e cerradão (Pedregulho). Os solos das três primeiras são arenosos e o da última, argiloso. O clima é caracterizado como Cwa, "mesotérmico com inverno seco e verão chuvoso" (Köppen, 1948). O período chuvoso se estende de outubro a março (com médias pluviométricas em torno de 1.250 mm), e a seca de abril a setembro (260 mm), sendo que as áreas Graúna e Estrela podem estar sujeitas a incêndios na estação seca. (Eiten, 1972, Furley & Ratter 1988 *apud* Lenza & Klink, 2006).

### Índices de Seca

Os dados climáticos foram obtidos a partir de uma estação meteorológica do Instituto de Meteorologia (INMET) de São Carlos, São Paulo, para os anos de 2005 a 2010 e da Estação

Ecológica de Itirapina, para os anos de 2011 e 2012. A partir desses valores calculamos o déficit de vapor de pressão de água do ar (VPD) cumulativo anual, e o índice de aridez Im (Erinç, 1965), segundo a Equação 1:

Equação 1:  $Im = Pt/Tmax$ , onde Pt é a precipitação anual total e Tmax é a média anual das temperaturas máximas diárias.

A partir do Im e do VPD para cada ano (IM1 e VPD1), calculamos o Im e o VPD acumulados em dois (Im2 e VPD2) e três anos (IM3 e VPD3), segundo as Equações 2, 3, 4 e 5:

Equação 2:  $Im2_t = Im1_{t-1} + Im1_t$ ;

Equação 3:  $VPD2_t = VPD1_{t-1} + VPD1_t$ ;

Equação 4:  $Im3 = Im1_{t-2} + Im1_{t-1} + Im1_t$ ;

Equação 5:  $VPD3_t = VPD1_{t-2} + VPD1_{t-1} + VPD1_t$ , onde t é o ano para o qual o índice está sendo calculado e t-2 e t-1 referem-se a dois anos e um ano antes, respectivamente, ao ano t (Tabela 1).

Tabela 1. Índice de aridez Im e VPD para cada ano (Im1 e VPD1) e cumulativo dos dois últimos anos (Im2 e VPD2) e três anos (IM3 e VPD3).

Ano	Im1	Im2	Im3	VPD1	VPD2	VPD3
2008	0.11	0.24	0.38	214	661	1565
2009	0.21	0.31	0.45	178	570	1410
2010	0.13	0.33	0.44	235	649	1454
2011	0.32	0.45	0.66	422	1080	2151
2012	0.15	0.48	0.60	427	1277	2784

Mudança na Estrutura das Comunidades

Utilizamos dados de estrutura da comunidade medidos de 2008 a 2013 em cada área para indivíduos lenhosos com perímetro à altura do solo maior que 10cm utilizando o método do ponto quadrante (Bryant *et al.* 2004). Os parâmetros medidos foram densidade de cada ponto e altura de cada indivíduo. Para cada área em cada ano amostramos entre 38 e 90 pontos e calculamos médias e desvios padrões de altura e densidade (Tabela 2). Consideramos a mudança na estrutura da comunidade como a diferença entre o parâmetro medido em um ano e o mesmo parâmetro medido no ano anterior das plantas em cada área.

Tabela 2. Altura e densidade da vegetação de fragmentos de cerrado de Itirapina, São Paulo (média±DP) para cada ano, para as diferentes áreas amostradas.

Local	Estrela		Grauna		Pedregulho		Valério	
Ano	Altura	Densidade	Altura	Densidade	Altura	Densidade	Altura	Densidade
2008	2.04±0.56	0.91±0.77	2.35±0.83	0.99±0.61	4.64±1.38	0.91±0.95	3.38±1.18	0.86±1.12
2009	2.14±0.73	0.52±0.67	2.24±0.87	0.69±0.83	5.01±1.51	0.59±0.68	3.43±1.10	0.72±0.99
2010	2.59±1.08	0.37±0.67	2.58±1.02	0.45±0.61	5.28±1.55	0.48±0.61	3.82±1.26	0.43±0.79
2011	2.65±1.21	0.68±0.57	2.24±0.71	0.51±0.72	4.79±1.37	0.37±0.65	3.18±1.00	0.99±1.08
2012	2.73±0.91	0.31±0.40	2.28±0.97	0.56±0.81	5.20±1.68	0.42±0.58	4.08±1.80	0.61±0.74
2013	2.51±1.16	0.33±0.57	2.45±0.86	1.42±0.62	5.30±2.15	0.68±0.70	4.91±1.70	0.37±0.56

### Análise Estatística

Para verificar se os índices de seca (Im e VPD) para cada ano e acumulados estão relacionados a mudanças na estrutura da vegetação no ano seguinte em cada área (médias e desvios padrões de altura e densidade) realizamos regressões lineares.

## RESULTADOS

Não encontramos relação entre os índices de seca para cada ano (Im1 e VPD1) e a mudança na altura e na densidade das comunidade das áreas amostradas. Também não encontramos relação entre os índices de seca acumulados (Im2, Im3, VPD2 e VPD3) e mudanças na altura e densidade das áreas amostradas (Tabela 3).

Tabela 3. Coeficiente de determinação ( $r^2$ ) das regressões entre os índices de seca e as médias e desvios padrões (DP) de altura (m) e densidade (indivíduos/m<sup>2</sup>) para as diferentes áreas dos cerrados. Células em cinza indicam valores de  $p \leq 0.10$

Local	Índice	IM1	IM2	IM3	VPD1	VPD2	VPD3
Estrela	Altura	0.05	0.33	0.19	0.53	0.60	0.61
	Altura – DP	0.52	0.17	0.37	NA	NA	0.05
	Densidade	0.31	0.12	0.01	0.11	0.17	0.22
	Densidade - DP	0.19	0.02	0.02	0.01	0	0
Pedregulho	Altura	0.22	0	0.06	0.03	0.04	0.04
	Altura – DP	0.11	0.48	0.51	0.65†	0.78*	0.82*
	Densidade	0.00	0.54	0.28	0.24	0.28	0.29
	Densidade – DP	0.12	0.92*	0.72†	0.71†	0.78*	0.79*
Grauna	Altura	0.16	0.08	0.11	0.02	0.05	0.09
	Altura – DP	0.56	0.01	0.11	0.02	0.01	0
	Densidade	0.02	0.18	0.09	0.02	0.06	0.12
	Densidade – DP	0.00	0.67†	0.4	0.58	0.73†	0.80*
Valerio	Altura	0.42	0.45	0.6	0.49	0.54	0.53
	Altura – DP	0.11	0.17	0.44	0.21	0.10	0.04
	Densidade	0.41	0.13	0.29	0.19	0.21	0.20

Densidade – DP	0.31	0.10	0.22	0.14	0.18	0.19
----------------	------	------	------	------	------	------

\* -  $p < 0.05$ ; † -  $0.05 < p < 0.10$ ; NA – dados que não possuem premissas para a regressão linear.

Encontramos relação positiva entre os índices de seca VP2 e VPD3 e o desvio padrão da altura para Pedregulho ( $p = 0.035$ ,  $r^2 = 0.78$  e  $p = 0.047$ ,  $r^2 = 0.78$ , respectivamente). Também verificamos relação positiva entre os índices de seca Im2, VPD2 e VPD3 e o desvio padrão da densidade para Pedregulho ( $p = 0.009$ ,  $r^2 = 0.67$ ;  $p = 0.047$ ,  $r^2 = 0.78$ ; e  $p = 0.044$ ,  $r^2 = 0.92$ , respectivamente). O mesmo ocorreu entre o índice de seca VPD3 e o desvio padrão da densidade para Graúna ( $p = 0.040$ ,  $r^2 = 0.80$ ) (Figura 1). Não encontramos relações significativas entre os índices de seca e o desvio padrão da altura e da densidade para as demais áreas.

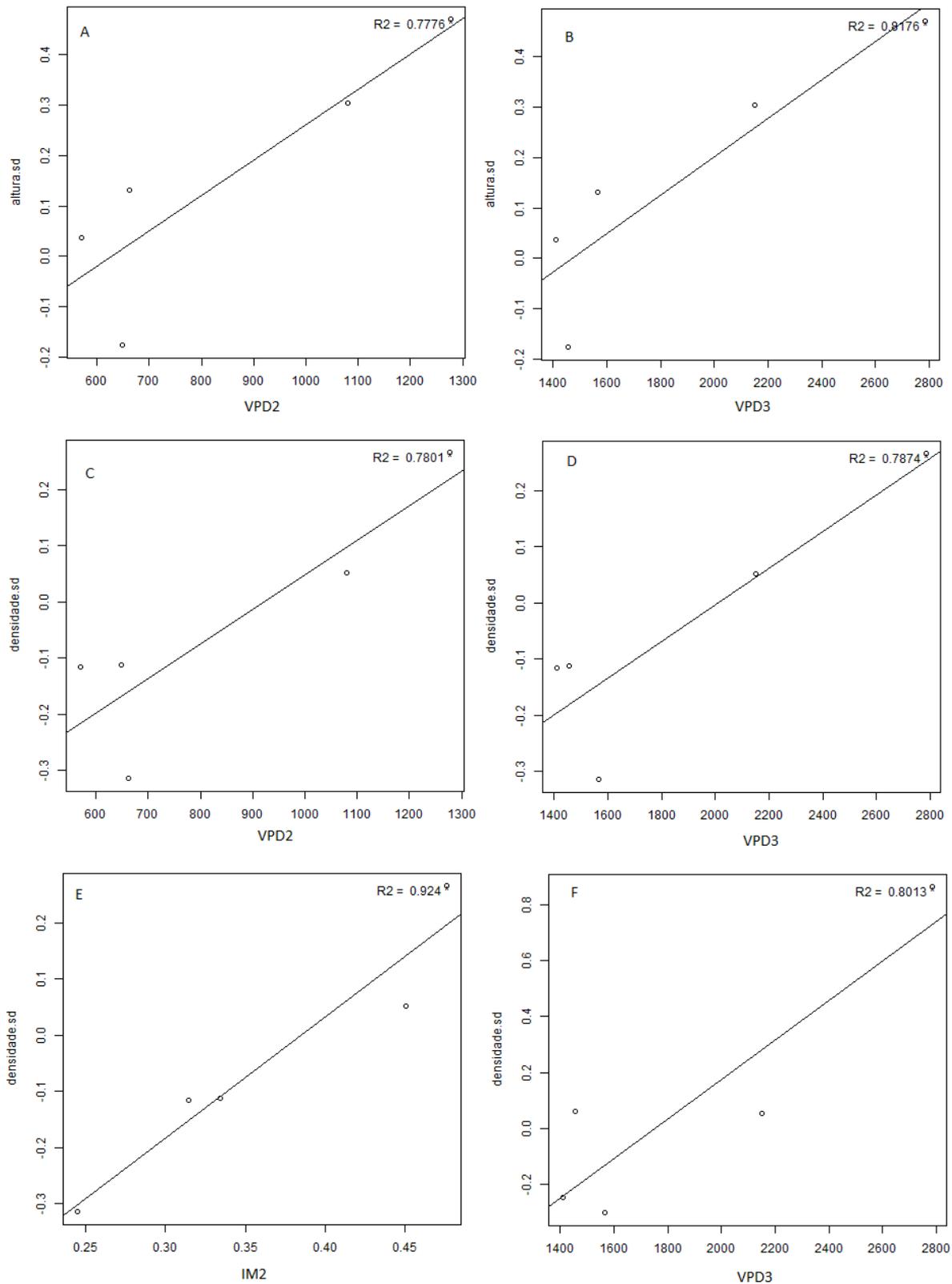


Figura. 1. Relações significativas entre índices de seca e mudança estrutural na comunidade para Pedregulho (A-E) e Graúna (F). A) VPD2 X desvio padrão (DP) da altura; B) VPD3 X DP da altura; C) VPD2 X DP da densidade; D) VPD3 X DP da densidade; E) IM2 x DP da densidade; e F) VPD3 X DP da densidade.

## DISCUSSÃO

A ausência de diferença entre as médias de altura e densidade pode ser devido ao crescimento ou individual diferencial, ou de cada espécie que compõe cada uma das comunidades. Isto é, se houve crescimentos e mortalidades aleatórias, com indivíduos pequenos e grandes crescendo nas mesmas proporções, e morrendo nas mesmas proporções, a média das alturas não se alterou. Porém, como houve alterações significativas nos desvios dos dois parâmetros, entendemos que há uma distribuição maior dos valores, ao longo dos anos. Assim, propomos que houve uma alteração na composição de espécies da comunidade (mais valores intermediários de alturas e densidades), mas não alterações nas médias dos parâmetros amostrados.

Em uma condição de estresse hídrico, Cabral *et al.* (2003) verificaram que o crescimento das porções aéreas de plantas jovens (ou pequenas) de *Tabebuia aurea* é menor quando expostas a períodos de escassez de água., corroborando com os nossos resultados.

A resposta de plantas à seca depende da interação entre a seca do solo (seu balanço hídrico) e a seca atmosférica, podendo ser medida como a diferença de potencial hídrico entre o solo e a atmosfera (McDowell 2008). A diferença de potencial hídrico entre a planta e o solo é um dos principais determinantes do fechamento estomático e da falha do sistema hidráulico de plantas, que são fatores determinantes na mortalidade por fome de carbono e por desidratação (Brodribb & Holbrook 2003). Assim, a escolha de índices de seca que estejam correlacionados tanto à seca atmosférica quanto à seca do solo e cujos parâmetros estão relacionados diretamente ao funcionamento das plantas são os melhores para entender e modelar efeitos climáticos em comunidades (Stephenson 1998).

Embora correlacionados, o VPD e o Im conjuntamente trazem informações sobre o estresse hídrico do solo e da atmosfera, de forma semelhante à diferença de potencial hídrico entre o solo e a atmosfera e, dessa forma, permitem avaliar diferentes efeitos do clima sobre a vegetação. Mas, mesmo assim, não possuem o mesmo poder de explicação de um índice que modele o balanço

hídrico diretamente (Stephenson 1998) e também não podem ser usados diretamente em modelagens de transpiração e ganho fotossintético de indivíduos para entender os mecanismos que levam a alterações na comunidade e prever mudanças (Damour et al. 2010).

## CONCLUSÃO

Embora o clima possua um papel fundamental na determinação de fitofisionomias de um local, não encontramos relação entre as mudanças climáticas observadas e as mudanças na estrutura das comunidades das áreas de cerrado analisadas com exceção de uma, indicando que diferentes fisionomias possuem diferentes respostas a mudanças climáticas.

A relação encontrada entre estresse hídrico, mudanças no desvio padrão da altura dos indivíduos e da densidade da área de cerradão do Pedregulho indica que há uma complexa interação a nível de populações com mortalidade e reprodução diferencial de populações e não só de indivíduos de tamanhos diferentes. Isso significa que para analisar os mecanismos que atuam na dinâmica estrutural de comunidades precisamos entender os mecanismos que atuam nos diferentes níveis ecológicos que compõem a comunidade.

