

**Abundância proporcional e convergência de caracteres de plantas lenhosas em fragmentos de cerrado da região de Itirapina, SP, Brasil.**

JULIA CARAM SFAIR<sup>1</sup>, ANDERSON OLIVEIRA LATINI<sup>1</sup> e SUELY DE CÁSSIA ANTUNES DE SOUZA<sup>2</sup>

**RESUMO** – O objetivo deste estudo foi testar a hipótese de que espécies de plantas do Cerrado que são mais abundantes compartilham estados semelhantes de caracteres escleromórficos que lhes confeririam sucesso reprodutivo diferencial neste bioma. Para tanto, amostramos 800 indivíduos em quatro fragmentos de Cerrado, localizados no município de Itirapina – SP, das quais medimos 15 diferentes caracteres e os estados em que eles ocorriam, distinguindo entre aqueles mais e menos escleromórficos. Após interpretarmos a distribuição das abundâncias das espécies na comunidade, através do diagrama de Whittaker, elas foram categorizadas em dois grupos: maiores e menores abundâncias. Não encontramos relações concisas entre o estado dos caracteres espessura do córtex, presença de tricomas e textura do limbo foliar e o grupo de abundância a que pertencem as espécies. O caráter espessura grossa-suberosa do córtex, revelou-se mais freqüente no grupo de espécies mais abundantes em um dos fragmentos e também no conjunto de fragmentos quando considerados juntos. Todas as outras variáveis não conseguem, juntas, descrever os agrupamentos de espécies mais e menos abundantes. Deste modo, os resultados que encontramos são insuficientes para sustentação de nossa hipótese. É possível que tanto a competição entre as espécies, que determinaria a distinção de caracteres morfológicos como preditora de coexistência, como outros fatores não aferidos, possam levar a divergência de caracteres morfológicos dentre as espécies amostradas.

**Palavras-chave:** cerrado, convergência de caracteres, fatores abióticos e bióticos.

---

<sup>1</sup> Programa de pós-graduação em Ecologia. Departamento de Botânica. Instituto de Biologia. Universidade Estadual de Campinas – Campinas, SP, Brasil. [juliacaram@gmail.com](mailto:juliacaram@gmail.com)

<sup>2</sup> Instituto Grande Sertão – Rua Dr. Velloso, 57 – Centro – Montes Claros, MG, CEP 39400-000.

## Introdução

O Cerrado constitui o segundo maior bioma do Brasil e caracteriza-se por apresentar uma matriz de condições abióticas rígidas para a sobrevivência de espécies vegetais (Ribeiro & Walter 1998).

Apesar de alguns autores terem opiniões divergentes (Alvim 1954 *apud* Sano & Almeida 1998), há uma tendência a considerar que fatores como a baixa capacidade de retenção de água e a baixa disponibilidade de nutrientes, além das altas temperaturas atmosféricas e elevada acidez do solo, compõem uma matriz de condições que afetam fortemente a comunidade vegetal do cerrado, beneficiando as espécies mais bem adaptadas. Dessa maneira, condições abióticas dominantes e interações entre espécies constituem fatores seletivos de indivíduos e de espécies mais bem adaptados na escala do tempo evolutivo (Ricklefs 1979).

Além disto, o histórico de ocupação humana no cerrado (inicialmente para a exploração de ouro, diamantes e pecuária e atualmente para a produção de milho, algodão e soja) também deve ter peso na sua apresentação fisionômica e florística atuais (devido dentre outros, à invasão de espécies), afetando, por exemplo, a proporção entre os estratos herbáceo e arbustivo (Klink & Moreira 2002).

