

Composição e abundância de espécies arbustivo-arbóreas persistentes em comunidades de Cerrado

EVERTON MACIEL^{1*}, LAURA RIBA², VINICIUS LONDE², TIAGO GLORIA¹

¹ Programa de Pós-graduação em Biologia Vegetal, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, R. Monteiro Lobato, 255, 13083-862, Cidade Universitária Zeferino Vaz. Campinas-SP, Brasil. CEP: 13083-862.

² Programa de Pós-graduação em Ecologia, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, R. Monteiro Lobato, 255, 13083-862, Cidade Universitária Zeferino Vaz. Campinas-SP, Brasil. CEP: 13083-862.

*Autor para correspondência: Laura Riba, e-mail: everttonmaciel@gmail.com

Resumo (Composição e abundância de espécies arbustivo-arbóreas persistentes em comunidades de Cerrado). Existem espécies que conseguem se manter por mais tempo em um mesmo local. Essas espécies são chamadas de persistentes e costumam ser mais abundantes na comunidade. As espécies que se mantêm por um menor tempo são consideradas ocasionais, isto é, não permanecem na comunidade. Partindo daí, acreditamos que as espécies arbustivo-arbóreas do Cerrado possam ser agrupadas em dois grupos, persistentes e ocasionais. Nesse sentido, buscamos analisar quais as espécies persistentes de diferentes fisionomias de Cerrado do sudeste do Brasil. Especificamente, buscamos responder: i) Quais são as espécies persistentes e ocasionais nas comunidades? ii) a composição das espécies persistentes varia ao longo do tempo no mesmo fragmento? iii) a composição das espécies persistentes varia quando fragmentos diferentes são comparados em anos iguais? Estudamos cinco áreas de cerrado, que variam de campo sujo a cerradão. Os levantamentos fitossociológicos foram realizados utilizando o método de quadrante. Foram consideradas persistentes as espécies que ocorreram em 50% ou mais dos anos de amostragem. Observamos áreas cujo 84% do total de espécies são persistentes, ou seja, ocorrem em 50% ou mais do tempo de estudo. Além disso, observamos que a abundância total das espécies persistentes foi maior que a das espécies ocasionais, e que o conjunto de espécies persistentes se mantém similar ao longo do tempo. Acreditamos que a persistência das espécies se deva ao fato que elas se encontrem em um intervalo ótimo de sua distribuição, no tempo e no espaço.

Palavras-chave espécies ocasionais, espécies persistentes, similaridade florística.

Introdução

O Cerrado é o segundo maior domínio em extensão, sendo considerado o mais degradado e fragmentado, com mais da metade dos seus 2 milhões de km² originais substituídos por pastagens e culturas nos últimos 35 anos (Klink & Machado 2005). A riqueza de árvores e arbustos neste bioma é estimada entre 1000 e 2000 espécies (Castro *et al.* 1999), sendo influenciada pela presença de espécies acessórias, que proveem predominantemente de outros biomas (Rizzini 1963; Heringer *et al.* 1977). O intercâmbio de espécies não ocorre unicamente entre domínios, ocorrendo também entre as diferentes fisionomias do Cerrado. Exemplos de espécies co-genéricas compartilhadas entre matas de galeria e Cerrado (Hoffmann & Silva-Júnior 2005), assim como entre florestas estacionais e Cerrado (Silva *et al.* 2010) foram registrados.

Existe uma ligação entre a abundância das espécies de uma comunidade e o tempo de persistência das mesmas, onde as espécies que conseguem se manter no local por mais tempo são as mais abundantes (Magurran & Henderson 2003). Assim, podemos dividir as espécies que compõem uma comunidade em espécies persistentes e espécies ocasionais, isto é, aquelas que aparecem mais frequentemente nos levantamentos por serem mais abundantes e aquelas que aparecem menos frequentemente por serem menos abundantes (Magurran & Henderson 2003).

Neste trabalho partimos da seguinte questão: as espécies que compõem a comunidade de cinco fragmentos de Cerrado apresentam espécies ocasionais ou persistentes? Especificamente, procuramos responder: i) Quais são as espécies persistentes e ocasionais nas comunidades? Esperamos que as espécies persistentes serão aquelas mais abundantes e com maior frequência nos levantamentos, enquanto as ocasionais serão aquelas menos abundantes e com menor frequência nos levantamentos; ii) A composição das espécies persistentes varia ao longo do tempo no mesmo fragmento? Esperamos que a composição das espécies permanentes seja similar quando comparadas ano a ano; iii) A composição das espécies persistentes varia quando fragmentos diferentes são

comparados em anos iguais? Esperamos que as espécies permanentes sejam similares nos fragmentos de mesma fisionomia, mas diferentes nos fragmentos de fisionomias diferentes.

Material e Métodos

Áreas de estudo

Foram estudadas cinco áreas de cerrado no município de Itirapina, São Paulo (Tabela 1). O clima da região é classificado como Cwa segundo Köppen, com invernos secos e verões chuvosos. A temperatura e pluviosidade médias anuais são de 19,6 °C e 1367 mm, respectivamente (Climate Data, 2017).

Coleta e banco de dados

As análises foram feitas a partir de um banco de dados (criado pelos professores do curso de campo) de levantamentos fitossociológicos anuais ocorrentes desde 1999 nas áreas denominadas de Estrela, Graúna, Valério e Vermelhão, e desde 2006 no Braga (Tabela 1). Nos anos de 2000, 2014 e 2016, não houve coleta de dados. Os levantamentos fitossociológicos foram realizados utilizando o método de ponto quadrante (Moro & Martins 2011), com um total de 100 pontos (400 indivíduos) por área de estudo a cada ano. Como os dados foram coletados por diferentes grupos a cada ano, é possível que o número de indivíduos seja variável. Em 2017, por exemplo, foram amostradas 398 plantas, mas nada que comprometa a análise temporal.

Para os levantamentos, foram definidos 10 transectos distantes cerca de 10 m entre si, e com auxílio de bússola caminhava-se 10 passos (cerca de 10 m) em linha reta, e se definia o ponto de amostragem. Estacas foram usadas para delimitar os quadrantes ($n = 4$), e em cada um deles foram amostrados os indivíduos com perímetro a altura do solo maior que 10 cm. Material botânico (reprodutivo ou vegetativo) foi coletado de todas as plantas para identificação por comparação com livros e com auxílio de especialistas.