## REFERENCIAS

- BRODRIBB, T. J., & HOLBROOK, N. M. 2003. Stomatal Closure during Leaf Dehydration , Correlation with Other Leaf Physiological Traits 1. *Plant Physiology*. 132: 2166–2173.
- BRUNINI, O. & CARDOSO, M. 1998. Efeito do déficit hídrico no solo sobre o comportamento estomático e potencial da água em mudas de seringueira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília. 33(7):1053-1060.
- BRYANT, D.M, DUCEY, M.J, INNES, J.C., LEE, T.D. ECKERT, R.T. ZARIN, D.J 2004. Forest community analysis and the point- centered quarter method. *Plant Ecology*. 175:193-203.

CABRAL, E. L., BARBOSA, D. C. A. & SIMABUKURO, E. A. 2004. Crescimento de plantas jovens de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore submetidas a estresse hídrico. *Acta Botanica Brasiliensis*. 18(2): 241-251.

DAMOUR, G., SIMONNEAU, T., COCHARD, H., & URBAN, L. 2010. An overview of models of stomatal conductance at the leaf level. *Plant, cell & environment*, 1419–1438.

EITEN, G. 1972. The cerrado vegetation of Brazil. *The Botanical Review* 38:201-341.

ERINC, S., 1965. An Attempt on Precipitation Efficiency and A New Index. \_Istanbul University Institute Release. Baha Press, \_Istanbul (in Turkish).

FERREIRA, J.N., BUSTAMANTE, M.M.C. & DAVIDSON, E.A. 2009 International Association for Vegetation Science Linking woody species diversity with plant available water at a landscape scale in a Brazilian savanna. *Journal of Vegetation Science* 20: 826–835.

FURLEY, P.A. & RATTER, J.A. 1988. Soil resources and plant communities of the central Brazilian cerrado and their development. *Journal of Biogeography* 15:97-108

GAMBOA1, C.C.S. SANDBRINK, A &, ZUIDEMA P.A.. 2012. Diameter Growth of Juvenile Trees after Gap Formation in a Bolivian Rain Forest: Responses are Strongly Species-specific and Size-dependent. *Biotropica*. 44(3): 312–320.

LENZA, E. & KLINK, C. A. 2006. Comportamento fenológico de espécies lenhosas em um cerrado sentido restrito de Brasília, DF. *Revista Brasileira de Botânica*. 29(4): 627-638.

KANEGAE, F. M., BRAZ, V. S. & FRANCO, A. C. 2000. Efeitos da seca sazonal e disponibilidade de luz na sobrevivência e crescimento de *Bowdichia virgilioides* em duas fitofisionomias típicas dos cerrados do Brasil Central. Revista Brasileira de Botânica, São Paulo, 23(4):59-468.

MCDOWELL, N., POCKMAN, W. T., ALLEN, C. D., BRESHEARS, D. D., COBB, N. KOLB, T., PLAUT J., SPERRY, J., WEST, A., WILLIAMS, D.G. & YEPEZ, E.A. 2008. Mechanisms of plant survival and mortality during drought: why do some plants survive while others succumb to drought? New Phytologist. 178: 719–739.

RICKLEFS, R.E. 1996. Economia da Natureza. 3<sup>th</sup>ed. University of Pennsylvania. Guanabara Koogan. Pp 25, 96.

SAHIN, S. (2012). An aridity index defined by precipitation and specific humidity. Journal of Hydrology. 444-445.

STEPHENSON, N. 1998. Actual evapotranspiration and deficit: biologically meaningful correlates of vegetation distribution across spatial scales. Journal of Biogeography. 25(5): 855–870.

## **Mudança da Comunidade Arbórea de um Fragmento de Cerrado Denso entre 1994 e 2013**

FRANCIMEIRE DO NASCIMENTO COSTA<sup>1</sup>, LUIS CARLOS QUIMBAYO GUZMÁN<sup>2</sup>,  
YVONNE VANESSA BAKKER<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Bióloga formada pela Universidade Federal do Piauí - UFPI

<sup>2</sup> Estudantes de mestrado em Ecologia. Universidade Estadual de Campinas – Unicamp

E-mail de correspondência: [luiscarlosqg@gmail.com](mailto:luiscarlosqg@gmail.com)

## Mudança da Comunidade Arbórea de um Fragmento de Cerrado Denso entre 1994 e 2013

### RESUMO

A estrutura de uma comunidade pode ser determinada por fatores bióticos e abióticos, que podem agir para benefício ou prejuízo das populações. O fragmento de cerrado denso Valério (Itirapina-SP, Brasil) monitorado anualmente desde 1994 tem 64 parcelas de 5x5m. Todos os indivíduos arbóreos com diâmetro basal  $\geq 3$  cm tem sido identificados e medidos (altura total e diâmetro basal) desde então. Segundo D'angioli *et al.* (2013) este fragmento sofre uma diminuição constante na diversidade, riqueza e número de indivíduos, identificada no período 1994–2013. No entanto, a biomassa do fragmento está sendo incrementada no período 1995–2013. Objetivou-se, com este trabalho, descobrir se todas as espécies arbóreas do Valério estão sendo afetadas igualmente pelos fatores que estão modificando a estrutura da comunidade. Para isso, calculamos a taxa de crescimento populacional “ $\lambda$ ” (em cada ano) para todas as espécies a fim de identificar quais populações estão crescendo (se estão beneficiando) e quais estão decrescendo. A partir deste parâmetro identificamos que *Pera glabrata* Schott ( $\lambda=1,13$ ); *Amaioua guanensis* Aubl ( $\lambda=1,05$ ); e *Ocotea pulchella* Mart ( $\lambda=1$ ) estão se beneficiando. As demais espécies apresentaram valores de  $\lambda$  inferiores a 1. As espécies que acumularam biomassa foram *Dalbergia miscolobium*, *Pera glabrata*, *Amaioua guanensis* e *Ocotea pulchella*. Não foi possível identificar um padrão que agrupasse as espécies beneficiadas a partir de suas características.

Palavras chave: Biomassa, Estrutura de comunidade, Resiliencia, Taxa de crescimento.

## INTRODUÇÃO

O cerrado denso é uma fitofisionomia caracterizada por apresentar uma estrutura similar a uma floresta. A estrutura das florestas pode ser afetada por diferentes fatores, tanto abióticos como clima, solo e distúrbios, quanto bióticos como facilitação e competição por recursos (Corneta *et al.* 2007). Muitos sistemas são sensíveis às variações anuais do clima e às flutuações na dinâmica interna dos ecossistemas, como herbivoria ou patógenos. Algumas variações são potencialmente previsíveis, como as variações cíclicas do clima. Estes fatores agem de formas diferentes nas populações, de modo que algumas podem se beneficiar quando outras são prejudicadas.

A mudança na estrutura de uma comunidade florestal pode ser explicada por três processos diferentes. A floresta pode estar passando por um processo sucessional após um distúrbio, com tendência a atingir um estado mais maduro, o que levaria à dominância de espécies de floresta madura ao longo prazo. Outra opção é que a floresta está passando por um processo de degradação, o que seria o inverso à sucessão, com diminuição na abundância de espécies típicas de floresta madura. Por último, a dinâmica da floresta pode apresentar oscilações tanto na riqueza e no número de indivíduos, quanto na composição de espécies, voltando a ter as características iniciais após um período determinado, num ciclo repetitivo ao longo do tempo.

Resiliência é um termo utilizado para descrever a capacidade de recuperação de um sistema ao seu estado original após uma perturbação. Pode ser explicado através de processos que permitem os ecossistemas a persistirem frente às mudanças do ambiente. Tais processos referem-se à resposta, à resistência e à recuperação dos sistemas após perturbações.

Resposta descreve a mudança no sistema. Resistência à tendência de permanecer no mesmo estado e depende da natureza, magnitude e duração da perturbação. E recuperação é o período que leva para um sistema retornar ao estado de origem após o distúrbio. A recuperação depende da resposta e do tempo desde a perturbação (Chapin III *et al.* 2002).

D'angioli *et al.* (2013) encontraram mudanças na estrutura de um fragmento de cerrado denso (localizado no município de Itirapina-SP, Brasil) após 19 anos (1994-2013) de monitoramento. Identificaram uma tendência à diminuição da diversidade ( $H'$ ), da riqueza de espécies e do número total de indivíduos arbóreos, que passou de 1.644 (no ano 1994) a 675 (no ano 2013). No entanto, acharam uma tendência ao incremento da biomassa acima do solo, no período 1995-2013.

Embora seja difícil saber o que está causando as mudanças no fragmento de cerrado denso de Itirapina, nós tentamos identificar se todas as espécies arbóreas que ocorrem nele estão sendo afetadas igualmente pelos fatores que estão modificando sua estrutura. Ou se pelo contrário, algumas espécies estão sendo beneficiadas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O fragmento de cerrado denso estudado se encontra no município de Itirapina, Estado de São Paulo (Brasil) e é conhecido como Valério (22°13'S; 47°51'W). O clima da região é do tipo Cwa de Köppen, temperado macrotérmico com inverno seco não rigoroso, com precipitação anual média de 1.425 mm, concentrada no período de outubro a maio, temperatura média de 19,7°C e déficit hídrico de 23 mm anuais (Miranda Melo *et al.* 2007). O tipo de solo predominante é o Neossolo Quartzarênico. Este solo tem deficiência de nutrientes e teores considerados tóxicos de alumínio trocável (Miranda Melo *et al.* 2007).

Nesse fragmento foi instalada uma parcela quadrada (40x40m) de monitoramento permanente, com 64 subparcelas (5x5m). Esta parcela tem sido monitorada nos meses de janeiro desde 1994. Todos os indivíduos com diâmetro basal  $\geq 3$  cm são identificados até nível de espécie e medidos (altura total e diâmetro basal) em toda a parcela anualmente. A área amostral total é de 0,16 ha.

Considerando que o número total de indivíduos está diminuindo desde 1994 (D'angioli *et al.* 2013), calculamos a taxa de crescimento populacional:  $\lambda$  para todas as espécies (em cada ano) a fim de identificar quais populações estão crescendo e quais estão decrescendo. (Equação 1, “P” é o tamanho da população).

$$\lambda = P_t - P_{t-1} \quad (\text{Equação 1})$$

Valores de  $\lambda=1$  indicam que o tamanho populacional se mantém constante, valores de  $\lambda<1$  indicam que a população está decrescendo e valores de  $\lambda>1$  indicam que a população está crescendo ao longo do tempo. O valor de  $\lambda$  apresentado para uma determinada espécie neste trabalho é a média geométrica dos valores de  $\lambda$  de cada ano para essa espécie. A significância dos valores de  $\lambda$  apresentados foi testada mediante  $\chi^2$ .

Para identificar se algumas espécies estão acumulando mais biomassa do que outras, fizemos regressões lineares (da biomassa total por espécie a cada ano). Para estimar a biomassa por indivíduo foi usado o modelo proposto por Delitti *et al.* (2006) (Equação 2), o qual foi elaborado para flora de cerrado. Na equação 2, “D” é o diâmetro em cm e “H” é a altura em metros.

$$\text{Biomassa}/\text{indivíduo} = 28,77.D^2.H \quad (\text{Equação 2})$$

A partir de caracteres identificados em campo e de revisão de literatura foi feita a caracterização das espécies que estão sendo beneficiadas ( $\lambda$  maior do que 1) dentro da comunidade no período de tempo avaliado.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Somente três espécies (*Pera glabrata*  $\lambda=1,13$ ; *Amaioua guianensis*  $\lambda=1,05$ ; *Eugenia puniceifolia*  $\lambda=1,04$ ) apresentaram valores de  $\lambda$  superiores a um (figura 1). O valor de  $\lambda$  para *Ocotea pulchella* foi 1 (tabela 1).

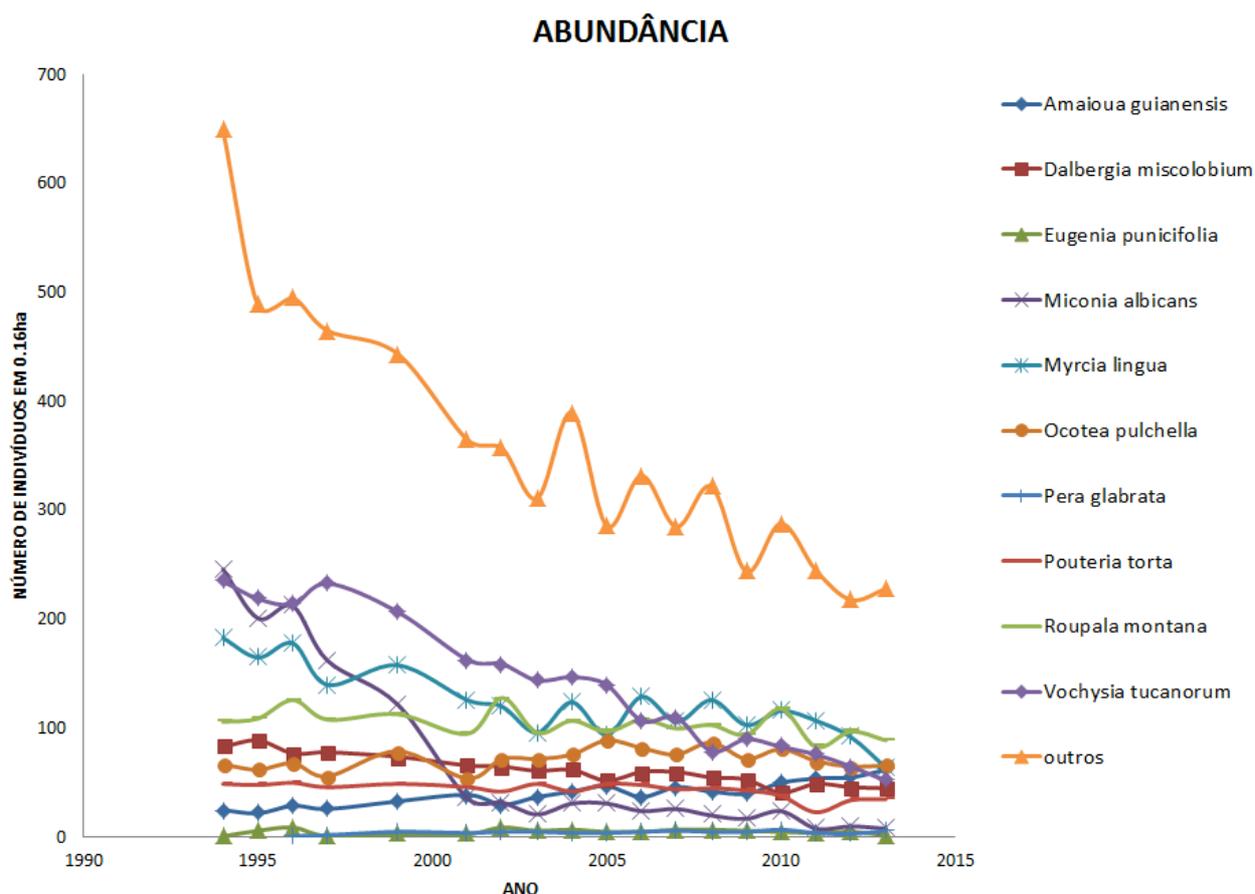


Figura 1. Crescimento populacional das espécies arbóreas do cerrado denso de Itirapina.