No entanto, independentemente da pressão de atuação e dos fatores atuantes, no Cerrado deve haver, como em qualquer outro sistema, espécies vegetais que possuem maior abundância do que outras. Isto pode se dever a uma adaptação diferencial dessas espécies às condições dominantes do sistema e conseqüentemente a um maior potencial de detenção dos recursos disponíveis, o que é expresso pela sua abundância diferencial. Para tanto, um dos fatores-chave para a dominância de uma espécie no Cerrado seria a apresentação de caracteres escleromórficos, como textura coriácea da folha, presença de tricomas e espessura do caule mais grossa, que proporcionassem maior grau de proteção contra as pressões ambientais vigentes. Dessa maneira, se as espécies com maior número de indivíduos (maior abundância) são mais bem adaptadas a pressões seletivas semelhantes, elas devem apresentar caracteres morfológicos semelhantes.

O propósito deste estudo foi testar se características das espécies vegetais como a espessura de córtex mais grossa, a textura da folha mais coriácea e a presença de tricomas são mais freqüentes no grupo de espécies da comunidade de maior abundância populacional, como um indicativo às pressões ambientais dominantes.

## Material e métodos

Área de estudo – Realizamos o presente estudo em quatro fragmentos de cerrado localizados no município de Itirapina, interior do Estado de São Paulo (22°00'S - 22°15'S e 47°45'W - 48°00'W). Na região, a precipitação média anual é de cerca de 1425mm, distribuída principalmente nos meses de primavera e verão (outubro a março). Os meses de janeiro e fevereiro são os mais quentes e apresentam temperatura média de 22,8 °C. Os fragmentos estudados foram aqui denominados de Presídio (22°15'45"S e 47°48'32"W), Graúna (22°15'56"S e 47°47'50"W), Estrela (22°12'01"S e 47°48'32"W) e Valério (22°13'01"S e 47°51'10"S), cujas características, tais como grau de impacto e espécie dominante, estão descritas na tabela 1.

Amostragem e análises dos dados - Em todos os quatro fragmentos amostramos por intermédio de cinco transecções de 100m de comprimento cada, sentido borda - interior e interespaçadas por pelo menos 10m de distância uma da outra. Em cada transecção, foram estabelecidos dez pontos de amostragem sistemática, interespaçados por distâncias fixas de 10m. Em cada ponto fixo foram delimitados os quadrantes, amostrando-se em cada quadrante, a árvore mais próxima com perímetro do caule à altura do solo maior ou igual a 9,5cm (figura 1; Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974). Para cada planta amostrada, foram determinados 15 caracteres morfológicos relacionados ao escleromorfismo (tabela 2). Somando todas as transecções, em cada fragmento foram registrados caracteres de 200 indivíduos, totalizando 800 indivíduos em todos os fragmentos. Todo o material coletado foi seco em estufa e identificado até o nível de espécie.

Quando os caracteres apresentaram variação de resposta (presença e ausência) em indivíduos da mesma espécie, devido a diferentes fases de desenvolvimento, nós optamos por anotar a presença do caráter. Quando a determinação de caracteres nas espécies foi duvidosa, realizamos consultas à bibliografia e especialistas para a definição do caráter.

Para determinarmos a categoria de abundância a que cada espécie pertence, construímos o diagrama de *Whittaker*, conforme sugerido em Magurran (1988), para cada comunidade estudada nos fragmentos e indicamos dois grupos (maior e menor abundância), guardando relação com o ponto de inflexão da distribuição encontrada, aqui subjetivamente determinado.

Para testarmos a hipótese de que a espessura de córtex grossa, textura do limbo foliar coriácea e a presença de tricomas são caracteres convergentes em plantas mais abundantes no cerrado, construímos tabelas de contingência relacionando os grupos de espécies mais abundantes e menos abundantes a esses caracteres e às suas variações. A comparação de

variáveis com dois níveis de estados nas tabelas de contingência foi realizada por meio do teste exato de Fisher e para as variáveis com mais do que três níveis, usamos o teste de qui-quadrado de Pearson (Sokal & Rohlf 1995). A quebra de graus de liberdade foi necessária nas situações de baixo número de casos para o atendimento dos pressupostos da análise. Nestas situações usamos o teste exato de Fisher. Para a decisão estatística, adotamos o nível de significância de 5% ( $p=0,05$ ).