Análise de dados

Para estabelecer a existência de grupos de espécies persistentes e ocasionais, verificamos o tempo de persistência de cada espécie nas comunidades. Foram consideradas persistentes as

espécies que ocorreram em 50% ou mais dos anos de amostragem (valor usado por Magurran & Henderson 2003), sem necessariamente ocorrerem em anos consecutivos.

Para as espécies persistentes foram calculadas as abundâncias relativas por ano para verificar alterações no número de indivíduos ao longo do tempo e em quais períodos a abundância relativa foi maior. Para as espécies ocasionais calculou-se a abundância absoluta.

Em seguida, calculamos a abundância média de cada espécie, de ambos os grupos, considerando todos os anos de amostragem, para realizar testes de Wilcoxon-Mann-Whitney averiguando se a abundância das espécies persistentes diferia da abundância das espécies ocasionais. Para os testes com resultados significativos, analisamos diferenças de abundância por comparação de *boxplots*.

No intuito de verificar se a composição de espécies persistentes se mantém similar ao longo do tempo em cada área, calculamos o coeficiente de similaridade de Jaccard (J' , em porcentagem), comparando a lista de espécies de um ano com a lista do ano subsequente. Quanto maior a similaridade ano a ano, maior seria a persistência das espécies. Posteriormente usamos os coeficientes de similaridade ano a ano para construir modelos lineares de regressão simples.

Também foram calculados coeficientes de similaridade de Jaccard entre as áreas para as espécies persistentes ano a ano, com exceção da Ecológica porque esta área continha poucos anos de amostragem e haveria menos combinações possíveis. Em seguida, para verificar se a similaridade (variável resposta) diferia entre as áreas ao longo do tempo (variável preditora), ou seja, se a composição de espécies era significativamente distinta entre áreas, foi realizada uma Anova (*one-way*) com teste *a posteriori* de Tukey. As análises estatísticas foram realizadas nos softwares Minitab 17.1.0 (Minitab 2013) e R 3.2.0 (R Core Team 2015).

Resultados

Consideramos o tempo como um critério para dividir as espécies em dois grupos e assumimos como persistentes espécies que permaneceram por metade do tempo ou mais dos anos amostrados. Com esse critério, verificamos que as espécies puderam ser separadas em dois grupos

(persistentes e ocasionais) nas fitofisionomias estudadas (Fig. 1). Observamos que quanto maior a persistência das espécies maior sua abundância.

Do total de espécies analisadas, todas as áreas apresentaram maior proporção de espécies persistentes em relação as ocasionais (Tab. 2). O Vermelhão foi a área que apresentou a maior taxa de espécies persistentes (84%) em relação as ocasionais observadas nesta área (16%). Entre as espécies persistentes de maior abundância encontram-se *Erythroxylum suberosum* A.St.-Hil., *Siparuna guianensis* Aubl., *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart., *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville, e *Aspidosperma tomentosum* Mart. (Fig. 2).

Entre as espécies ocasionais observamos, por exemplo, *Amaioua guianensis* Aubl., *Citronella paniculata* (Mart.) R.A.Howard, e *Roupala montana* Aubl. A abundância total das espécies persistentes foi maior e significativamente diferente da abundância das espécies ocasionais no mesmo ano e local (Fig. 3).

A similaridade das espécies persistentes em cada comunidade não variou ao longo do tempo para quatro das cinco áreas. Apenas em Graúna notou-se uma similaridade pouco variável com o tempo (Fig. 4). Já nas demais áreas, observamos uma ascendência da reta, o que sugere que essas áreas tendam a uma mudança da similaridade.

Entre as comunidades, a similaridade das espécies persistentes a cada ano foi baixa (Tab. 3), indicando que existe um pequeno grupo de espécies compartilhadas entre elas. Observamos que essa baixa similaridade entre as áreas não se altera ao longo do tempo ($p > 0,05$ para todas as combinações de intervalo de tempo), ou seja, as comunidades não se tornaram mais similares. Observamos também que esta similaridade pode ser menor quanto mais distintas as fisionomias são, por exemplo, entre Vermelhão e Estrela com similaridade de $J' = 1.8\%$.

Discussão

Nossos resultados indicam que espécies arbóreo-arbustivas das comunidades do Cerrado podem ser divididas em ocasionais e persistentes segundo o modelo proposto por Magurran e Handerson (2003). Cabe declarar que para definir estes dois grupos, adotamos o critério usado no

trabalho feito por Magurran e Handerson (2003) de que as espécies mais abundantes da comunidade são as mais frequentes ao longo do tempo, formando o núcleo da comunidade, enquanto que as menos abundantes apresentam menor frequência de ocorrência ao longo do tempo. Podemos aplicar este modelo a espécies arbustivo-arbóreas desde que levemos em conta que estes organismos são sésseis e seu tempo de saída e entrada em uma comunidade ocorre de forma mais lenta.

Para entender as diferenças de abundâncias entre as duas categorias de espécies estabelecidas, devemos levar em conta que o ambiente do Cerrado possui fatores determinantes da ocorrência de algumas espécies, como por exemplo, a ocorrência de incêndios (Coutinho 2006) e também que as espécies arbustivo-arbóreas do Cerrado são o resultado da chegada de espécies de outros biomas e de outras fisionomias (Françoso *et al.* 2016). Neste sentido, tem sido sugerido que as flutuações contínuas das espécies entre as fitofisionomias do Cerrado são resultado de eventos de colonização bidirecional que ocorreram ao longo da história evolutiva (Forni-Martins & Martins 2000).

Nossos resultados mostraram que as espécies persistentes são mais abundantes. Essas espécies que permanecem abundantes ao longo do tempo podem estar em um intervalo ótimo de distribuição (Braak & Prentice 1998). Vários fatores podem estar atuando para que estas espécies continuem com abundância alta ao longo do tempo. Por exemplo, considerando que o fogo é uma das principais perturbações que podem afetar as populações de espécies do cerrado (Coutinho 2006), acreditamos que regimes de fogo mais intensos podem estar limitando a abundância das populações de algumas espécies e aumentando outras. O conhecimento sobre os efeitos do fogo na vegetação lenhosa do cerrado sugere que as alterações no regime de queima resultam em fisionomias mais abertas como consequência das altas taxas de mortalidade, alterações nas taxas de recrutamento e favorecimento da vegetação do estrato rasteiro (Miranda & Sato 2005).