Considerando que o crescimento populacional da maior parte das espécies da comunidade é menos que 1, o valor de  $\lambda=1$  de *O. pulchella* (cuja população oscilou ao redor de 67 indivíduos ao longo dos 19 anos) foi interpretado como um indicio de que a abundância desta espécie não está sendo afetada pelos fatores que estão diminuindo as populações das demais espécies. Outras espécies (como *Strychnos brasiliense*, *Tapirira guianensis* e *Virola sebifera*) também apresentaram

valores de  $\lambda=1$ . No entanto, tinham populações de 1 ou 2 indivíduos, portanto não as consideramos como “espécies beneficiadas”.

Dado que houve uma geada no ano 2003 (F. M. dos Santos com. pess.) estimamos  $\lambda$  para dois períodos de tempo (1994-2003 e 2004-2013) para identificar se este evento alterou o padrão de mudança estrutural. Para a maioria das populações o comportamento foi semelhante antes e depois da geada (tabela 1). Esta avaliação possibilitou identificar que *E. puniceifolia* apresentou  $\lambda=0,9$  no período 2004-2013 o que indica um decréscimo de sua população nos últimos nove anos. Por este motivo essa espécie não foi incluída dentro do grupo das espécies beneficiadas, embora sua taxa de crescimento para o período 1994-2013 seja  $\lambda=1,04$ .

Tabela 1. Taxa de crescimento populacional ( $\lambda$ ) para 10 espécies da comunidade do fragmento de cerrado denso de Itirapina. Valores de  $\lambda$  superiores a um indicam crescimento populacional ao longo do tempo. “\*” indica espécies que estão se beneficiando na comunidade.

Espécie	$\lambda$		
	1994 - 2003	2004 - 2013	1994 - 2013
<i>Pera glabrata</i> *	1.30	1.02	1.13*
<i>Amaioua guianensis</i> *	1.06	1.05	1.05*
<i>Eugenia puniceifolia</i>	1.29	0.90	1.04
<i>Ocotea pulchella</i> *	1.01	0.99	1.00*
<i>Roupala montana</i>	0.99	0.99	0.99
<i>Pouteria torta</i>	1.00	0.97	0.98
<i>Dalbergia miscolobium</i>	0.96	0.97	0.96
<i>Myrcia lingua</i>	0.91	0.96	0.94
<i>Vochysia tucanorum</i>	0.93	0.90	0.92
<i>Miconia albicans</i>	0.70	0.91	0.82

Foram estimados valores de  $\lambda$  para a comunidade como um todo (a partir do número total de indivíduos em cada ano) para os mesmos períodos de tempo. Para o período 1994-2013, o valor de  $\lambda$  foi 0,95. No entanto, os resultados mostraram que antes da geada a comunidade estava decrescendo a uma taxa de 8% ao ano, contrastantemente após a geada a taxa reduziu para 3% (de decréscimo anual). Este resultado indica que aparentemente a geada não foi um acelerador do

processo que está afetando a comunidade, porque a taxa de diminuição de indivíduos não foi acelerada após este evento. Pelo contrario esta taxa passou de  $\lambda=0,92$  a  $\lambda=0,97$ , depois da geada.

Sistemas que mantêm suas características estruturais e funcionais após um distúrbio e retornam rapidamente aos seus estados de origem, são considerados sistemas mais estáveis e conseqüentemente com respostas mais previsíveis. A maioria dos ecossistemas são altamente resilientes aos distúrbios diários ou sazonais, no entanto, suas propriedades podem mudar em resposta a distúrbios severos ou permanentes ao longo do tempo (Chapin III *et al.* 2002).

A biomassa da floresta, por exemplo, é relativamente resistente às variações ambientais como clima sazonal, mas é influenciada por ocasionais distúrbios de maior intensidade como vimos no cerrado denso do fragmento Valério frente à geada de 2003, quando a biomassa de aproximadamente 16 Mg/0,16ha foi reduzida em 43%, recuperando-se no ano seguinte. Os cerrados são sistemas que mostram poucas alterações em estrutura e produtividade em resposta a eventos como períodos de seca ou incidência por fogo, mostrando resistência a essas perturbações. Sistemas com baixa resiliência podem nunca se recuperar a seus estados de origem.

As espécies que apresentaram um incremento significativo na biomassa ao longo dos 19 anos foram *Dalbergia miscolobium*, *Pera glabrata*, *Amaioua guanensis*, *Eugenia punicifolia* e *Ocotea pulchella* (figura 2).

Embora *D. miscolobium*, uma espécie arborea com altura de 8m a 16m (Lorenzi, 1998), apresentou um incremento de biomassa, não foi considerada “espécie beneficiada” porque sua população está decrescendo ( $\lambda=0,96$ ).

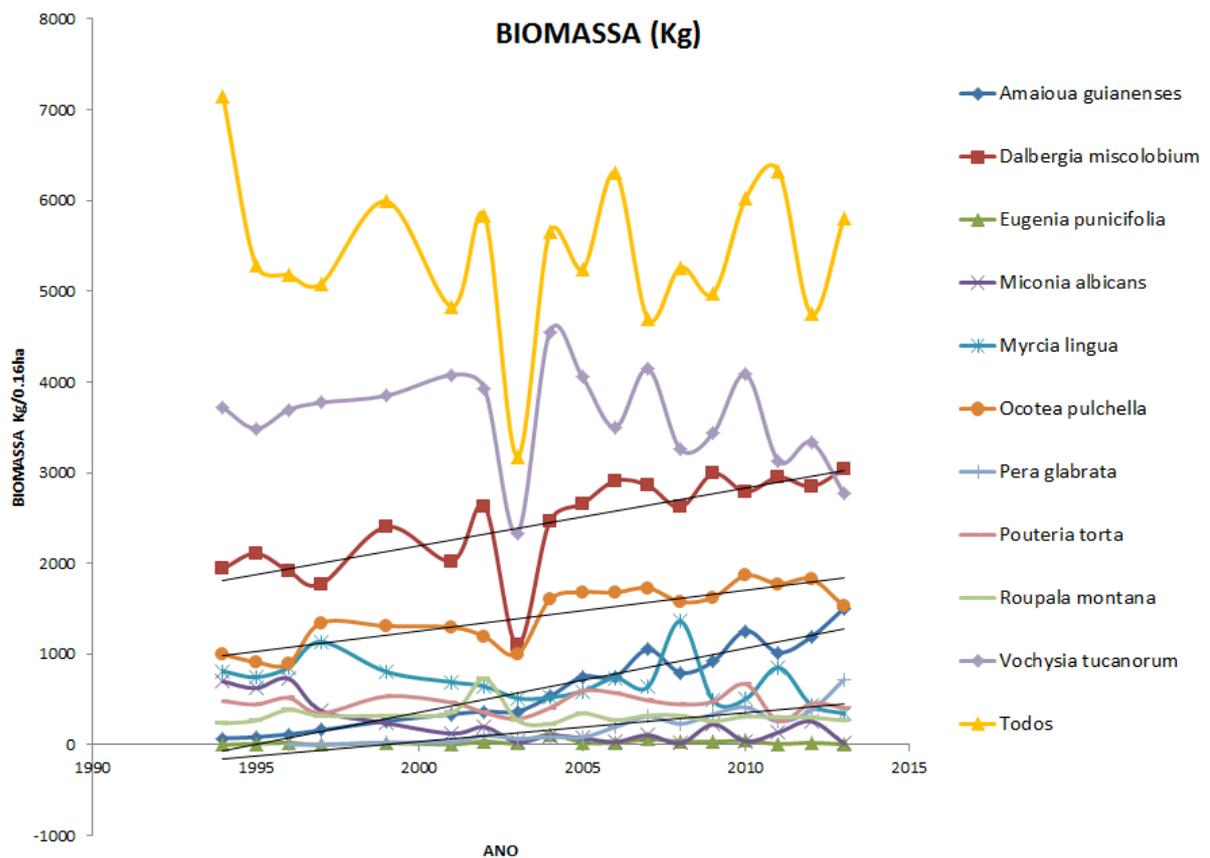


Figura 2. Mudança da biomassa das espécies arbóreas do cerrado denso de Itirapina no período 1994-2003. Espécies com incremento significativo de biomassa: *D. miscolobium*  $y=63,75x-125309$ ,  $R^2=0,53$ ; *O. pulchella*  $y=45,42x-89578$ ,  $R^2=0,71$ ; *A. guianensis*  $y=71,04x-141719$ ,  $R^2=0,92$ ; e *P. glabrata*  $y=32,35x-64661$ ,  $R^2=0,76$ . As regressões lineares para estas espécies apresentaram valores de  $p<0,001$ .

As principais características das espécies que estão se beneficiando foram compiladas na tabela 2. A partir das características identificadas não foi possível identificar um padrão comum que possa indicar por que essas espécies estão se beneficiando.

*A. guianenses* é uma espécie de porte arbóreo que atinge uma altura de 4 a 12 m, e segundo Lorenzi (1998) é exclusiva de sub-bosque. *A. guianenses* é a única espécie beneficiada para a qual foi descrita alelopatia (Amorim & Oliveira 2006, Corneta *et al.* 2007), no entanto há espécies, como *Pouteria torta* dentro da parcela, que também apresentam alelopatia e não estão sendo beneficiadas.

*O. pulchella* é uma espécie arbórea com altura de 20 a 30m, semidecídua, heliófila, comum em florestas, restinga e cerrado (Lorenzi 1992). Considerando que a tendência da comunidade é apresentar um incremento no tamanho das árvores, era esperado que espécies com potencial de

atingir o dossel estivessem sendo beneficiadas. No entanto, outras espécies de dossel, como *Vouchysia tucanorum*, não estão sendo beneficiadas.

*Pera glabrata* pode apresentar porte arbóreo ou arbustivo com altura de 5-10 m (Stehmann & Alméri 2012). Na comunidade estudada, é a espécie beneficiada com menor abundância, apenas seis indivíduos em 2013. No entanto, tem apresentado um incremento constante tanto em biomassa, quanto em número de indivíduos, diferente de *D. miscolobium* que apresentou incremento de biomassa, mas uma diminuição na abundância.

Tabela 2. Características das espécies que estão se beneficiando.

Espécies	Altura	Porte	Estrato	Alelopatia
<i>Amaioua guianenses</i> ( <i>Rubiaceae</i> )	Até 12 m	Árvore	Sub-bosque	Sim
<i>Ocotea pulchella</i> ( <i>Lauraceae</i> )	Até 30 m	Árvore	Heliófila	Não
<i>Pera glabrata</i> ( <i>peraceae</i> )	Até 10 m	Árvore ou arbusto	Heliófila	Não

Não foi possível agrupar as espécies que estão sendo beneficiadas em um único grupo com características funcionais semelhantes. No entanto, estudos mais aprofundados sobre as caracteres funcionais dessas espécies e dados específicos de interação intraespecífica e interespecífica são necessários para chegar a um melhor entendimento dos processos que estão afetando o fragmento Valerio.

Provavelmente as mudanças nesta comunidade estão sendo ocasionadas por perturbações. A fragmentação pode ser um dos fatores que estão influenciando essas mudanças. Assim como as ações antrópicas históricas e atuais que sofre o fragmento do Valério. O efeito das perturbações depende da intensidade e do tempo de exposição do ambiente ao evento perturbador, e sua maior consequência é uma mudança total no estado da fisionomia atingida. Considerando o período em

que o fragmento esta sendo monitorado, não é possível determinar que tipo de mudança está sofrendo a comunidade.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a D'angioli *et al.* pela ajuda com os dados de biomassa, a Luciana Franci pela informação fornecida referente a *D. miscolobium*, e a nossos professores Simone Vieira, Fernando Martins, Flavio Santos, Rafael Oliveira e Sandra Carmello-Guerreiro pelas sugestões e orientação ao longo do projeto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, F.W. & OLIVEIRA, P. E. 2006. Estrutura sexual e ecologia reprodutiva de *Amaioua guianensis* Aubl. (Rubiaceae), uma espécie dióica de formações florestais de cerrado. Revista Brasil. Bot., V.29, n.3, p.353-362, jul.-set.

CHAPIN III, F.S., MATSON, P.A. & MOONEY, H.A. 2002. Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology. Vol. pp. Springer-Verlag, New York.

CORNETA, C. M., SCULTORI, C., SIMS L. P., VON MATTER, S. 2007 Influência de *Pouteria torta* e *Amaioua guianensis* em populações de plantas de um fragmento de cerrado, Itirapina, SP. Relatório da disciplina ecologia de campo II - Itirapina, São Paulo.

D'ANGIOLI, A., SILVA, M., PURGATO, N., ABREU, V., PEREIRA, T. 2013. Variação temporal de diversidade e biomassa em um fragmento de cerrado denso de Itirapina, SP. Relatório da disciplina ecologia de campo II - Itirapina, São Paulo.

DELITTI, W.; MEGURO, M.; PAUSAS, J. 2006. Biomass and mineralmass estimates in a cerrado ecosystem. Revista Brasileira de Botânica 29 (4): 531-540.

LORENZI, H. 1992. Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa, SP: Ed. Plantum.

LORENZI, H. 1998. Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa, SP: Ed. Plantum.

MIRANDA-MELO, A. A., MARTINS, F.R. & SANTOS, F.A. 2007. Estrutura populacional de *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. e de *Roupala montana* Aubl. em fragmentos de cerrado no Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica*. 30:501-507.

STEHMANN, J.R. & ALMÉRI, B.R. 2012. Guia ilustrado do arboreto do cerrado da Companhia Brasileira de Metalúrgica e Mineração - CBMM. Belo Horizonte, Ed: UFMG.

É possível prever a dinâmica da comunidade conhecendo a dinâmica de suas populações?  
Análise da biomassa e do crescimento populacional do cerrado denso do sudeste do Brasil.