Para as três variáveis que analisamos por meio de tabelas de contingência, possuímos hipóteses claras quanto a relação entre o estado da variável e a abundância das espécies, por isto, preferimos realizar testes univariados, onde a resposta de cada variável poderia se expressar individualmente. No entanto, para as outras variáveis não possuímos hipóteses claras a respeito de sua relação com o escleromorfismo das plantas. Assim, realizamos uma análise multivariada de componentes principais com o propósito de determinarmos o quanto as classes de abundância de plantas seriam discriminadas por nossas variáveis categóricas consideradas. Para tanto, utilizamos todos os nossos caracteres como descritores das espécies estudadas, classificadas conforme a sua abundância, em uma análise de componentes principais (PCA).

### **Resultados e Discussão**

Amostramos 64 espécies considerando todos os fragmentos. As espécies mais abundantes foram *Erythroxylum suberosum* A.St.-Hil , *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville e *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart com 83, 68 e 43 indivíduos amostrados, respectivamente. A menor abundância foi de somente um indivíduo amostrado, para 15 espécies diferentes.

No fragmento Presídio encontramos 35 espécies, sendo as mais abundantes *Qualea grandiflora* Mart. (26 indivíduos), *Erythroxylum suberosum* A.St.-Hil (23 indivíduos) e *Rapanea guyanensis* Aubl. (16 indivíduos). *Erythroxylum suberosum* A.St.-Hil (28 indivíduos) foi a espécie que mais abundantemente encontramos no fragmento Graúna, seguida por *Dalbergia miscolobium* Benth. (14 indivíduos) e *Myrcia lingua* (O.Berg) Mattos (11 indivíduos), perfazendo um total de 43 espécies amostradas. No fragmento Estrela foram amostradas 30 espécies e dentre as mais abundantes, encontramos *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (55 indivíduos), *Erythroxylum suberosum* A.St.-Hil (26 indivíduos) e *Aegiphila lhotzkiana* Cham. (12 indivíduos). Dentre as 25 espécies amostradas no fragmento Valério, a mais abundante foi *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart (38 indivíduos), seguida por *Acosmium subelegans* (Mohlenbr.) Yakovlev (25 indivíduos) e *Miconia albicans*

(Sw.) Triana (18 indivíduos). Os diagramas de *Whittaker*-obtidos para separarmos as espécies mais abundantes das menos abundantes por meio da determinação do ponto de inflexão da curva são apresentados na figura 2.

A interpretação dos resultados das análises de contingência feitas para cada um dos fragmentos isoladamente (tabela 3) mostra a inexistência de relações significativas para os caracteres espessura do córtex, presença de tricomas no limbo foliar e textura do limbo foliar, para todos os fragmentos, exceto a relação entre a espessura do córtex e a abundância das espécies do fragmento Presídio (tabela 3 e figura 3).

Os caracteres utilizados na análise de componentes principais (figura 4) não explicam a separação dos grupos de abundância que discriminamos para os fragmentos estudados. Os três primeiros eixos da análise explicaram 17,4, 14,2 e 11,3% da variação total dos dados, fornecendo uma explicação acumulada de somente 43%. Adicionalmente, os pesos das variáveis para a composição dos eixos é baixo e bem distribuído entre elas, raramente mostrando grande importância diferencial para uma outra variável. Portanto, os caracteres são explicadores fracos do processo de convergência que hipotetizamos.