Nosso resultado sobre a análise de similaridade indica que o conjunto de espécies persistentes se mantém similar ao longo do tempo, e não apresenta diferença significativa entre as comunidades. O que podemos estar observando nos fragmentos do cerrado de Itirapina é um

subconjunto de espécies que fazem parte de um conjunto regional (Hovestad *et al.* 2005), e por causa disto o núcleo das espécies mais abundantes entre os diferentes fragmentos se mantem similar ao longo do tempo. Por outro lado algumas as comunidades estudadas experimentam diferentes perturbações antrópicas e naturais. Por exemplo, a comunidade Graúna é a comunidade que apresenta maior histórico de fogo e presença de gado, o que sugere que as mudanças nas similaridades das espécies observadas nessa comunidade ao longo do tempo seja o reflexo desses fatores. A continuação deste tipo de estudo e outros novos que possam avaliar estes últimos fatores são muito importantes para entender a comunidade lenhosa arbustiva do cerrado de Itirapina.

Referências bibliográficas

ALEIXO, A., ALBERNAZ, A.L., GRELLE, C.E.V., VALE, M.N. & RANGEL, T.F. 2010. Mudanças climáticas e a biodiversidade dos biomas brasileiros: passado, presente e futuro. *Natureza & Conservação* 8:194-196.

BRAAK, C.J.F. & PRENTICE, I.C. 1988. A theory of gradient analysis. *Advances in Ecological Research* 18:271-313.

CASTRO, A.A.J.F., MARTINS, F.R., TAMASHIRO, J.Y. & SHEPHERD, G.J. 1999. How rich is the flora of the Brazilian Cerrados? *Annals of the Missouri Botanical Garden* 86:192-224.

CLIMATE DATA. 2017. Clima: Itirapina. <http://www.climate-data.org> (acesso em 29/01/2017).

COUTINHO, L.M. 2006. O conceito de bioma. *Acta Botânica Brasilica* 20:13-23.

FORNI-MARTINS, R., MARTINS, F.R. 2000. Chromosome studies on Brazilian cerrado plants. *Genetics and molecular biology* 23:p.947-955.

FRANÇOSO, R.D., HAIDAR, R.F. & MACHADO, R.B. 2016. Tree species of South America central savanna: endemism, marginal areas and the relationship with other biomes. *Acta Botanica Brasilica* 30:78-86.

GASTON, K.J. 1999. Implications of interspecific and intraspecific abundance-occupancy relationships. *Oikos* 86:195-207.

- HERINGER, E.P., BARROSO, G.M., RIZZO, J.A. & RIZZINI, C.T. 1977. A flora do Cerrado. *In* Anais do IV Simpósio sobre o Cerrado. São Paulo (M.G. Ferri, coord.). Editora da Universidade de São Paulo, p. 211-232.
- HOFFMANN, W.A. & SILVA-JÚNIOR, E.R. 2005. Seasonal leaf dynamics across a tree density gradient in a Brazilian savanna. *Functional Ecology* 19:932-940.
- HOVESTADT, T., POETHCE, H.J. & LINSINMAIR, K.E. 2005. Spatial patterns in species-area relationship and species distributions in a West African forest-savanna mosaic. *Journal of Biogeography* 32:677-684.
- INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2017. Sistemas de Informações Geográficas e Banco de dados de Focos – Geral e Áreas Protegidas. <http://www.inpe.br>. (acesso em 08/01/2017).
- KALACSKA, M., SANCHEZ-AZOFEIFA, G.A., CALVO-ALVARADO, J.C., QUESADA, M., RIVARD, B. & JANZEN, D.H. 2004. Species composition, similarity and diversity in three successional stages of a seasonally dry tropical forest. *Forest Ecology and Management* 200:227-247.
- KLINK, C.A. & MACHADO, R.B. 2005. A conservação do Cerrado brasileiro. *Megadiversidade* 1:147-155.
- MAGURRAN, AE & HENDERSEN, P.A. 2003. Explaining the excess of rare species in natural species abundance distributions. *Nature* 422:714-716.
- MEHRANVAR, L. & DONALD, J. 2001. History and taxonomy: their roles in the core-satellite hypothesis. *Oecologia* 127:131-142.
- MINITAB 17 Statistical Software. 2013. Computer software. State College, PA: Minitab, Inc. (www.minitab.com).

- MIRANDA, H.S. & SATO, M.N. 2005. Efeitos do fogo na vegetação lenhosa do Cerrado. *In* Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação (A. Scarlot, J.C. Souza-Silva & J. M. Felfili, eds.). Ministério do Meio Ambiente, Brasília, p.93-105.
- MORO, M.F. & MARTINS FR. 2011. Métodos de levantamento do componente arbóreo-arbustivo. *In* Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos (J.M. Felfili, P.V. Eisenlohr, M.M.R.F Melo, L.A. Andrade, & J.A.A.M. Neto, eds.). Editora UFV, Viçosa, p.174-212.
- R CORE TEAM. 2015. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/>. (acesso em 05/05/2016).
- RIZZINI, C.T. 1963. A flora do Cerrado. *In* Simpósio sobre o Cerrado (MG Ferri, coord.). Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, p.127-177.
- SILVA, L.C.R., HARIDASAN, M., HOFFMANN, W.A., STERNBERG, L.S.L. & FRANCO, A.C. 2010. Not all forests are expanding over central Brazilian savannas. *Plant and Soil* 333:431-442.

Figura 2a.