Ana Cecília M. A. Rodrigues – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação- [acmarana@yahoo.com.br](mailto:acmarana@yahoo.com.br)

Paola Franza Sanches. Universidade Federal de Santa Catarina Departamento de Botânica, Centro de Ciências Biológicas, Florianópolis, SC.- bolsista CAPES. [paolafsanches@gmail.com](mailto:paolafsanches@gmail.com)

Paulo Bittencourt. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Departamento de Ecologia.- bolsista CAPES. [Paulo09d@gmail.com](mailto:Paulo09d@gmail.com)

## RESUMO

A previsão e o monitoramento das condições vegetais de áreas de cerrado são fundamentais para o monitoramento e o planejamento de conservação e, para isso, é necessário compreender a dinâmica das populações e das comunidades de cerrado. A dinâmica das comunidades são determinadas de forma complexa pelas interações das dinâmicas das populações que a compõe. O objetivo deste trabalho é verificar se é possível prever a dinâmica da comunidade a partir da dinâmica de suas populações. Para isso, medimos a variação de biomassa e a taxa de crescimento de 8 populações e da comunidade de uma área de cerrado denso durante 13 anos e verificamos se há relações entre elas. Não encontramos relações entre as dinâmicas populacionais e as dinâmicas da comunidade. Concluímos que as dinâmicas da comunidade são processos complexos e impossíveis de serem previstos com modelos simples de dinâmica populacional.

Palavras-chave: dinâmica de comunidade, dinâmica de população, biomassa, taxa de crescimento, cerrado, conservação.

## INTRODUÇÃO

Os cerrados são as formações savânicas com maior riqueza de espécies do mundo e que vem sofrendo grave processo de degradação antropogênica desde a metade do século passado (Solórzano et al. 2012). Para nortear estratégias de conservação dos cerrados são fundamentais estudos sobre as condições vegetais de diferentes áreas (Zerger et al. 2006) e, para isso, é necessário a compreensão e o monitoramento da dinâmica das populações e das comunidades (Higuchi et al. 2008).

As dinâmicas de comunidades são propriedades emergentes resultantes de interações muitas vezes complexas e imprevisíveis entre as dinâmicas populacionais que as compõe (Reuter et. al 2005). Embora seja possível avaliar a dinâmica da comunidade momentaneamente com conhecimento paralelo das dinâmicas populacionais, não é necessariamente possível estabelecer relações previsíveis entre elas. O objetivo deste trabalho é analisar se há relações entre as dinâmicas das populações e a dinâmica da comunidade de uma área de cerrado. Buscamos com isso contribuir para o estudo do monitoramento das condições vegetais de áreas de cerrado.

Nossa hipótese é que as relações entre as dinâmicas das populações e a dinâmica da comunidade são complexas e, portanto, não previsíveis, não seguindo um padrão ao longo do tempo. Para isso, verificaremos se há relação entre a variação de biomassa anual e a taxa de crescimento populacional de oito populações (*Dalbergia miscolobium*, *Roupala montana*, *Anadenanthera falcata*, *Xylopia aromatica*, *Vochysia tucanorum*, *Amaioua guianensis*, *Bauhinia rufa* e *Ocotea pulchella*) e da comunidade de uma área de cerrado denso do município de Itirapina, São Paulo, no período de 2001 a 2013.

Esperamos encontrar relações significativas em apenas 5% dos testes realizados, correspondentes a relações espúrias e aleatórias. Esperamos também que essas relações serão fracas, decorrentes do caráter aleatório delas.

## MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo – O estudo foi realizado no Valério, fisionomia de cerrado *stricto sensu* denso (22°13' S; 47°51' W). O solo é caracterizado como Neossolo Quartzarênico alíco, com deficiência de nutrientes e teores considerados tóxicos de alumínio trocável (Dutra-Lutgens 2000) e o clima é Cwa “mesotérmico com inverno seco e verão chuvoso”, segundo Köppen (1948). A variação de biomassa e o crescimento populacional ( $r$ ) da comunidade para o período de 2001 a 2013 estão representados nas figuras 1:

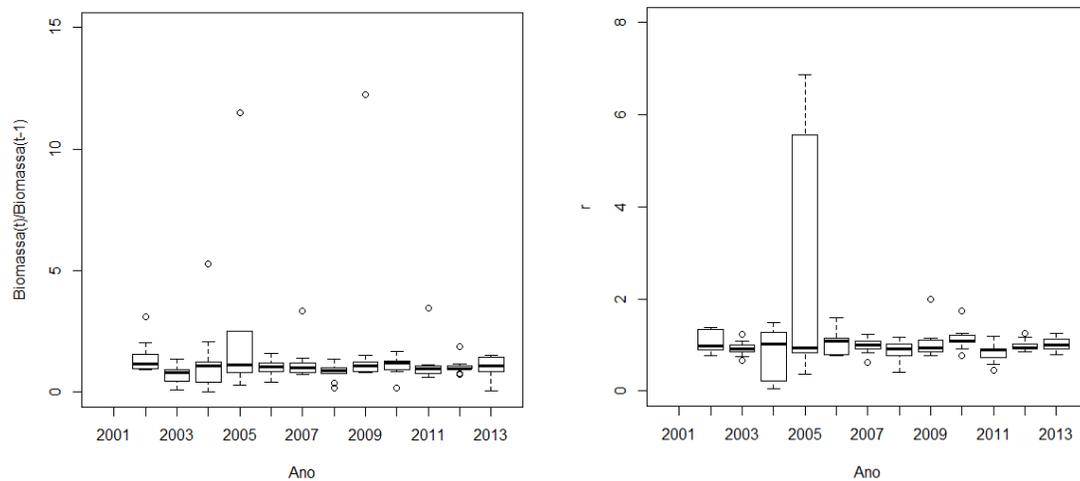


Figura 1. Variação da biomassa (esquerda) e da taxa de crescimento populacional (direita) da comunidade de cerrado denso analisada de 2001 a 2013.

Coleta de dados – Medimos anualmente no mês de janeiro de 2001 a 2013, em uma área de 40m x 40m subdividida em 64 parcelas contínuas de igual tamanho a altura e o diâmetro de todos os indivíduos com diâmetro igual ou superior a 3cm.

Estimativa de biomassa aérea- A partir das medidas de altura e diâmetro foi calculada a biomassa “B”, acima do solo, de cada planta, segundo a fórmula de Deliti *et al.* (2006):

$$B = 28,77 \times D^2 \times H.$$

Varição populacional e de biomassa- As variações no crescimento populacional de cada espécie foram calculadas segundo a equação:

$$r = N_t / N_{t-1},$$

Onde  $r$  é a taxa de crescimento populacional,  $N_t$  é o número de indivíduos no primeiro ano e  $N_{t+1}$  é o número de indivíduos no ano seguinte. Para o cálculo da variação da biomassa, foi considerada a biomassa total da comunidade no ano  $B_t$  e  $B_{t-1}$ , conforme segue:

$$B = B_t / B_{t-1}$$

Análise Estatística- Utilizamos regressão linear simples (programa estatístico SygmaPlot) Para verificar se há relação entre as variações de biomassa das populações analisadas e da comunidade e entre as taxas de crescimento das populações analisadas e da comunidade. Relações com valores de  $p$  menores do que 0.05 foram consideradas significativas.

## RESULTADOS

Encontramos relação direta entre a variação de biomassa de *D. miscolobium* e da comunidade ( $r^2=0.37$  e  $p=0.047$ , figura 2), e relação inversa entre as taxas de crescimento populacional de *D. miscolobium* e a comunidade ( $r^2= 0.301$  e  $p=0.08$ , figura 2), sendo esta última marginalmente significativa. Não houve relação entre a variação da biomassa

das demais populações e variação da biomassa da comunidade, e também entre as taxa de crescimento das populações e da comunidade (tabela 1).

Tabela 1- Sumário dos resultados das regressões lineares entre as variações de biomassa entre as espécies e a comunidade e entre as taxas de crescimento populacional e a comunidade.  $r^2$  é o coeficiente de correlação,  $b$  o coeficiente angular e  $p$  a probabilidade de que essa relação seja encontrada dado o modelo nulo.

Espécies	Biomassa			Taxa de crescimento populacional		
	$r^2$	$b$	$p$	$r^2$	$b$	$p$
<i>A. guianensis</i>	>0.000	-0.002	0.991	0.069	-0.462	0.462
<i>A. falcate</i>	0.053	0.135	0.494	0.144	0.512	0.249
<i>B. rufa</i>	0.060	0.482	0.465	0.044	1.457	0.533
<i>D. miscolobium</i>	0.370	0.198	0.047	0.301	-0.566	0.080
<i>M. albicans</i>	0.100	-3.266	0.373	0.027	-0.455	0.629
<i>O. pulchella</i>	0.070	-0.143	0.431	0.021	0.426	0.668
<i>R. Montana</i>	0.019	0.141	0.681	0.139	0.770	0.260
<i>V. tucanorum</i>	0.090	0.123	0.368	0.001	-0.046	0.912
<i>X. aromatic</i>	0.034	-0.178	0.586	0.029	0.258	0.613

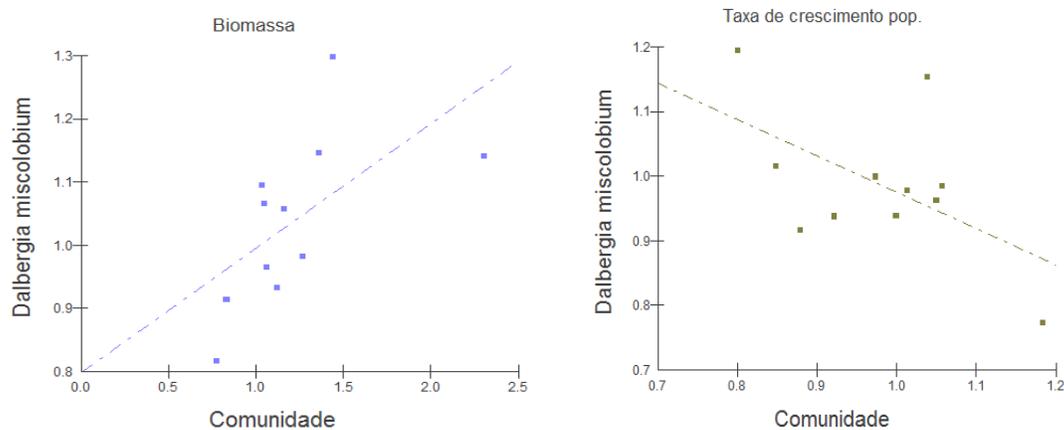


Figura 2 - Relação entre as variações da biomassa de *D. miscolobium* e da comunidade (esquerda) e relação entre a taxas de crescimento populacional de *D. miscolobium* e da comunidade (direita)

## DISCUSSÃO

Encontramos relação apenas entre as dinâmica de biomassa da população de *D. miscolobium* e da comunidade, correspondendo a 5.5% do total de relações analisadas. Este valor é próximo do esperado de relações significativas espúrias a serem encontradas

para um valor de significância de  $p$  de 0.05. Além disso, o valor de  $p$  desta relação é de 0.047, próximo ao valor limite de significância, o que é coerente com o esperado aleatoriamente considerando o número de testes realizados.

Desta forma, as dinâmicas de biomassa e indivíduos das populações analisadas não variam de forma previsível, seja direta ou inversamente, com a dinâmica da comunidade. Isto significa que as mudanças da comunidade são advindas da soma de interações que variam de ano a ano de importância ou da soma de mudanças pequenas demais para serem detectadas com os dados coletados.

Confirmamos nossa hipótese de que as relações entre dinâmicas de populações e dinâmica da comunidade não são previsíveis, mas complexas. Apesar de o estudo ser restrito a apenas uma área de cerrado denso e a oito populações, sugerimos que é necessário tanto um estudo mais detalhado das áreas de cerrado quanto modelos matemáticos que dêem conta da complexidade das interações para o monitoramento das condições vegetais de áreas de cerrado.

## REFERÊNCIAS

HIGUCHI, P.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; SILVA, A. C.; MACHADO, E. L. M.; SANTOS, R.M.; PIFANO, D.S. 2008. Dinâmica da comunidade arbórea em um fragmento de floresta estacional semidecidual Montana em Lavras. *Revista Árvore*, 1(32): 417-426.

REUTER, H.; FRANZ, H.; MIDDELHOFF, U.; JOPP, F.; ESCHENBACH, C.; BRECKLING, B. 2005. The concepts of emergent and collective properties in individual-

based models — Summary and outlook of the Bornh " oved case studies. *Ecological Modelling*, 186, 489–501.

SOLÓRZANO, A.; PINTO, J. R. R.; FELFILI, J. M.; HAY, J. D. V. 2012. Perfil florístico e estrutural do componente lenhoso em seis áreas de cerrado ao longo do bioma Cerrado. *Acta Botanica Brasilica*, 26(2), 328–341.

ZERGER, A.; GIBBONS, P.; JONES, S.; DOYLE, S.; SEDDON, J.; BRIGGS, S. V.; FREUDENBERGER D., et al. (2006). Spatially modelling native vegetation condition. *Ecological Management & Restoration*, 7, 37–44.

**Dinâmica da distribuição espacial de uma espécie arbórea em um fragmento de cerrado denso  
no Brasil**

LUCIANA DE CAMPOS FRANCI<sup>1</sup>

Dinâmica da distribuição espacial de uma espécie arbórea

---

<sup>1</sup> Pós-Graduação em Ecologia, Instituto de Biologia, Caixa Postal 6109, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 13083-970 Campinas, SP, Brasil. [lucianafranci@yahoo.com.br](mailto:lucianafranci@yahoo.com.br)

## Resumo

A estrutura da vegetação no cerrado sofre influência do clima sazonal e do solo ácido, distrófico e pobre em nutrientes. A heterogeneidade ambiental pode favorecer a coexistência das espécies, influenciando o padrão espacial das plantas. Meu objetivo foi investigar se a dinâmica da estrutura populacional de uma espécie arbórea pode ser explicada pelas relações com os fatores ambientais e pela coexistência com outras espécies. Como modelo utilizei a espécie *Dalbergia miscolobium* presente em um fragmento de cerrado denso. Dividi os indivíduos em duas classes de tamanho baseado no diâmetro à altura do solo (DAS): pequenos (DAS < 3 cm) e grandes (DAS ≥ 3 cm). As manchas com alta densidade de indivíduos das duas classes mudaram no tempo. O grau de agregação dos indivíduos pequenos aumentou nos anos em que houve reprodução. O grau de agregação dos indivíduos grandes diminuiu por 10 anos até chegar à distribuição regular, enquanto o DAS desses indivíduos manteve-se no tempo, indicando possível competição intraespecífica. Os filtros ambientais explicaram pouco as distribuições dos indivíduos, mas foi possível identificar relação positiva dos indivíduos pequenos com a biomassa e relação negativa dos indivíduos grandes com saturação por bases, mas com alta quantidade de cálcio. A espécie *Anadenanthera falcata* associou-se às duas classes de tamanho por mais de um ano, enquanto *Vochysia tucanorum* dissociou-se dos indivíduos em todos os anos. A distribuição espacial dos indivíduos grandes de *D. miscolobium* parece ser determinada pela competição intraespecífica, enquanto a síndrome de dispersão parece determinar a agregação dos indivíduos pequenos.