A hipótese da convergência de caracteres nas espécies mais abundantes não é sustentada, uma vez que o teste de qui-quadrado foi não significativo na maioria dos casos analisados (tabela 3). Isso pode indicar que as espécies mais abundantes divergem nos caracteres analisados, ao contrário de nossa expectativa inicial. Segundo Watkins & Wilson (2003) a competição entre as espécies é maior naquelas que compartilham uma maior semelhança de caracteres e que, portanto, utilizam recursos em comum. Dessa forma, os caracteres analisados, espessura do córtex, textura do limbo e presença de tricomas no limbo, se são importantes para o sucesso das espécies e conseqüentemente para a competição entre elas, apresentariam maiores variações para possibilitar a co-ocorrência destas espécies estudadas. Os estados de caracteres apresentaram uma maior variação dentro das classes de maiores abundâncias (tabela 3). Da mesma forma, o resultado da análise de componentes principal (figura 4) leva a crer que os caracteres morfológicos observados não estão relacionados com maiores ou menores classes de abundância, ou seja, tais caracteres combinam-se de modo diferente em cada espécie, o que novamente poderia ser resultado da competição interespecífica ou de pressões seletivas divergentes inter-espécie.

Por outro lado, as espécies mais abundantes do fragmento Presídio apresentaram convergência no estado de caractere córtex mais grosso-suberoso, corroborando nossa hipótese inicial. Condições locais, tanto abióticas quanto bióticas podem estar condicionando tal convergência. Uma possibilidade é que a pressão de pastoreio e pisoteio do gado que

utiliza a área (observação pessoal – tabela 1) esteja beneficiando plantas de córtex mais espesso em detrimento das plantas de córtex mais fino, que podem estar sendo utilizadas como recurso alimentar pelo gado. Por si, este único fator pode reduzir o sucesso reprodutivo das plantas de córtex mais fino e aumentar por conseqüência, o sucesso reprodutivo das plantas de córtex mais espesso, dada a menor pressão competitiva existente entre estas espécies. Esta situação nos forneceria, portanto, uma correlação espúria para o resultado de que as plantas com córtex mais espessos são as mais abundantes. Não podemos excluir outros fatores bióticos e abióticos que podem influenciar a determinação deste resultado. Dentre as funções do córtex para as plantas terrestres, está a proteção contra o ataque de fitófagos, contra a perda de água e contra a ação do fogo (Raven 1986). Tais fatores podem também estar exercendo uma pressão na seleção de espécies com córtex mais espesso, refletindo na sua maior abundância.

A análise da tabela de contingência para todos os fragmentos juntos mostra novamente um resultado significativo para a relação entre a espessura do córtex e a abundância das espécies encontradas (tabela 3 e figura 5). É possível que esta abundância diferencial de espécies com córtex mais espesso no fragmento Presídio esteja influenciando o resultado da análise feita para todos os fragmentos tratados em conjunto.

Por outro lado, vários fatores podem influenciar na densidade do estrato arbóreo do cerrado, tais como condições edáficas, pH, saturação de alumínio, fertilidade, condições hídricas, profundidade do lençol freático, frequência de queimadas e ações antrópicas. Se estes fatores influenciam na estrutura das plantas lenhosas (Ribeiro & Walter 1998) e nossos resultados para o conjunto dos fragmentos parecem indicar alguns destes reflexos, é possível que o fragmento Presídio compartilhe muito mais elementos bióticos e abióticos do cerrado típico de Itirapina do que os outros fragmentos. Neste caso, análises levando em consideração a importância de cada fragmento na composição do cerrado da região de Itirapina são necessárias para confirmar tal importância.

### **Referências bibliográficas**

- KLINK, C.A. & MOREIRA, A.G. 2002. Past and current human occupation and land use. *In* The cerrados of Brazil. Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna. (P. S.Oliveira & R.J. Marquis, eds.) Columbia University Press, New York. p.69-88.
- MAGURRAN, A.E. 1988. Ecological Diversity and its measurement. Princeton University Press. New Jersey.