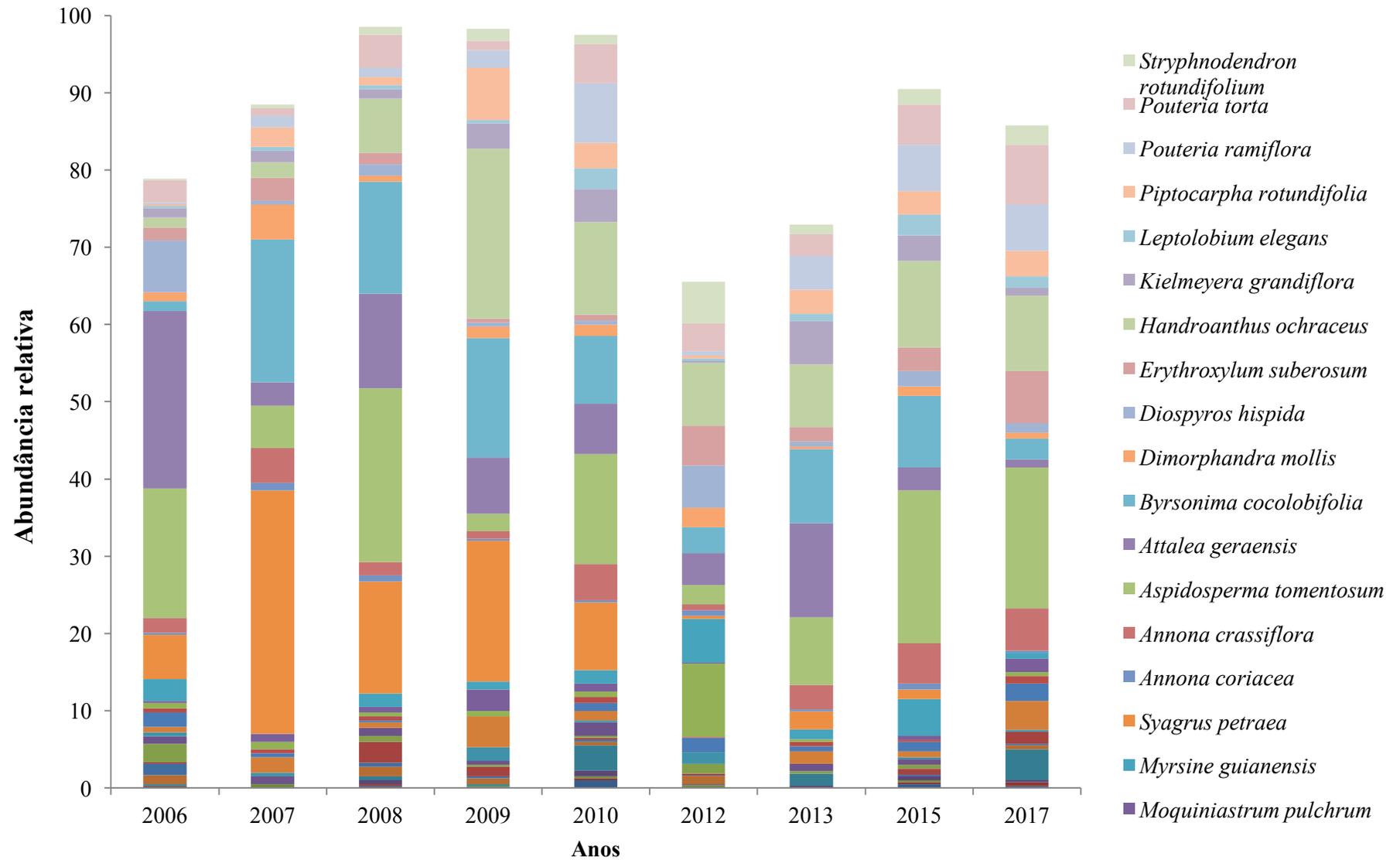


Figura 2B

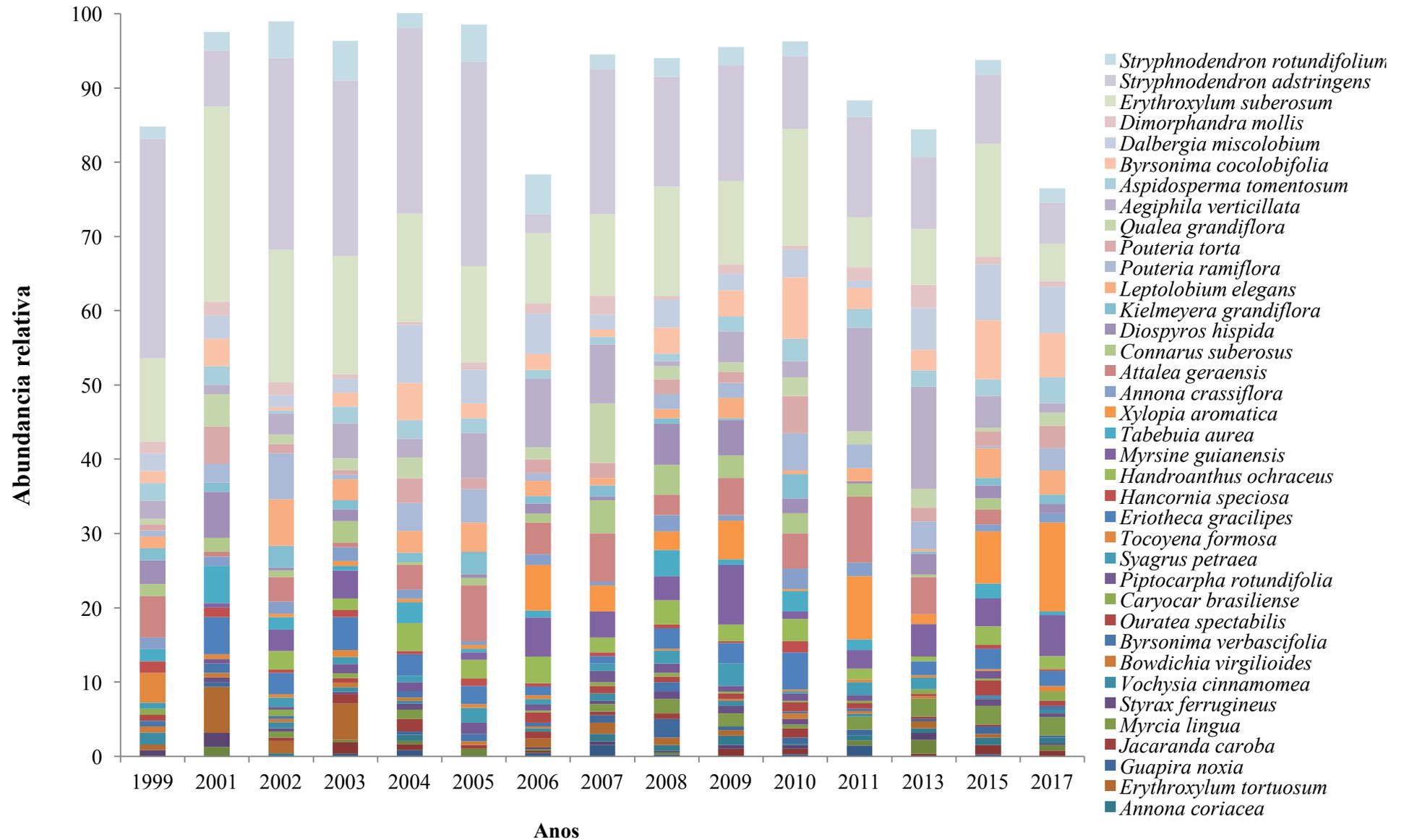


Figura 2c.