Palavras-chave: associação, cerrado, dissociação, estrutura espacial, filtros ambientais

## Introdução

O modo como os indivíduos de uma população estão distribuídos no espaço é o ponto central para entender a biologia reprodutiva da espécie e utilização dos recursos disponíveis (Condit et al. 2000). O padrão espacial resulta de processos que atuam no nascimento, morte e migração dos indivíduos (Flügge et al. 2012). Esses processos podem ser dispersão, interações intra e interespecíficas (Getzin et al. 2008), heterogeneidade ambiental (Murrell et al. 2001), padrões de especiação e migração e acaso (Götzenberger et al. 2011). A heterogeneidade ambiental pode afetar a distribuição dos indivíduos porque os locais favoráveis em um habitat não são distribuídos de forma regular (Terborgh 1973), podendo estar distribuída ao acaso (Hay et al. 2000).

Os filtros ambientais, bióticos e abióticos, compõe a heterogeneidade ambiental. As características edáficas podem ser filtros ambientais que explicam distribuições agregadas e regulares (Clark et al. 1999). Indivíduos nos estádios finais da vida estão estabelecidos onde os componentes edáficos são favoráveis à sobrevivência, isso é resultado do nicho, o qual parece ser mais importante nos estádios mais avançados da vida (Dalling et al. 2001, Paoli et al. 2006). Ambientes heterogêneos favorecem a alta densidade de plântulas, culminando em mortalidade dependente da densidade (Getzin et al. 2008), diminuindo o grau de agregação dos indivíduos.

A coexistência das espécies acontece aleatoriamente e é fortemente influenciada pelas relações de competição interespecífica (Götzenberger et al. 2011). O padrão espacial dos indivíduos pode facilitar a coexistência de espécies em uma comunidade (Murrell et al. 2001). Por outro lado, a distribuição espacial pode ser afetada pela competição intra e interespecífica, levando à regularidade da densidade de indivíduos (Getzin et al. 2006). Interações positivas também podem influenciar a distribuição dos indivíduos levando à agregação dos indivíduos, o que é mais comumente encontrado entre plântulas e adultos de espécies diferentes (Callaway & Walker 1997).

Nesse estudo meu objetivo foi investigar se, ao longo do tempo, a dinâmica da distribuição espacial da espécie arbórea *Dalbergia miscolobium* Benth., Fabaceae, pode ser explicada pelos

filtros ambientais e pelas interações com outras espécies. A estrutura e composição da vegetação do cerrado são determinadas pelo clima e pelo solo ácido, distrófico e pobre em nutrientes (Haridasan 2008), as plantas estabelecidas nesse ambiente sofrem influência principalmente da disponibilidade de recursos e distúrbios ambientais (Tedder et al. 2012). Desse modo, plantas presentes no cerrado podem ter distribuições de densidade de indivíduos relacionadas aos fatores edáficos. Eu esperava encontrar que os indivíduos estivessem agregados na maior parte do período estudado e que essas agregações pudessem ser explicadas pelos fatores edáficos para os indivíduos grandes e pelas associações com outras espécies para os indivíduos pequenos. Uma vez que indivíduos mais velhos tendem a ter relações mais estreitas com o ambiente, eu esperava que os filtros ambientais tivessem maior influência na distribuição espacial dos indivíduos maiores. Eu esperava que as associações fossem mais frequentes para os indivíduos de tamanhos menores, indicando que eles germinam e se desenvolvem nos mesmos locais favoráveis para as demais espécies. Por outro lado, considerando que o solo do cerrado é pobre em nutrientes e distrófico, eu esperava que essa relação pudesse se inverter para os indivíduos maiores e essas associações pudessem se tornar dissociações (Callaway 1995). Assim, eu esperava encontrar maior número de dissociações entre indivíduos grandes de *D. miscolobium* e outras espécies, se isso ocorrer, o padrão espacial de *D. miscolobium* deverá ser regular.

Especificamente, fiz as seguintes perguntas: (1) O grau de agregação e o local de agregação dos indivíduos mudam ao longo do tempo? (2) A distribuição espacial dos indivíduos pequenos está associada à dos indivíduos grandes? (3) A densidade de indivíduos pode ser explicada pelos filtros ambientais? (4) Os indivíduos encontram-se associados ou dissociação de determinadas espécies presentes na comunidade?

## **Material e métodos**

### **Local de estudo e desenho experimental**

Utilizei um banco de dados com coletas de dados realizadas no período de 1994 a 2004 em um fragmento de cerrado denso denominado Valério, no município de Itirapina (22°00' -22°15' S e 47°45' -48°00' W), São Paulo. A precipitação anual média é 1677,9 mm e a temperatura média é 20,3 °C, dados obtidos junto ao Instituto Florestal do Estado de São Paulo.

Os dados foram coletados em 64 parcelas permanentes de 5 x 5 m cada. Foram amostrados todos os indivíduos arbóreos com diâmetro à altura do solo (DAS) superior ou igual a três cm durante os 18 anos de estudo. Além disso, para a espécie *Dalbergia miscolobium* Berth. também foram amostrados os indivíduos com DAS < 3 cm.

### **Espécie estudada**

A espécie *Dalbergia miscolobium* Benth. (Papilionaceae) é uma planta perenifólia ou semidecídua, heliófila e seletiva xerófila. Ocorre principalmente em terrenos arenosos bem drenados (Lorenzi 1992). Os frutos são finos e leves, simulando uma unidade de dispersão alada (Silva Júnior 2005), no entanto, na ausência de vento pode ocorrer barocoria. A dispersão ocorre no início da estação seca (Sasaki & Felipe 1999).

### **Análise de dados**

Para todas as análises dividi a população em duas classes de tamanho: pequenos (DAS < 3 cm) e grandes (DAS ≥ 3 cm). Para responder a primeira pergunta considerei o período de 1994 à 2012 e usei o programa *Spatial Analysis by Distance IndicEs* (SADIE) (Perry 1998). A SADIE é uma forma adequada para analisar distribuição espacial de dados de contagem (Perry 1998). A SADIE calcula o índice de agregação  $I_a$ , calculado a partir da distância mínima, a qual é o esforço necessário para que os indivíduos da população se movessem até atingir a regularidade, ou seja, densidades de indivíduos iguais em cada amostra. Quando  $I_a = 1$  indica distribuição aleatória;  $I_a > 1$  indica agregação dos indivíduos; valores de  $I_a$  não significativos indicam regularidade da

distribuição (Perry et al. 1999). Para essa análise utilizei o programa SADIEShell 1.22 (Conrad 2001).

Para responder a segunda e quarta considerei o intervalo de anos de 2003 à 2011, utilizando apenas os anos ímpares, pergunta utilizei o índice  $X$  da *SADIE*, o qual é baseado na similaridade dos índices de agregação ( $I_a$ ) de duas populações (Winder et al. 2001). O  $X$  varia de +1 (associação espacial completa) a -1 (dissociação espacial completa), 0 indica independência espacial (Winder et al. 2001). Utilizei o programa SADIEShell 1.22 (Conrad 2001).

### **Seleção de modelos das variáveis ambientais**

Para responder a terceira pergunta considerei o período de 2003 à 2011, utilizando apenas os anos ímpares, construí modelos mínimos adequados (MAMs, sigla em inglês). Escolhi o melhor modelo usando modelos mínimos quadrados simples (OLS, sigla em inglês) selecionados pelo critério de informação de Akaike (AIC) (Diniz-Filho et al. 2008). A variável resposta foi a densidade de indivíduos por parcela. Como variáveis explanatórias utilizei as variáveis edáficas e a biomassa de cada parcela, calculada pela fórmula:

$$\text{biomassa} = 28.77 * \text{DAS}^2 * H,$$

onde  $H$  é altura total de cada indivíduo (Delitti et al. 2006). Para selecionar as variáveis edáficas utilizei análise dos componentes principais (PCA) e selecionei as variáveis usando análise de contribuição de equilíbrio. Fiz a PCA no programa Fitopac (Shepherd 2011).

Antes de selecionar os MAMs testei a autocorrelação dos resíduos obtidos em uma regressão múltipla com as variáveis resposta e explanatórias, para isso construí correlogramas espaciais com o coeficiente de Moran  $I$ , para 10 classes de distâncias e 999 permutações. Testei a significância usando correção de Bonferroni (Legendre & Legendre 1998). Em caso de autocorrelação dos resíduos, incorporei a estrutura espacial dos dados no modelo usando filtros espaciais baseados nos autovetores (*eigenvector*). Nos casos que encontrei autocorrelação dos resíduos, usei os filtros

especiais como variáveis adicionais nos MAMs, para diminuir a autocorrelação (Diniz-Filho & Bini 2005).

Os modelos mínimos adequados são aqueles que possuem  $\Delta_i < 2$ , calculado a partir da diferença entre o valor de AIC do modelo e o valor mínimo de AIC (Diniz-Filho et al. 2008). Após selecionar os MAMs, selecionei o modelo final, o qual tinha o maior coeficiente de determinação ( $r^2$ ) e não apresentava colinearidade das variáveis, calculada a partir do fator de inflação da variância (Borcard et al. 2011). Fiz as análises de seleção dos modelos usando o programa SAM 4.0 (Rangel et al. 2010).

## **Resultados**

### **Distribuição espacial e associações entre indivíduos pequenos e grandes**

A distribuição espacial dos indivíduos grandes e pequenos de *Dalbergia miscolobium* variou entre agregada e regular durante o período estudado (Figuras 1 e 2). A distribuição espacial dos indivíduos pequenos alternou a cada ano durante o período amostrado (Tabela 1, Figura 1). Esses indivíduos estiveram agregados nos anos em que a densidade de indivíduos foi alta, ou seja, nos anos que houve reprodução, e foi regular nos anos em que a densidade foi baixa (Figura 3). Por outro lado, durante o intervalo de 1994 a 2004 os indivíduos grandes apresentaram distribuição espacial agregada, no entanto o grau de agregação variou tendendo à diminuição ao longo do tempo (Tabela 1). No período de 2007 a 2012 os indivíduos apresentaram distribuição espacial regular, ou seja, densidade de indivíduos uniformemente distribuída entre as parcelas (Tabela 1, Figura 2). Ao passo que o número de indivíduos grandes diminuiu (Figura 3), a mediana dos DAS desses indivíduos manteve-se ao longo do tempo (Figura 4).

Encontrei associação de indivíduos pequenos e grandes apenas no ano de 1997 (Tabela 2), quando ambos apresentaram distribuição espacial agregada. No ano de 2003 houve dissociação de

indivíduos grandes e pequenos (Tabela 2). Nos demais anos a distribuição espacial das duas classes de tamanho foi independente.

### **Relação dos indivíduos pequenos e grandes com as variáveis edáficas**

As variáveis edáficas selecionadas na PCA foram saturação por base, Ca, soma de bases e acidez potencial (H + Al). O AIC selecionou 31 modelos OLS para cada relação de indivíduos pequenos e grandes e as variáveis do solo em cada ano. Embora tenham existido modelos significativos para indivíduos grandes e pequenos, os coeficientes de determinação ( $r^2$ ) não indicaram bom ajuste das curvas de regressão (Tabela 4), ou seja, as variáveis ambientais propostas explicam pouco a distribuição dos indivíduos. Apenas os indivíduos pequenos no ano de 2007 apresentaram resíduos autocorrelacionados e, portanto, foi preciso usar um filtro espacial na seleção dos modelos mínimos adequados. O  $r^2$  para essa regressão indicou bom ajuste da curva, no entanto, isso ocorreu por causa da inclusão de um filtro espacial no modelo. A variável biomassa foi selecionada positivamente em dois anos em modelos para os indivíduos pequenos. Os indivíduos grandes tiveram modelos contendo relação positiva com cálcio e biomassa e negativa com saturação por bases e acidez potencial (Tabela 4).

### **Interações entre espécies**

Encontrei interações de indivíduos pequenos com 16 espécies e de indivíduos grandes com 17 espécies (Tabela 4). As espécies *Amaioua guianensis* Aubl., *Anandeanthera falcata* (Benth.) Speg., *Ouratea spectabilis* (Mart.) Engl. e *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk. estiveram associadas aos indivíduos pequenos de *D. miscolobium* por mais de um ano. Os indivíduos grandes estiveram associados às espécies *A. falcata*, *Miconia rubiginosa* (Bonpl.) DC. e *Myrcia tormentosa* (Aubl.) DC. em mais de um ano. A espécie *Vochysia tucanorum* Mart. esteve dissociada dos indivíduos pequenos e grandes por mais de um ano (Tabela 4). As distribuições espaciais das demais espécies foram independentes da distribuição espacial de *D. miscolobium*.

## Discussão

A distribuição agregada é comum para a maioria das espécies presentes no cerrado (Hay et al. 2000). Indivíduos pequenos e grandes de *Dalbergia micolobium* tiveram diferentes graus de agregação em cada ano. A agregação dos indivíduos pequenos ocorreu nos anos em que o número de indivíduos aumentou, ou seja, nos anos que houve reprodução. A dispersão local pode criar agregações de indivíduos da mesma espécie (Murrell et al. 2001). As sementes de *D. micolobium* medem em torno de 1,5 cm (Sasaki & Felipe 1999), espécies com sementes menores que 2 cm tendem a ter maior grau de agregação que espécies com sementes maiores (Seidler & Plotkin 2006). Ainda, as espécies dispersas pelo vento podem ter maior grau de agregação que as com dispersão primária feita por animais, uma explicação para isso é que as árvores no dossel podem servir como barreira, segurando as sementes, fazendo com que elas caiam em um mesmo local (Seidler & Plotkin 2006). As manchas de agregação não ocorreram todos os anos no mesmo local, corroborando que árvores grandes podem ser barreiras para a dispersão das sementes pelo vento. Os locais favoráveis para o estabelecimento e sobrevivência de uma planta não é constante no tempo e, portanto, as manchas com maior densidade de indivíduos poderá mudar no espaço à medida que os locais deixam de ser favoráveis (Terborgh 1973).

Os indivíduos grandes tiveram diminuição no grau de agregação durante aproximadamente 10 anos até passarem a ter distribuição regular por seis anos consecutivos. Ainda, as manchas com alta densidade de indivíduos grandes não se mantiveram no mesmo local ao longo do tempo e diluíram até chegar à distribuição regular. A diminuição da agregação pode estar relacionada à mortalidade dependente da densidade (Janzen 1970, Connell 1971) e essas mudanças na abundância de indivíduos podem levar a mudanças no grau de agregação das espécies (Flügge et al. 2012). O número de indivíduos grandes diminuiu ao longo do tempo, ao passo que o tamanho dos indivíduos manteve-se. Embora a mediana tenha se mantido, o desvio padrão foi grande, assim, tanto os

indivíduos grandes quanto os menores estão saindo da população, o que pode indicar competição intraespecífica (Hanski 2008). Assim, com o tempo os indivíduos maiores excluíram os indivíduos menores, diminuindo o grau de agregação, até chegar à regularidade das densidades de indivíduos em cada parcela. A competição intraespecífica, assim como alelopatia e patógenos pode ser a causa da distribuição regular em populações de plantas (Lieberman & Lieberman 1994). A competição pode aumentar quando a disponibilidade de recursos aumentar, isso pode levar ao aumento da distância entre os indivíduos e, assim, à distribuição regular (Perry et al. 2009).