- MUELLER-DOMBOIS, D. & ELLENBERG, H. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley & Sons. New York.
- RAVEN, J.A. 1986. Evolution of plant life forms. In On the economy of plant form and function. (T. J. Givnish, ed.). Cambridge University Press., New York. p. 421-524.
- RIBEIRO, J.F. & WALTER, B.M.T. 1998. Fitofisionomias do bioma Cerrado. *In* Cerrado: ambiente e flora (S. M. Sano & S. P. Almeida, eds). Embrapa. Palnaltina, DF. p. 89-168.
- RICKLEFS, R.E. 1979. Ecology. 2<sup>nd</sup> ed. Chiron Press. New York.
- SANO, S.M. & ALMEIDA, S.P. 1998. Cerrado: Ambiente e Flora. Embrapa. Brasília, D.F.
- SOKAL, R.R. & ROHLF, F.J. 1995. Biometry. 3rd ed. Freeman. New York.
- WATKINS, A.J. & WILSON, J.B. 2003. Local texture convergence: a new approach to seeking assembly rules. *Oikos* 102 525-532.

## Legendas das figuras

Figura 1- Apresentação esquemática da amostragem dos fragmentos de Cerrado no município de Itirapina, SP, Brasil. Os números 1, 2, 3, 4 e 5 representam as transecções e cada intervalo nas linhas pontilhadas, um ponto de amostragem na transecção. O detalhe à direita indica dois pontos amostrais e os quatro quadrantes de coleta de indivíduos.

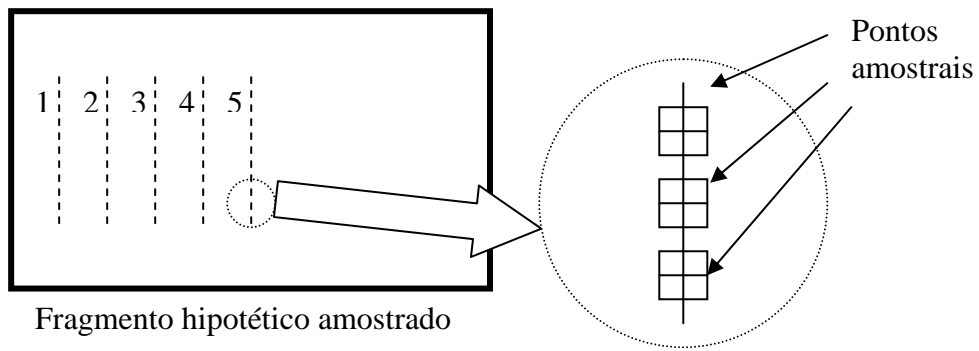
Figura 2- Apresentação dos diagramas de *Whittaker* (A - Estrela; B - Graúna; C - Presídio; D - Valério; E - Todos) para as comunidades dos diferentes fragmentos de Cerrado estudados no município de Itirapina, SP.

Figura 3- Apresentação gráfica da frequência de ocorrência de espécies dos grupos mais e menos abundantes com espessuras de córtex fino (barras hachuradas) e grosso-suberoso (barras em preto) no fragmento de Cerrado, Presídio, município de Itirapina, SP.

Figura 4- Apresentação do resultado gráfico da análise de componentes principais feita para os caracteres amostrados em plantas de fragmentos de Cerrado do entorno do município de Itirapina, SP. Notar a não discriminação das classes de abundância baixa (0) e alta (+). As porcentagens indicadas nos eixos correspondem a explicação que cada um oferece para a variação de nossos dados.

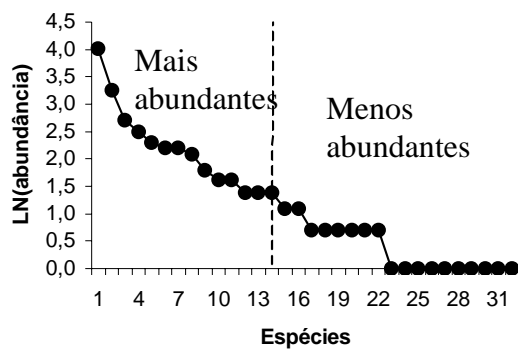
Figura 5- Apresentação gráfica da frequência de ocorrência de espécies dos grupos mais e menos abundantes com espessuras de córtex fino (barras hachuradas) e grosso-suberoso (barras em preto) para todos os fragmentos de Cerrado do município de Itirapina, SP.