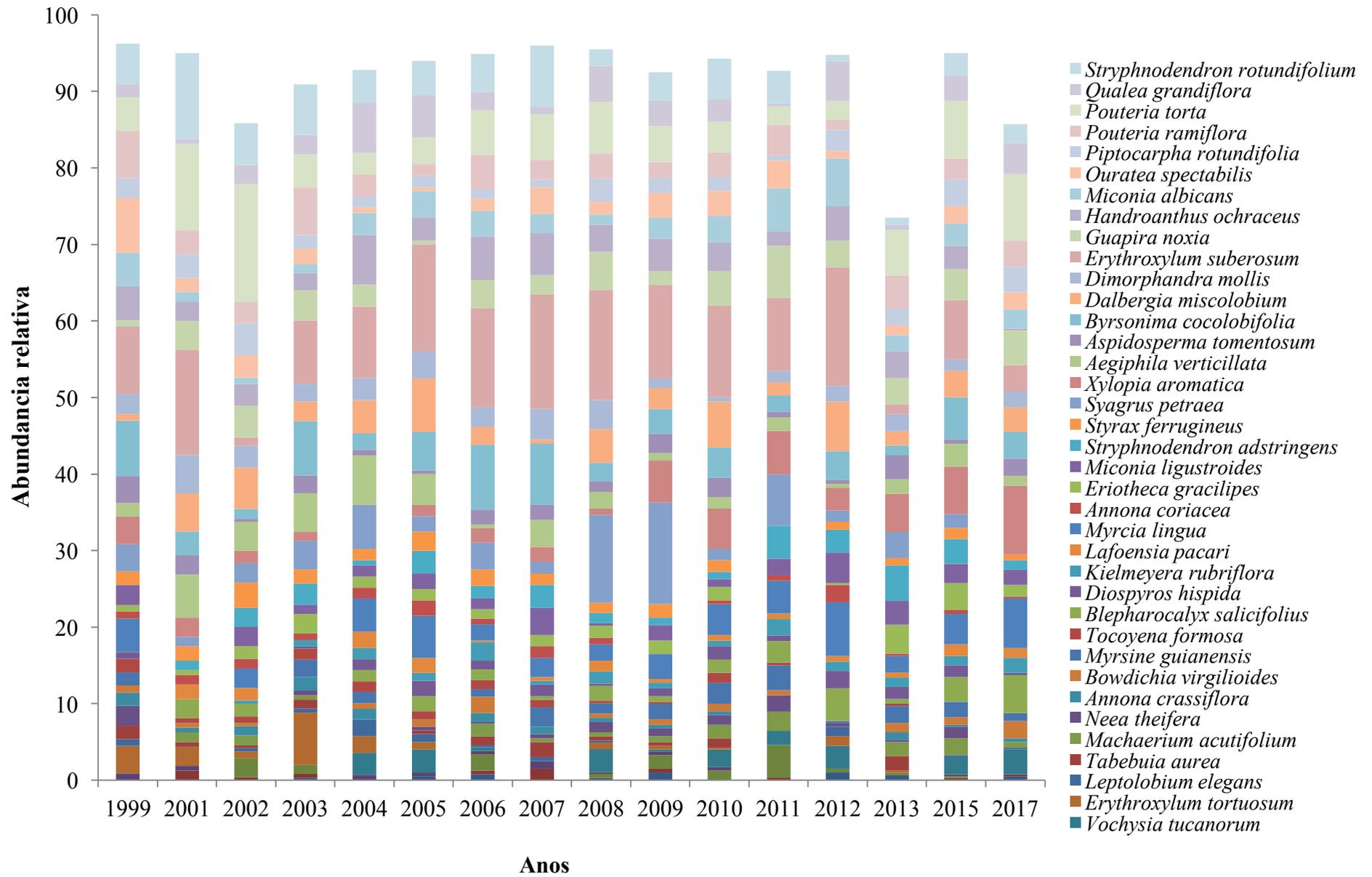


Figura 2d.