A independência das distribuições espaciais dos indivíduos pequenos e grandes pode ser resultado da dispersão anemocórica. Além disso, os indivíduos pequenos e grandes podem pertencer a estádios ontogenéticos diferentes e, desse modo, reagirem de diferentes formas às condições ambientais (Gatsuk et al. 1980, Smirnova et al. 2002), estabelecendo-se nos locais mais favoráveis para cada estágio. Os locais apropriados para o estabelecimento de indivíduos em estádios ontogenéticos iniciais não são necessariamente favoráveis para a sobrevivência dos estádios finais (Comita et al. 2007).

Na maior parte do tempo *D. miscolobium* não teve relação com os filtros ambientais testados e em alguns anos teve relação fraca, com coeficiente de determinação baixo. Árvores tropicais podem estar aleatoriamente distribuídas com relação às variáveis edáficas (Paoli et al. 2006), embora não seja o mais comumente encontrado (Russo et al. 2005). Apesar de não ter sido possível identificar fortes relações com as variáveis abióticas, pode ser que outras variáveis do ambiente influenciem a distribuição espacial dos indivíduos. Muitas vezes, em pequenas escalas (< 1 Km<sup>2</sup>) pode ser difícil distinguir entre os efeitos dos filtros abióticos e da coexistência de espécies (John et al. 2007).

A heterogeneidade do habitat na forma de manchas tende a facilitar a coexistência de espécies (Hanski 2008). Deste modo, as associações entre *D. miscolobium* e outras espécies por mais de um ano pode indicar a presença de fatores ambientais favoráveis para suas sobrevivências. Apenas *Anadenanthera falcata* manteve associações com indivíduos grandes e pequenos por mais

de um ano no período estudado. As demais espécies associaram-se à apenas uma das classes por mais de um. As associações feitas por indivíduos grandes não são necessariamente formadas nos estádios iniciais de vida (Comita et al. 2007), assim é esperado que indivíduos de uma mesma espécie, mas em classes de tamanho diferentes, façam associações com espécies diferentes. Essas associações podem ocorrer porque o local tem condições favoráveis para a sobrevivência das duas espécies (Hanski 2008), pode ser por causa da topografia e condições edáficas (Comita et al. 2007), porque pode haver interações positivas entre essas espécies (Silva et al. 2010) ou por processos estocásticos (Hubbell 2001).

Tanto indivíduos pequenos quanto grandes tiveram dissociação com a espécie *Voshysia tucanorum*. A dissociação entre espécies pode ser um processo estocástico ou uma interação negativa entre as espécies (Götzenberger et al. 2011). Uma vez que a dissociação foi recorrente nos anos em ambas as classes de tamanho, é possível que ocorra competição entre as duas espécies. Entretanto, a interpretação de dissociações é sempre ambígua, tornando-se difícil afirmar qual processo é predominando em cada caso (Götzenberger et al. 2011).

No cerrado, as interações entre espécies, como competição e facilitação, explica melhor as associações entre espécies que a heterogeneidade ambiental (Silva et al. 2010). Por outro lado, as diferenças nas associações entre classes de tamanho diferentes e outras espécies suportam que locais que inicialmente eram favoráveis para o estabelecimento podem não ser adequados para os estádios finais da vida (Comita et al. 2007). Aparentemente, para a população de *D. miscolobium* a distribuição dos indivíduos está mais relacionada à competição intraespecífica dos indivíduos grandes e, conseqüentemente, à disponibilidade de recursos. Para os indivíduos pequenos a agregação em determinados anos está relacionada à reprodução e à dispersão anemocórica da espécie.

### **Referências bibliográficas**

Borcard D, Gillet F & Legendre P 2011. Numerical Ecology with R. Vol. 1, Springer, New York.

- Callaway RM 1995. Positive interactions among plants. *Botanical Review* 61, 306-349.
- Callaway RM & Walker LR 1997. Competition and facilitation: a synthetic approach to interactions in plant communities. *Ecology* 78, 1958-1965.
- Clark DB, Palmer MW & Clark DA 1999. Edaphic factors and the landscape distributions of tropical rain forest trees. *Ecology* 80, 2662-2675.
- Comita LS, Condit R & Hubbell SP 2007. Developmental changes in habitat associations of tropical trees. *Journal of Ecology* 95, 482-492.
- Condit R, Ashton PS, Baker P, Bunyavejchewin S, Gunatilleke S, Gunatilleke N et al. 2000. Spatial patterns in the distribution of tropical tree species. *Science* 288, 1414-1418.
- Connell JH (1971) On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animals and forest trees. In *Dynamics of populations*. den Boer PJ and Gradwell GR (ed.), pp. 298-312. Pudoc, Netherlands.
- Conrad KF (2001) SADIEShell Version 1.22.  
([http://www.rothamsted.ac.uk/pie/sadie/SADIE\\_downloads\\_software\\_page\\_5\\_2.htm](http://www.rothamsted.ac.uk/pie/sadie/SADIE_downloads_software_page_5_2.htm)),
- Dalling JW, Winter K, Nason JD, Hubbell SP, Murawski DA & Hamrick JL 2001. The unusual life history of *Alseis blackiana*: a shade-persistent pioneer tree? *Ecology* 82, 933-945.
- Delitti WBC, Meguro M & Pausas JG 2006. Biomass and mineral mass estimates in a cerrado ecosystem. *Revista Brasileira de Botânica* 29, 531-540.
- Diniz-Filho JAF & Bini LM 2005. Modelling geographical patterns in species richness using eigenvector-based spatial filters. *Global Ecology and Biogeography* 14, 177-185.
- Diniz-Filho JAF, Rangel TFLVB & Bini LM 2008. Model selection and information theory in geographical ecology. *Global Ecology and Biogeography* 17, 479-488.
- Flügge AJ, Olhede SC & Murrell DJ 2012. The memory of spatial patterns: changes in local abundance and aggregation in a tropical forest. *Ecology* 93, 1540-1549.
- Gatsuk LE, Smirnova OV, Vorontzova LI, Zaugolnova LB & Zhukova LA 1980. Age States of Plants of Various Growth Forms: A Review. *Journal of Ecology* 68, 675-696.
- Getzin S, Dean C, He F, Trofymow JA, Wiegand K & Wiegand T 2006. Spatial patterns and competition of tree species in a Douglas-fir chronosequence on Vancouver Island. *Ecography* 29, 671-682.
- Getzin S, Wiegand T, Wiegand K & He F 2008. Heterogeneity influences spatial patterns and demographics in forest stands. *Journal of Ecology* 96, 807-820.
- Götzenberger L, Bello Fd, Bråthen KA, Davison J, Dubuis A, Guisan A et al. 2011. Ecological assembly rules in plant communities — approaches, patterns and prospects. *Biological Reviews*
- Hanski I 2008. Spatial patterns of coexistence of competing species in patchy habitat. *Theoretical Ecology* 1, 29-43.
- Haridasan M 2008. Nutritional adaptations of native plants of the cerrado biome in acid soils. *Brazilian Journal of Plant Physiology* 20, 183-195.

- Hay JD, Bizerril MX, Calouro AM, Costa EMN, Ferreira AA, Gastal MLA et al. 2000. Comparação do padrão da distribuição espacial em escalas diferentes de espécies nativas do cerrado, em Brasília, DF. *Revista Brasileira de Botânica* 23, 341-347.
- Hubbell SP 2001. The unified neutral theory of biodiversity and biogeography. Vol. Princeton University Press, Princeton.
- Janzen DH 1970. Herbivores and the number of trees species in tropical forests. *American Naturalist* 104, 501-528.
- John R, Dalling JW, Harms KE, Yavitt JB, Stallard RF, Mirabello M et al. 2007. Soil nutrients influence spatial distribution of tropical tree species. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104, 864-869.
- Legendre P & Legendre L 1998. *Numerical Ecology*. Vol. Elsevier Science B.V., Amsterdam.
- Lieberman M & Lieberman D (1994) Patterns of density and dispersion of forest trees. In *La Selva: Ecology and Natural History of a Neotropical Rain Forest* McDade L, Bawa KS, Hartshorn GS, and Hespdenheide H (ed.), pp. 106-119. University of Chicago Press, Chicago.
- Lorenzi H 1992. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Vol. 1, Editora Planta, Nova Odessa, SP.
- Murrell DJ, Purves DW & Law R 2001. Uniting pattern and process in plant ecology. *Trends in Ecology & Evolution* 16, 529-230.
- Paoli GD, Curran LM & Zak DR 2006. Soil nutrients and beta diversity in the Bornean Dipterocarpaceae: evidence for niche partitioning by tropical rain forest trees. *Journal of Ecology* 94, 157-170.
- Perry GLW, Enright NJ, Miller BP & Lamont. BB 2009. Nearest-neighbour interactions in species-rich shrublands: the roles of abundance, spatial patterns and resources. *Oikos* 118, 161-174.
- Perry JN 1998. Measures of Spatial Pattern for Counts. *Ecology* 79, 1008-1017.
- Perry JN, Winder L, Holland JM & Alston RD 1999. Red blue plots for detecting clusters in count data. *Ecology Letters* 2, 106-113.
- Rangel TF, Diniz-Filho JAF & Bini LM 2010. SAM: a comprehensive application for Spatial Analysis in Macroecology. *Ecography* 33, 46-50.
- Russo SE, Davies SJ, King DA & Tan S 2005. Soil-related performance variation and distributions of tree species in a Bornean rain forest. *Journal of Ecology* 93, 879-889.
- Sasaki RM & Felipe GM 1999. Single-seeded fruits and seedling establishment in *Dalbergia miscolobium* Benth. (Papilionaceae). *Biotropica* 31, 591-597.
- Seidler TG & Plotkin JB 2006. Seed dispersal and spatial pattern in tropical trees. *PLoS Biology* 4, 2132-2137.
- Shepherd GJ (2011) *Fitopac. Manual do usuário*. Departamento de Biologia Vegetal. Unicamp, Campinas, SP.

Silva IA, Carvalho GH, Loiola PP, Cianciaruso MV & Batalha MA 2010. Herbaceous and shrubby species co-occurrences in Brazilian savannas: the roles of fire and chance. *Community Ecology* 11, 97-104.

Silva Júnior MC 2005. 100 Árvores do Cerrado. Vol. 1, Rede de sementes do Cerrado, Brasília.

Smirnova OV, Palenova MM & Komarov AS 2002. Ontogeny of different life forms of plants and specific features of age and spatial structure of their population. *Russian Journal of Developmental Biology* 33, 1-10.

Tedder M, Morris C, Fynn R & Kirkman K 2012. Do soil nutrients mediate competition between grasses and *Acacia* saplings? *Grassland Science* 58, 238-245.

Terborgh J 1973. On the notion of favorableness in plant ecology. *The American Naturalist* 107, 481-501.

Winder L, Alexander CJ, Holland JM, Woolley C & Perry JN 2001. Modelling the dynamic spatio-temporal response of predators to transient prey patches in the field. *Ecology Letters* 4, 568-576.

**Tabela 1.** Distribuição espacial de *Dalbergia miscolobium* Benth. pequenas (diâmetro à altura do solo <3 cm) e grandes (diâmetro à altura do solo  $\geq$  3 cm) ao longo de 18 anos em um fragmento de cerrado denso em Itirapina, São Paulo.  $I_a$  = Índice de agregação calculado usando SADIE.

Ano	Pequenos			Grandes		
	$I_a$	p	Distribuição	$I_a$	p	Distribuição
1994	1.203	0.09	Regular	1.733	<0.01	Agregado
1995	1.208	0.10	Regular	1.962	<0.01	Agregado
1996	0.979	0.48	Regular	1.510	<0.01	Agregado
1997	2.237	<0.01	Agregado	1.435	0.01	Agregado
1999	0.945	0.58	Regular	1.432	0.01	Agregado
2001	0.989	0.46	Regular	1.323	0.04	Agregado
2002	2.050	<0.01	Agregado	1.611	<0.01	Agregado
2003	1.520	<0.01	Agregado	1.529	<0.01	Agregado
2004	1.531	<0.01	Agregado	1.293	0.05	Agregado
2005	0.929	0.63	Regular	1.182	0.11	Regular
2006	0.823	0.90	Regular	1.363	0.02	Agregado
2007	2.397	<0.01	Agregado	1.097	0.22	Regular
2008	0.984	0.46	Regular	1.075	0.26	Regular
2009	1.106	0.22	Regular	0.991	0.44	Regular
2010	1.198	0.11	Regular	0.978	0.48	Regular
2011	1.399	0.02	Agregado	1.154	0.15	Regular
2012	0.993	0.44	Regular	1.206	0.95	Regular

**Tabela 2.** Interações entre indivíduos pequenos (diâmetro à altura do solo < 3cm) e grandes (diâmetro à altura do solo  $\geq$  3cm) de *Dalbergia miscolobium* Benth. ao longo de 18 anos em um fragmento de cerrado em Itirapina, São Paulo. n1 = número de indivíduos pequenos; n2 = número de indivíduos grandes;  $X$  = medida de associação local; \* indicam valores significativos ( $p > 0.725$  ou  $p < 0.025$ ).

<b>Ano</b>	<b>n1</b>	<b>n2</b>	<b><math>X</math></b>	<b>p</b>	<b>Associação/ dissociação</b>
1994	28	83	0.010	0.464	Independente
1995	16	91	-0.243	0.940	Independente
1996	12	77	-0.086	0.676	Independente
1997	248	78	0.301	0.020*	Associação
1999	22	74	0.155	0.126	Independente
2001	14	66	0.201	0.099	Independente
2002	232	65	0.297	0.040	Independente
2003	137	61	-0.385	0.993*	Dissociação
2004	74	62	-0.163	0.861	Independente
2005	30	52	-0.141	0.795	Independente
2006	8	60	-0.217	0.934	Independente
2007	257	60	0.086	0.313	Independente
2008	4	53	0.059	0.338	Independente
2009	9	53	-0.089	0.755	Independente
2010	40	41	0.183	0.106	Independente
2011	27	49	-0.203	0.927	Independente
2012	9	46	-0.074	0.624	Independente

**Tabela 3.** Equações finais das regressões lineares dos modelos selecionados pelo critério de informação de Akaike para relações entre indivíduos pequenos (diâmetro à altura do solo < 3 cm) e grandes (diâmetro à altura do solo  $\geq$  3 cm) de *Dalbergia miscolobium* e as variáveis ambientais do solo e biomassa durante oito anos. Apenas os resultados significativos estão apresentados ( $p < 0.05$ ).