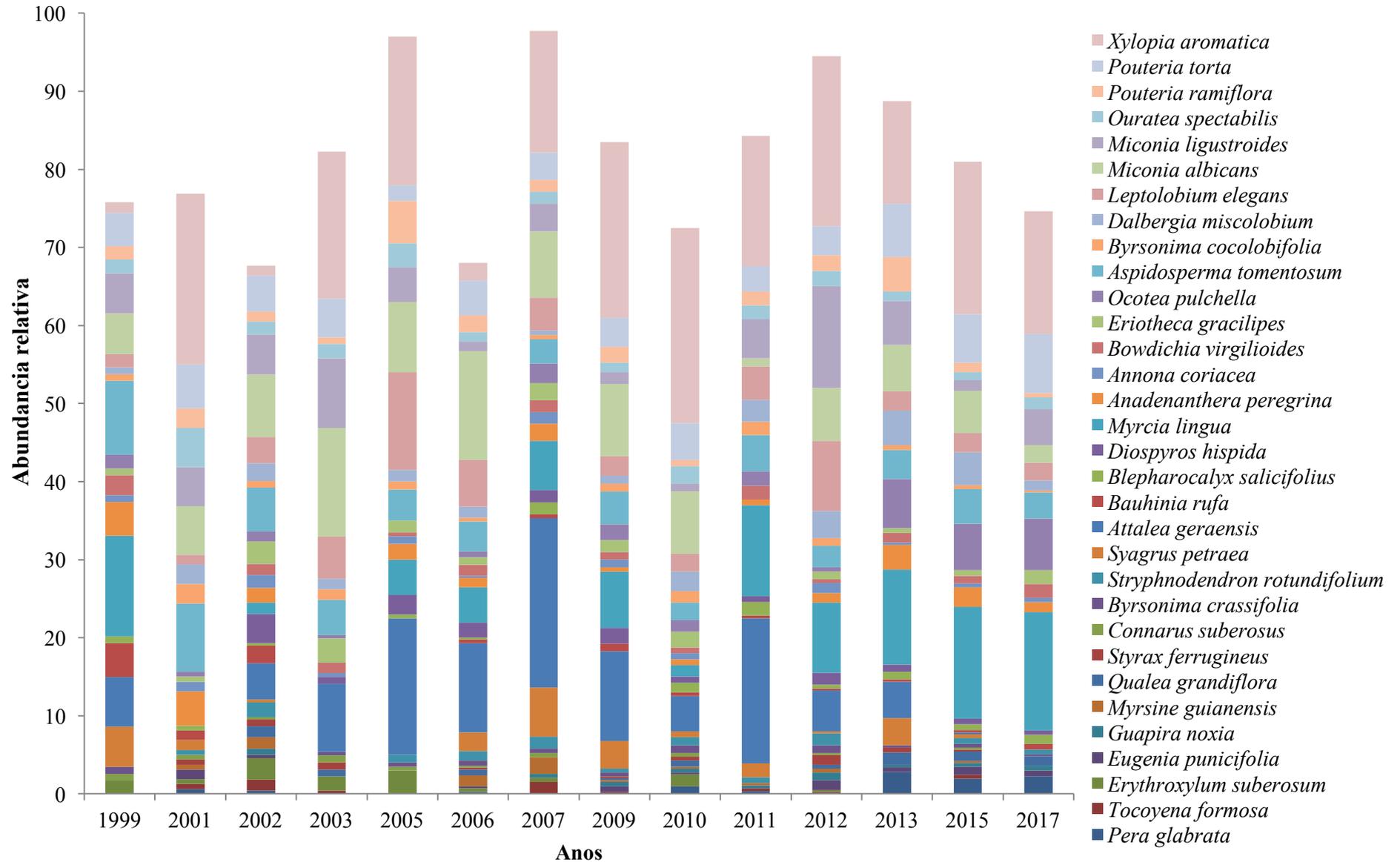


Figura 2e.

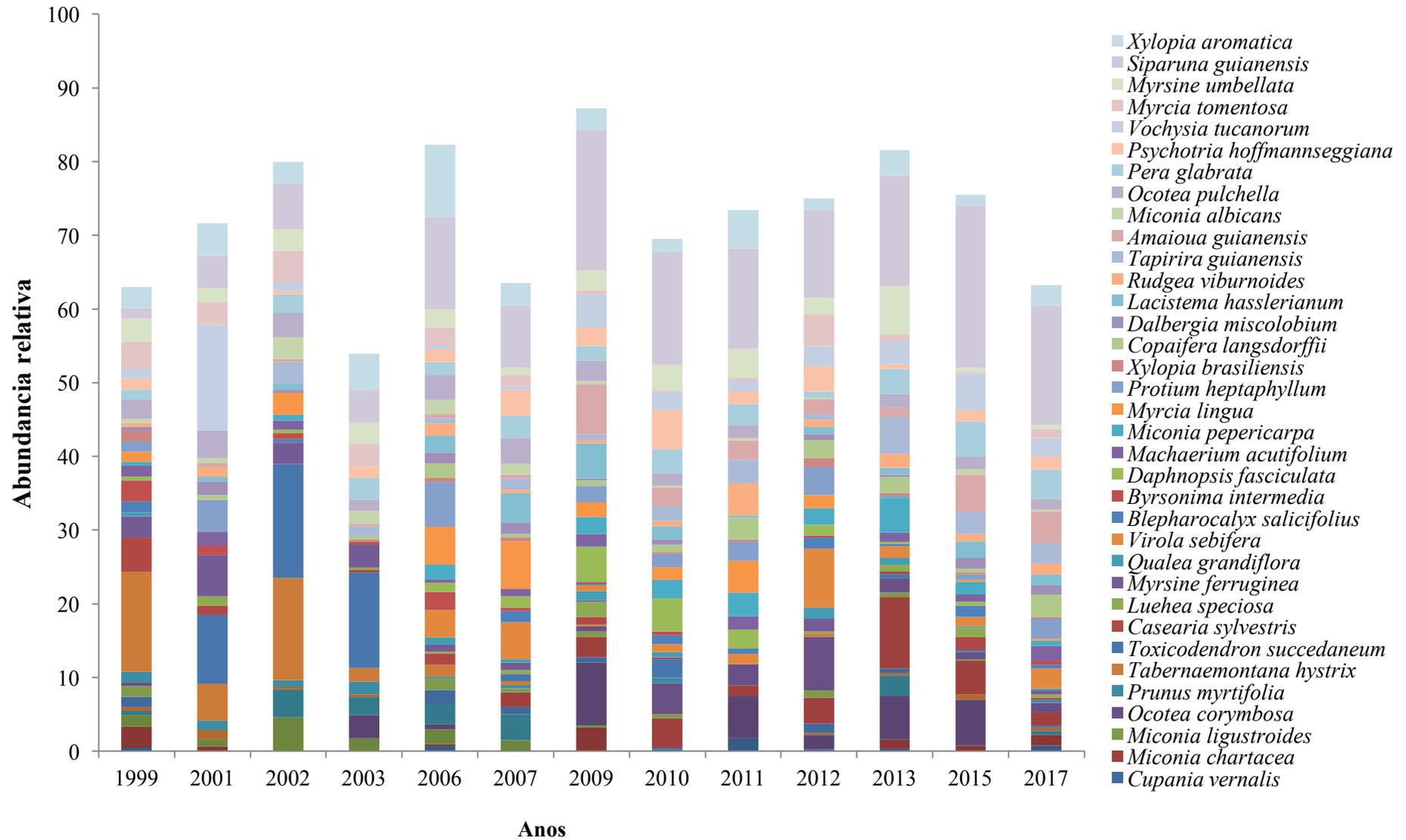


Figura 3.