Ano	Equação final	r <sup>2</sup>	p
Pequenos			
2003	Y = -3.372 + 0.001 Biomassa + 1.341 Soma de bases	0.1	0.046
2007	Y = 4.475 + 0.001 Biomassa - 26.252 Filtro 1	0.34	<0.001
2009	Y = 0.52 + 0.001 Biomassa - 0.068 Ca - 0.004 Potencial de acidez	0.02	0.755
Grandes			
2003	Y = -11.376 - 9.79 Saturação por bases + 0.962 Ca - 0.026 Potencial de acidez	0.02	<0.001
2005	Y = -10.012 + 0.001 Biomassa - 8.962 Saturação por base + 1.039 Ca - 0.041 Potencial de acidez	0.17	0.023
2007	Y = -5.9 - 4.575 Saturação por bases + 0.587 Ca	0.1	0.041
2009	Y = -1.63 + 0.001 Biomassa - 1.831 Saturação por base	0.07	0.119
2011	Y = -2.375 - 2.633 Saturação por base + 0.936 Ca - 0.529 Soma de bases	0.11	0.075

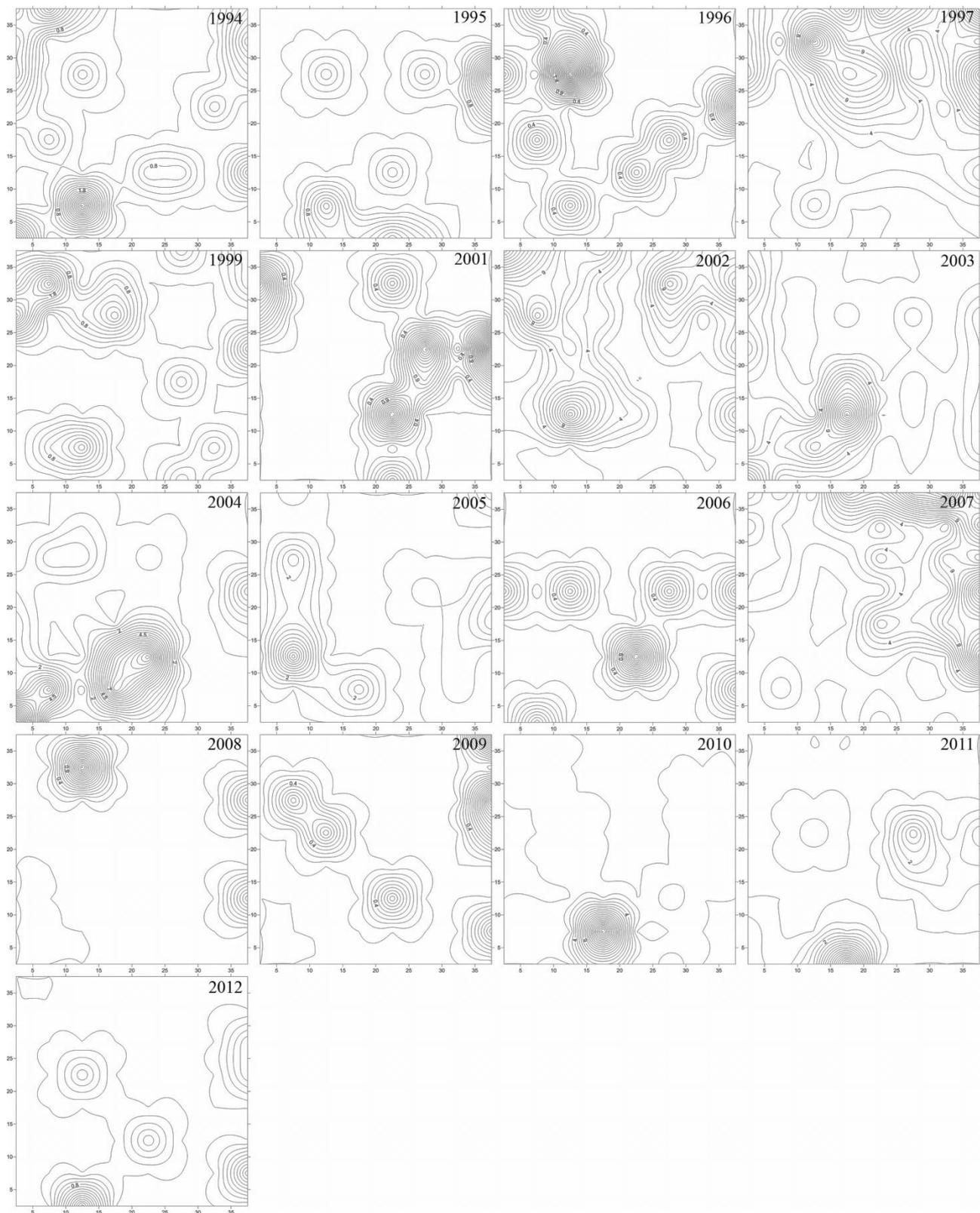
**Tabela 4.** Interações entre os indivíduos pequenos (diâmetro à altura do solo < 3 cm) e grandes (diâmetro à altura do solo ≥ 3 cm) de *Dalbergia miscolobium* Benth. (n1) e as árvores de outras espécies coexistentes com diâmetro à altura do solo ≥ 3 cm (n2) ao longo de oito anos em um fragmento de cerrado em Itirapina, São Paulo. n1= número de indivíduos de *Dalbergia miscolobium* e n2 = número de indivíduos de cada espécie coexistente; X = medida de associação local, valores negativos indicam dissociação, valores positivos indicam associação. Apenas os valores significativos estão apresentados (p > 0.975 para dissociação e p < 0.025 para associação).

Ano	Espécie	n1	n2	X	Associação/ dissociação
Pequenos					
2003					
	<i>Myrcia lingua</i> (O.Berg) Mattos	137	96	-0.4322	Dissociação
	<i>Ouratea spectabilis</i> (Mart.) Engl.	137	15	-0.308	Dissociação
	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	137	63	0.446	Associação
	<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	137	144	0.2917	Associação
2005					
	<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.	30	47	0.3586	Associação
	<i>Anadenanthera falcata</i> (Benth.) Speg.	30	11	0.5103	Associação
	<i>Bauhinia rufa</i> (Bong.) Steud.	30	5	0.3572	Associação
	<i>Eugenia puniceifolia</i> (Humb., Bonpl. & Kunth) DC.	30	5	0.3673	Associação
	<i>Miconia rubiginosa</i> (Bonpl.) DC.	30	8	0.2527	Associação
	<i>Myrcia lingua</i> (O.Berg) Mattos	30	94	0.3619	Associação
	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	30	63	-0.4092	Dissociação
2007					
	<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.	257	46	0.3451	Associação
	<i>Anadenanthera falcata</i> (Benth.) Speg.	257	13	0.5298	Associação
	<i>Eriotheca gracilipes</i> (K.Schum.) A. Robyns	257	6	-0.3803	Dissociação

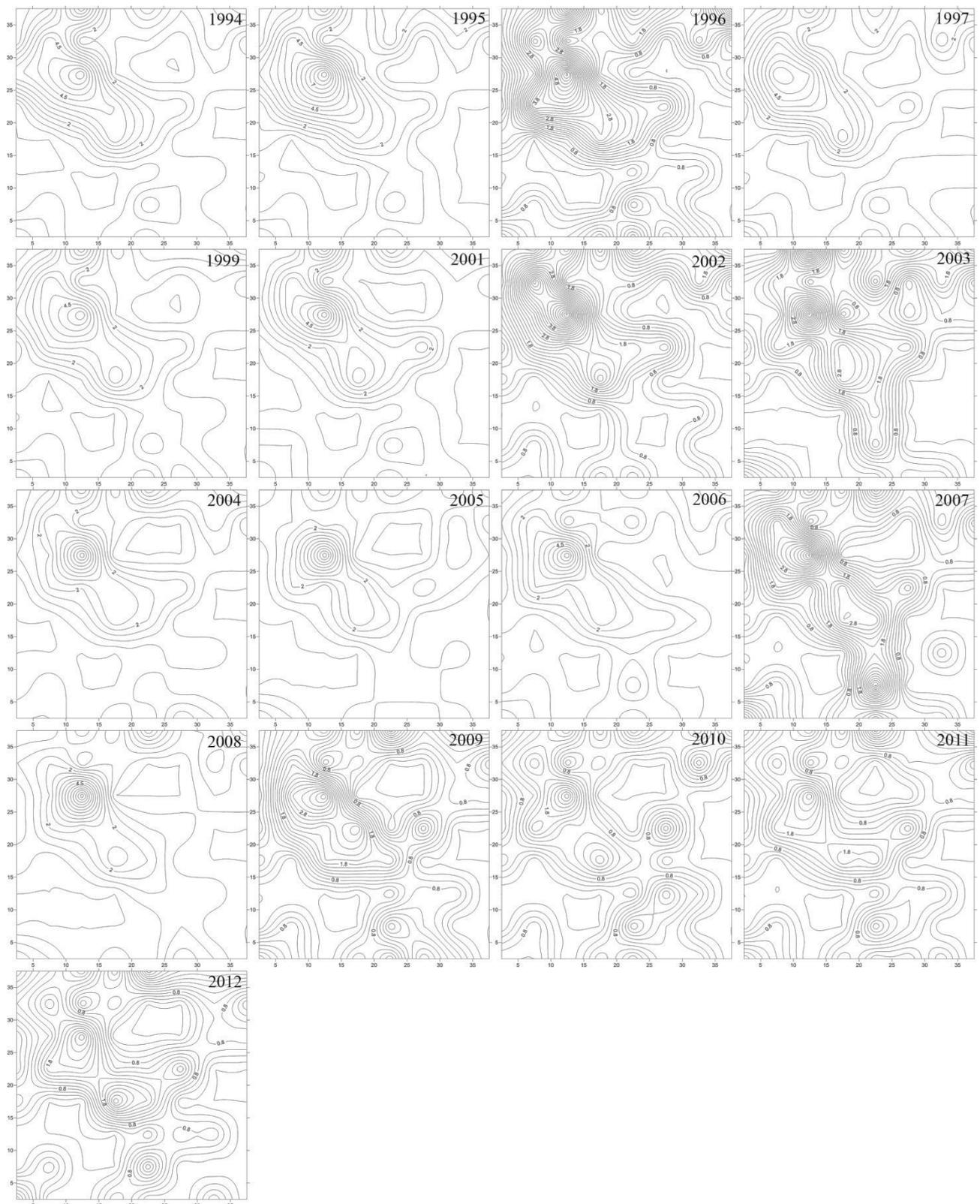
	<i>Myrcia tormentosa</i> (Aubl.) DC.	257	11	0.2734	Associação
	<i>Roupala montana</i> Aubl.	257	100	-0.2729	Dissociação
	<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	257	110	-0.4194	Dissociação
2009					
	<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.	9	40	0.3723	Associação
	<i>Anadenanthera falcata</i> (Benth.) Speg.	9	11	0.537	Associação
	<i>Bowdichia virgilioides</i> H. B. K.	9	13	-0.3976	Dissociação
	<i>Byrsonima pachyphilla</i> Griseb.	9	5	0.3665	Associação
	<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	9	9	0.4565	Associação
	<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	9	90	-0.4997	Dissociação
2011					
	<i>Anadenanthera falcata</i> (Benth.) Speg.	27	11	0.4906	Associação
	<i>Blepharocalix salicifolius</i> (H.B.K.) Berg	27	5	-0.3688	Dissociação
	<i>Ouratea spectabilis</i> (Mart.) Engl.	27	6	-0.3488	Dissociação
	<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	27	20	0.3171	Associação
	<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	27	76	-0.5344	Dissociação
Grandes 2003					
	<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.	61	37	0.4387	Associação
	<i>Anadenanthera falcata</i> (Benth.) Speg.	61	14	0.5041	Associação
	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> H. B. K.	61	6	0.5492	Associação
	<i>Miconia rubiginosa</i> (Bonpl.) DC.	61	9	0.2755	Associação
	<i>Myrcia tormentosa</i> (Aubl.) DC.	61	15	0.2095	Associação
	<i>Ocotea pulchella</i> Mart.	61	5	0.3711	Associação
	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	61	96	-0.3334	Dissociação
	<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	61	144	-0.2903	Dissociação

2005	<i>Anadenanthera falcata</i> (Benth.) Speg.	52	11	0.5103	Associação
	<i>Bauhinia rufa</i> (Bong.) Steud.	52	5	0.3572	Associação
	<i>Eugenia puniceifolia</i> (Humb., Bonpl. & Kunth) DC.	52	5	0.3673	Associação
	<i>Miconia rubiginosa</i> (Bonpl.) DC.	52	8	0.2527	Associação
	<i>Myrcia lingua</i> (O.Berg) Mattos	52	94	0.3619	Associação
2007	<i>Anadenanthera falcata</i> (Benth.) Speg.	60	13	0.3253	Associação
	<i>Myrcia tormentosa</i> (Aubl.) DC.	60	11	0.2734	Associação
	<i>Roupala montana</i> Aubl.	60	100	-0.2729	Dissociação
	<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	60	110	-0.4194	Dissociação
2009	<i>Anadenanthera falcata</i> (Benth.) Speg.	53	11	0.3097	Associação
	<i>Bowdichia virgilioides</i> H. B. K.	53	13	-0.3976	Dissociação
	<i>Byrsonima pachyphilla</i> Griseb.	53	5	0.3665	Associação
	<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	53	90	-0.4947	Dissociação
2011	<i>Blepharocalix salicifolius</i> (H.B.K.) Berg	49	5	-0.3688	Dissociação
	<i>Ocotea pulchella</i> Mart.	49	6	-0.3488	Dissociação
	<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	49	20	0.3171	Associação
	<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	49	76	-0.5344	Dissociação

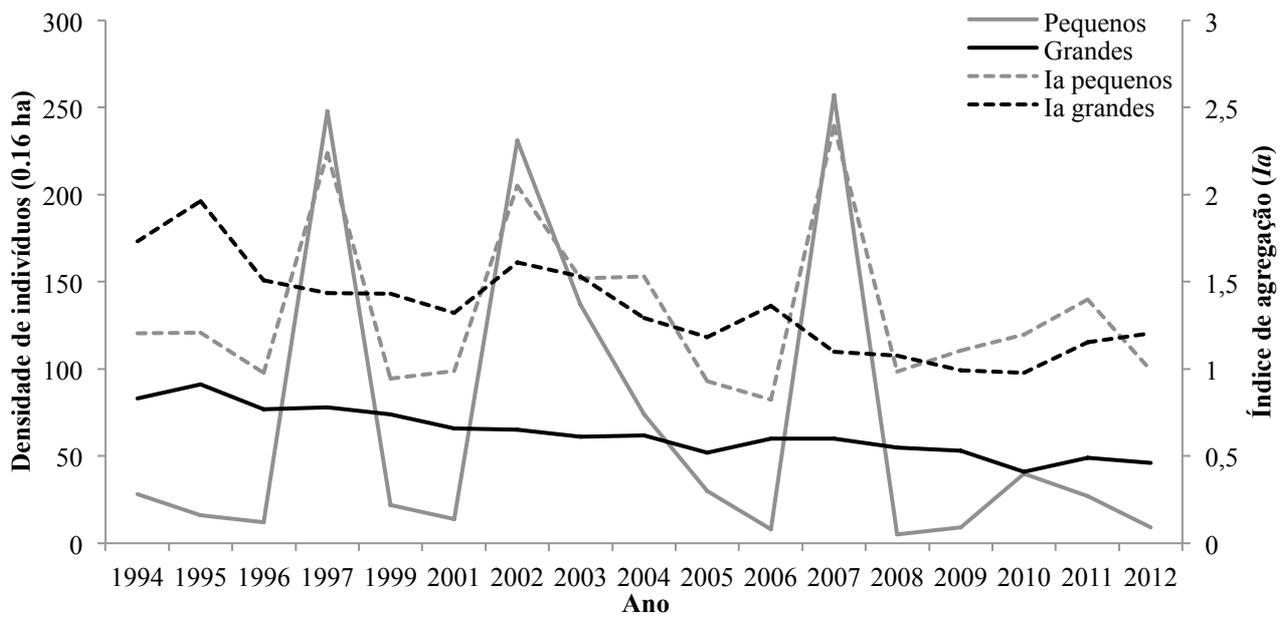
---



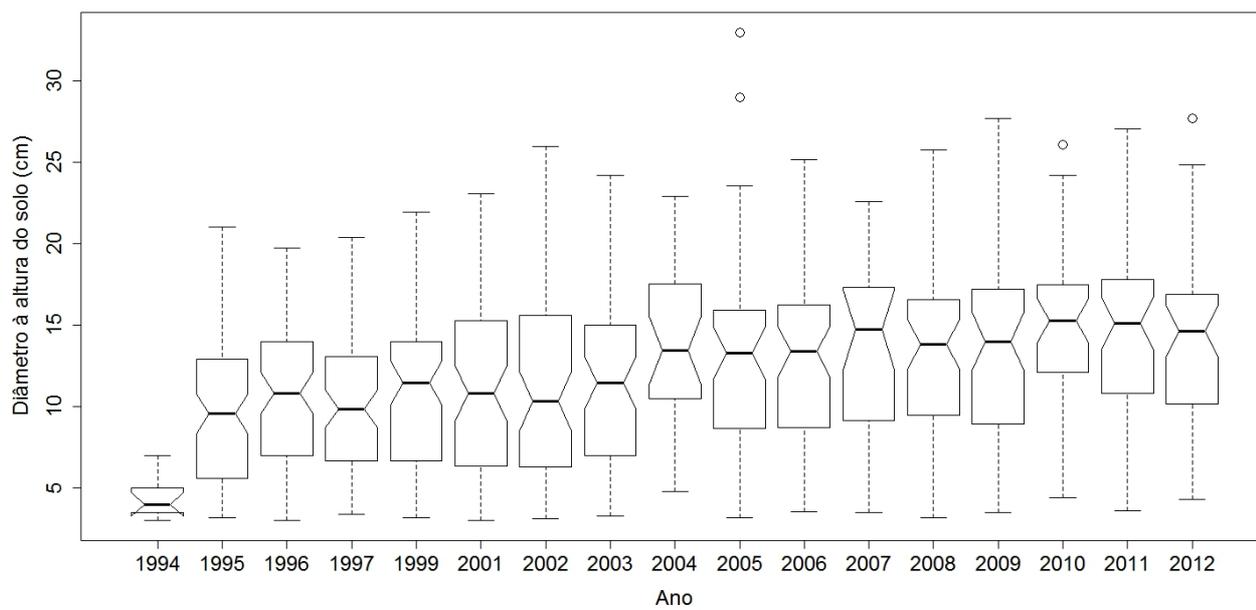
**Figura 1.** Mapas de densidade de indivíduos pequenos (diâmetro à altura do peito < 3 cm) de *Dalbergia miscolobium* Benth. durante 18 anos em um fragmento de cerrado denso em Itirapina, São Paulo. Os eixos indicam as coordenadas em metros.



**Figura 2.** Mapas de densidade de indivíduos grandes (diâmetro à altura do peito  $\geq 3$  cm) de *Dalbergia miscolobium* Benth. durante 18 anos em um fragmento de cerrado denso em Itirapina, São Paulo. Os eixos indicam as coordenadas em metros.



**Figura 3.** Densidade de indivíduos pequenos (diâmetro à altura do solo < 3 cm) e grandes (diâmetro à altura do solo  $\geq$  3 cm) de *Dalbergia miscolobium* e o índice de agregação ( $I_a$ ) do indivíduos durante o período de 18 anos em um fragmento de cerrado denso em Itirapina, São Paulo.



**Figura 4.** Distribuição dos diâmetros à altura do solo (DAS) dos indivíduos de *Dalbergia miscolobium* com  $DAS \geq 3$  cm em uma série d3 18 anos em um fragmento de cerrado denso.

## **Título**

O efeito de pisoteio em fragmento de cerrado denso, Itirapina, São Paulo.

## **Resumo**

No fragmento de cerrado denso, denominado Valério, Itirapina, São Paulo há parcelas permanentes alocadas, há, pelo menos, 10 anos (Santos, F.M., comunicação pessoal). Nestas parcelas, a presença de estudantes que participam do curso é recorrente a cada ano, no mês de janeiro, entre 3 a 5 dias. Neste trabalho verificamos que a presença recorrente dos estudantes interfere nos tamanhos das populações amostradas, em cada subparcela de 5x5m (64 parcelas) para um período de nove anos. Em 17 parcelas, há populações que aumentam em número ( $\lambda > 1$ ), porém nas demais parcelas as taxas de crescimento mostraram-se menor que ( $\lambda < 1$ ). Entendemos que algumas populações, sob efeito de pisoteio, são beneficiadas, enquanto que outras não.

## **Introdução**

O impacto dos pesquisadores sobre as áreas de estudo é um fenômeno recorrente e inevitável (Goldsmith *et al.* 2006). Nos trabalhos de campo das pesquisas ecológicas, as áreas estudadas, atualmente, são parcelas permanentes (Condit, 1995; 2003 Malhi *et al.*), o que permite uma intensa movimentação de pesquisadores e auxiliares no local. Há, pelo menos, 30 anos, a disciplina de campo da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP/SP), sobre a Ecologia dos Cerrados acontece em diversas fitofisionomias dos cerrados no município de Itirapina, São Paulo. No fragmento de cerrado denso, denominado Valério, há parcelas permanentes alocadas, há, pelo menos, 10 anos (Santos, F.M., comunicação pessoal). Nestas parcelas, a presença de estudantes que participam do curso é recorrente a cada ano, no mês de janeiro, entre 3 a 5 dias. Neste trabalho verificamos que a presença recorrente dos estudantes interfere nos tamanhos das populações amostradas, em cada subparcela de 5x5m (64 parcelas) para um período de nove anos. Esperávamos que as taxas de crescimento das populações diminuíssem com o aumento do pisoteio, porém, para a análise utilizada, as taxas mostraram-se maiores para 17, das 64 parcelas amostradas.

## **Material e Método**

Para investigar a relação de causa e efeito entre o pisoteio e a variação da densidade populacional dos indivíduos amostrados em uma área de 0,16 ha, utilizamos os dados coletados por estudantes do curso de campo da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, realizado na cidade de Itirapina, São Paulo. Os dados tratam da comunidade do fragmento de cerrado denso, denominado Valério, para indivíduos com perímetros à altura do solo maior que 10 cm (PAS >10 cm e/ou diâmetro à altura do solo, DAS > 3cm) coletados de parcelas contínuas, de 5 x 5 m, totalizando, 64 parcelas. Amostramos para um período de 9 anos, de 2001 até 2012, onde foram excluídos os anos de 2003/2004/2012 por não apresentarem informações para a análise do pisoteio.

A taxa de crescimento populacional (TC:  $\lambda$ :  $N_t = (B-D) + (E-I)$ ) é utilizada para tratar de questões sobre determinação e regulação de abundância pois resume os efeitos combinados da abundância, natalidade e movimento (Begon *et al.* 2006). Para avaliarmos a relação de causa/efeito entre o pisoteio e a taxa de crescimento populacional para a comunidade amostrada realizou-se uma regressão linear entre as variáveis: índice de pisoteio e taxa de crescimento por parcela. Os dados foram

normalizados (transformação pela função log) para atender os pressupostos da regressão linear.

A quantificação do pisoteio foi definida segundo o número de parcelas que cada equipe amostrou por dia, em cada ano. Geramos um índice de pisoteio definido pelo somatório do número de passagens em cada parcela para cada ano. Determinamos que as equipes passaram pela parcela e voltaram pelo mesmo caminho. As passagens partiram das parcelas que permitem um melhor acesso as demais parcelas. A cada dia de trabalho de campo há a possibilidade de ocorrer à passagem por estas parcelas, pelo menos duas vezes, assim, por exemplo, se uma equipe, em três dias de trabalho amostrou três parcelas no primeiro dia, três no segundo dia e duas no último dia, encontramos, pelo menos, seis passagens para a parcela que está mais próxima a área de acesso. Vale ressaltar que cuidados para não pisotear as plantas, durante a coleta, são sugeridos pelo professores que coordenam o curso.

## Resultados e Discussão

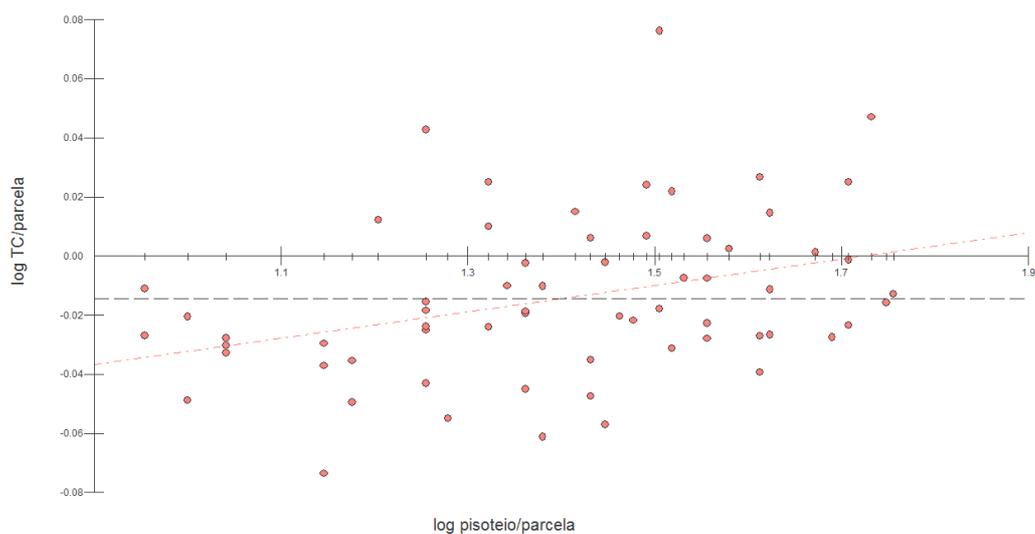


Figura 2: Teste de regressão linear entre o índice de pisoteio e as taxas de crescimento para 64 parcelas (0,16 hectares), de 5 x 5m, no fragmento de cerrado denso, Valério, no município de Itirapina, São Paulo. Os pontos representam as 64 parcelas amostradas, as linhas representam: a média da taxa de crescimento linha preta; reta ajustada da regressão linear entre as taxas de crescimento populacional e o índice de pisoteio linha vermelha descontinua.

O resultado da análise de regressão não corrobora com nossa hipótese da diminuição do número de indivíduos em função do aumento do pisoteio. Encontramos um aumento da taxa de crescimento populacional da comunidade ao longo do período amostrado, quando o pisoteio aumentou (Figura 1;  $y' = -0,0764 + 0,0443x$ ;  $r^2 = 0.1068$ ,  $p = 0.0048$ ), porém, há uma associação muito fraca entre o pisoteio e taxa de crescimento populacional, apenas 10% da variação das taxas de crescimento é explicada pelo aumento do pisoteio ( $r = 0,3281$ ;  $r^2 = 0.1077$ ), onde somente 17 das parcelas (25% de 64 parcelas) apresentaram aumento na densidade de indivíduos ( $TC > 1$ ). Entretanto, a

taxa de crescimento média da análise de regressão ( $\lambda$ : 0,9695), aponta para uma diminuição da densidade de indivíduos, pois em 10 anos, a média da taxa de crescimento (TC), em 47 parcelas estiveram menores que um ( $TC < 1$ ). Desde modo, para os dados analisados, o gradiente de perturbação causada pelo pisoteio interfere na densidade de indivíduos para parte das populações amostradas.

## **Conclusão**

Na dinâmica populacional é provável que nenhuma população natural esteja sempre verdadeiramente em equilíbrio (Begon *et al.* 2006). Acreditamos que o evento de pisoteio recorrente, atue como uma força determinante, e as populações das parcelas sob efeito positivo ( $TC > 1$ ) estejam se beneficiando, quer seja pela por uma característica fisiológica, quer seja por uma exclusão do fator de competição com outras populações.

## **Referências**

Begon, M.; Townsend, C. R. and Harper, J.L. 2006. Ecologia: de indivíduos a Ecossistemas. 4ed. Artmed, Porto Alegre.

Goldsmith, G. R.; Comita, L.S., Morefield, L.L; Condit, R., Hubbell, S. P. 2006. Long-term research impacts on seedling community structure and composition in a permanent forest plot. *Forest Ecology and Management*. 234 : 34–39

Malhi, Y., Phillips, O.L., Lloyd, J., Baker, T., Wright, J., Almeida, S., Arroyo, L., Frederiksen, T., Grace, J., Higuchi, N., Killeen, T., Laurance, W.F., Leano, C., Lewis, S., Meir, P., Monteagudo, A., Neill, D., Nunez Vargas, P., Panfil, S., Patinõ, S., Pitman, N., Quesada, C.A., Rudas-LI, A., Salomãõ, R., Saleska, S., Silva, N., Silveira, M., Sombroek, W.G., Valencia, R., Va'squez Marti'nez, R., Vieira, I.C.G., Vinceti, B., 2002. An international network to monitor the structure, composition and dynamics of Amazonian forests (RAINFOR). *Journal of Vegetation Science*. 13:439–450.