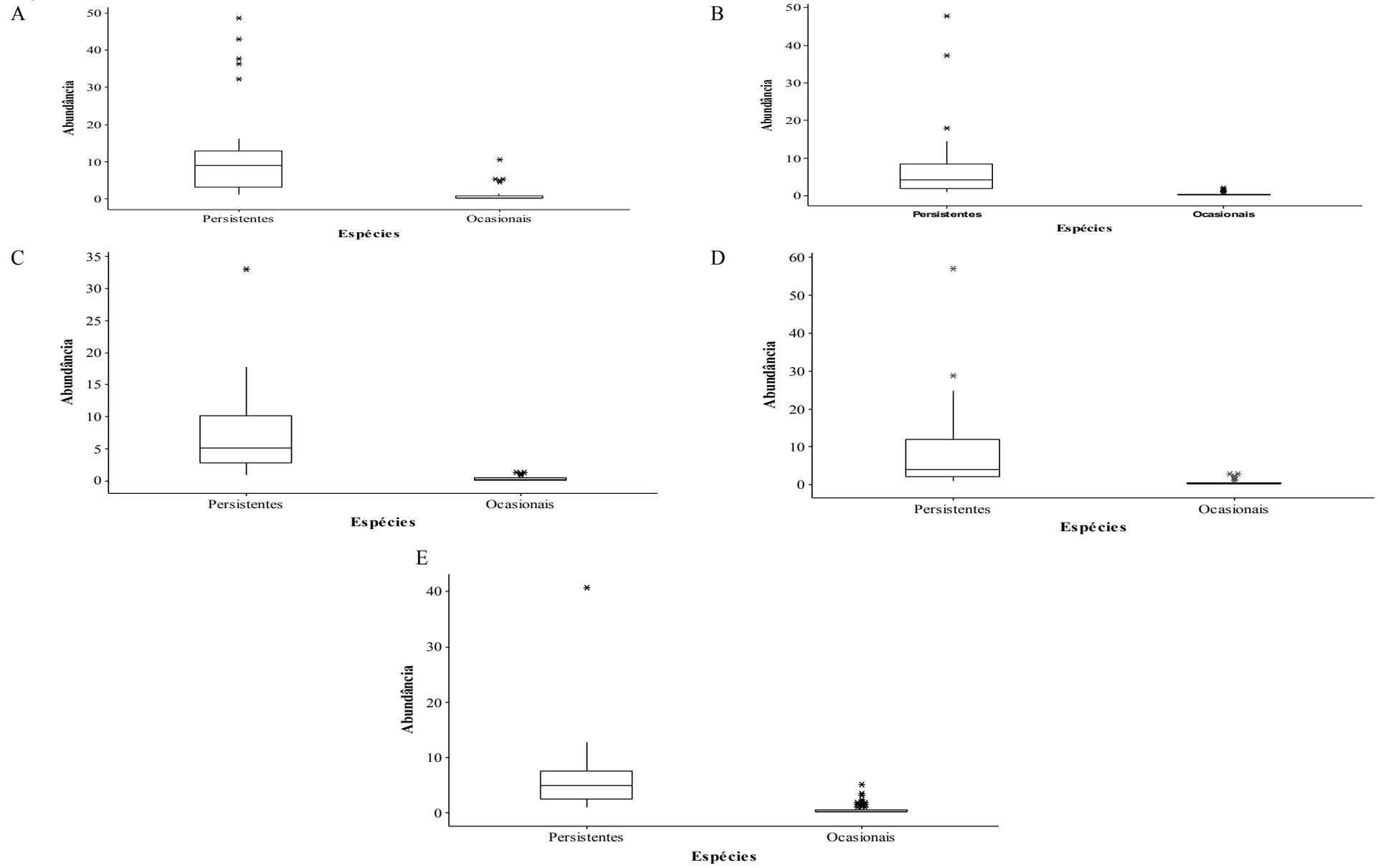


Figura 4.

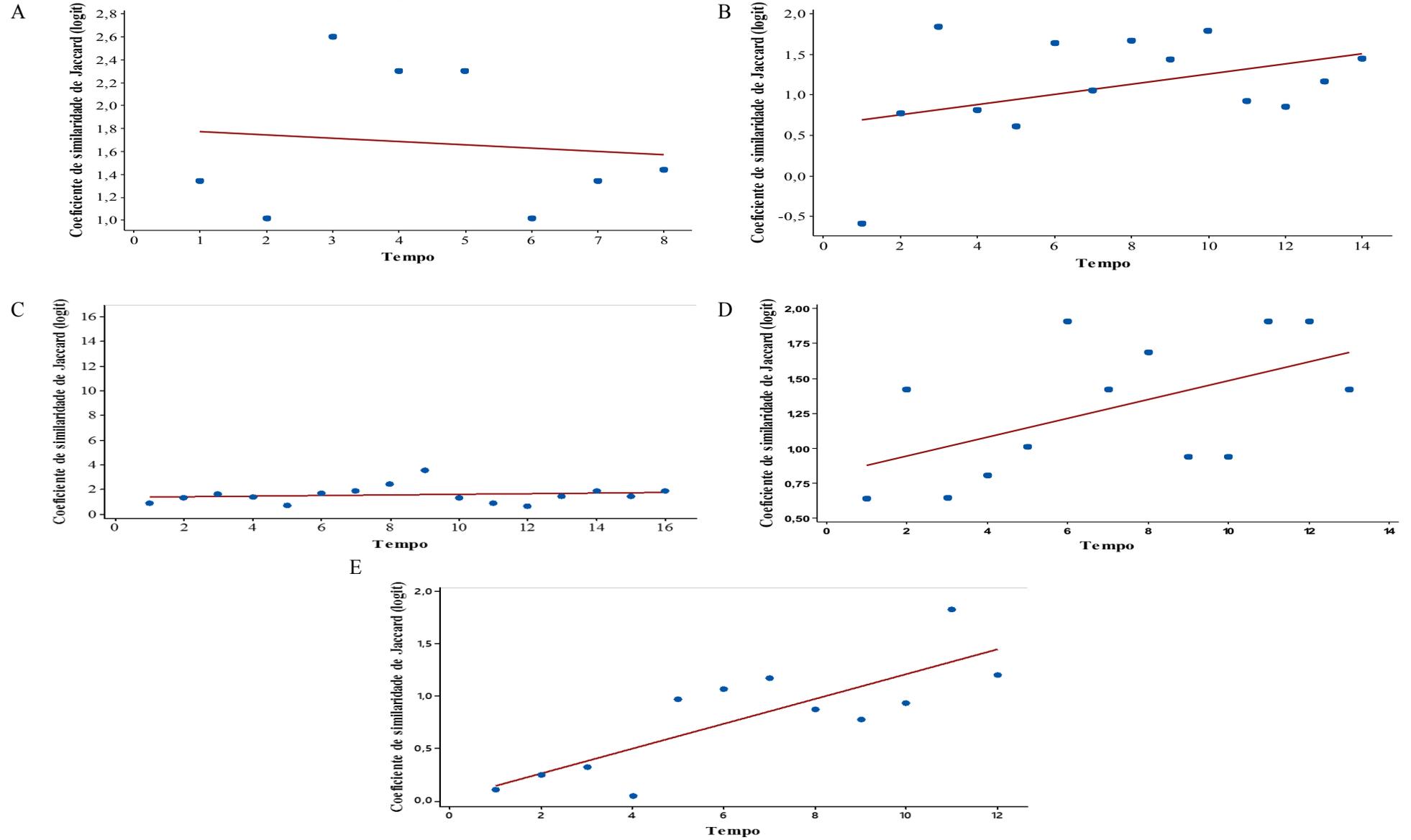


Tabela 1. Caracterização das comunidades de cerrado estudadas na Estação Ecológica e Experimental de Itirapina (Itirapina, São Paulo).

Local	Fitofisionomia	Coordenadas	Tipo de solo	Histórico
Braga	Campo sujo	22°13'14"S, 47°54'33"W	Neossolo quartzarênico	Sem registro de incêndios desde 1984, e ausência de gado desde 1991.
Estrela	<i>Sensu stricto</i>	22°12'03"S, 47°48'33"W	Neossolo quartzarênico	Último registro de incêndio em 2016, mas sem focos na área de amostragem. Ausência de gado desde 2012.
Graúna	<i>Sensu stricto</i>	22°15'52"S, 47°47'56"W	Neossolo quartzarênico	Último registro de incêndio em 2014, mas sem focos na área estudada. Presença de gado até 2011.
Valério	Densa	22°13'03"S, 47°51'13"W	Neossolo quartzarênico	Último registro de incêndio em 2016, mas sem focos na área amostrada. Ausência de gado desde 1957.
Vermelhão	Cerradão	22°14'23"S, 47°50'06"W	Latossolo vermelho- escuro	Último registro de incêndio em 2010, mas sem focos na área amostrada.

Dados de incêndios obtidos da base de dados do INPE (2017).

Tabela 2. Número absoluto (AB) e relativo (%) das espécies persistentes e ocasionais em cada área.

	Área de estudo									
	Braga		Estrela		Valério		Vermelhão		Graúna	
	AB	%	AB	%	AB	%	AB	%	AB	%
Ocasionais	57	65,51	71	64,54	97	75,19	212	83,79	75	64,65
Persistentes	30	34,48	39	35,45	32	24,80	41	16,20	41	35,34
Total	87	100	110	100	129	100	253	100	116	100

Tabela 3. Coeficiente de similaridade de Jaccard (%) calculado para as comunidades avaliadas na Estação Ecológica e Experimental de Itirapina, Itirapina-SP.

Locais	1999	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2015	2017
Vermelhão-Graúna	10.3	7.8	10.9	3.6	NA	NA	11.7	13.1	NA	13.8	12.9	11.3	13.5	9.2	14.7	12.9
Vermelhão-Estrela	5.3	3.9	5.2	1.8	NA	NA	6	8.2	NA	7.7	6.3	5.9	6.5	-	6.3	7.9
Vermelhão-Valério	19.4	5.4	7.1	6.1	NA	NA	20	14.6	NA	11.1	15.9	17.6	10.6	11.3	13.1	13.9
Estrela-Graúna	50	62.2	62.8	72.5	57.1	51.2	66.7	60.5	75	68.2	68.2	64.1	NA	68.3	60	65
Valério-Graúna	41.2	43.6	57.1	50	NA	47.3	52.1	53.7	NA	46.6	50	50	56.1	45.4	54.4	47.5
Valério-Estrela	30.8	28.6	46.7	43.6	NA	37.9	38.3	42.5	NA	46.5	48.9	41	53.7	40.5	43.5	35.8

Legendas das Figuras

Figura 1. Abundância relativa máxima das espécies das cinco comunidades de cerrado da Estação Ecológica e Experimental de Itirapina, Itirapina-SP, em função do tempo de seu tempo de permanência. As setas indicam a metade do intervalo de tempo avaliado e a divisão entre espécies ocasionais e persistentes. (a) Estrela, (b) Valério, (c) Graúna, (d) Vermelhão, e (e) Braga.

Figura 2. Abundância relativa ao longo do tempo das espécies classificadas como persistentes nas comunidades estudadas na Estação Ecológica e Experimental de Itirapina, Itirapina-SP. (a) Braga, (b) Estrela, (c) Graúna, (d) Valério, e (e) Vermelhão.

Figura 3. A abundância absoluta das espécies persistentes foi maior em todas as comunidades avaliadas na Estação Ecológica e Experimental de Itirapina, Itirapina-SP. (a) Braga ($W=2105,5$; $P < 0,000$), (b) Estrela $3525,5$; $P < 0,000$), (c) Graúna ($3923,0$; $P < 0,000$), (d) Valério ($W=3574,5$; $P < 0,000$), (e) Vermelhão ($W=3755,0$; $P < 0,000$).

Figura 4. Regressões lineares da similaridade florística (J') em função do tempo nas cinco comunidades estudadas na Estação Ecológica e Experimental de Itirapina, Itirapina-SP. No eixo y, o valor de similaridade calculado a partir do coeficiente de Jaccard. Valores no eixo x representam o tempo em anos. (a) Braga ($F_{7,6} = 0,08$, $P = 0,79$; $J' = 1,8 - 0,029$ tempo; $r^2 = 1,28\%$), (b) Estrela ($F_{13,12} = 2,5$; $P = 0,14$; $J' = 0,631 + 0,0633$ tempo, $r^2 = 17,23\%$), (c) Graúna ($F_{15,14} = 0,34$, $P = 0,57$; $J' = 1,352 + 0,0232$ tempo; $r^2 = 2,36\%$), (d) Valério ($F_{12,11} = 4,66$, $P = 0,05$, equação: $J' = 0,813 + 0,0671$ tempo, $r^2 = 29,75\%$), (e) Vermelhão ($F_{11,10} = 19,6$, $P = 0,001$; $J' = 0,028 + 0,1184$ tempo; $r^2 = 66,21\%$).