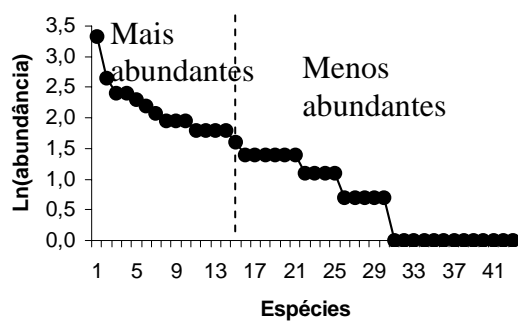


**Figura 1**

### 2A) Estrela



### 2B) Graúna



### 2C) Presídio

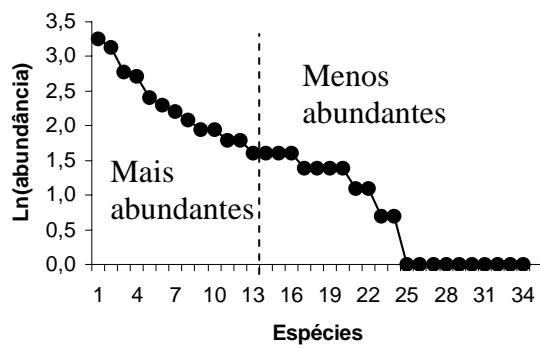
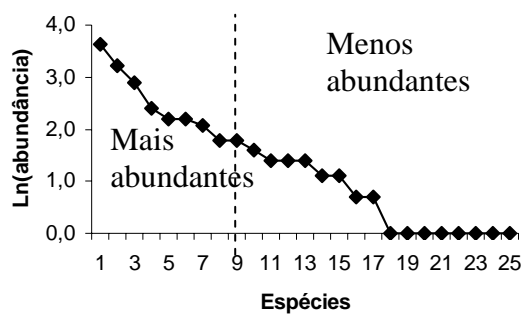


Figura 2

## 2D) Valério



## 2E) Todos

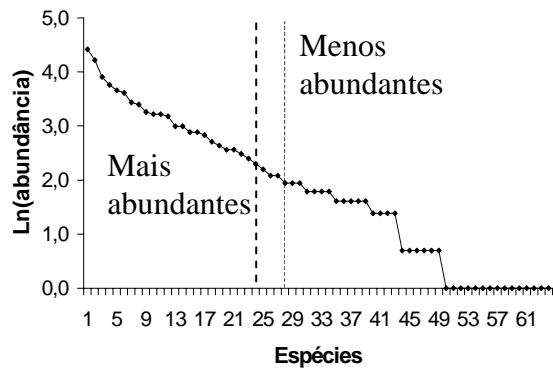
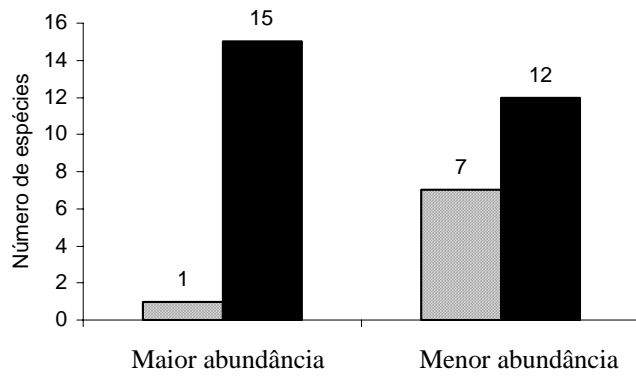


Figura 2 - continuação



**Figura 3**

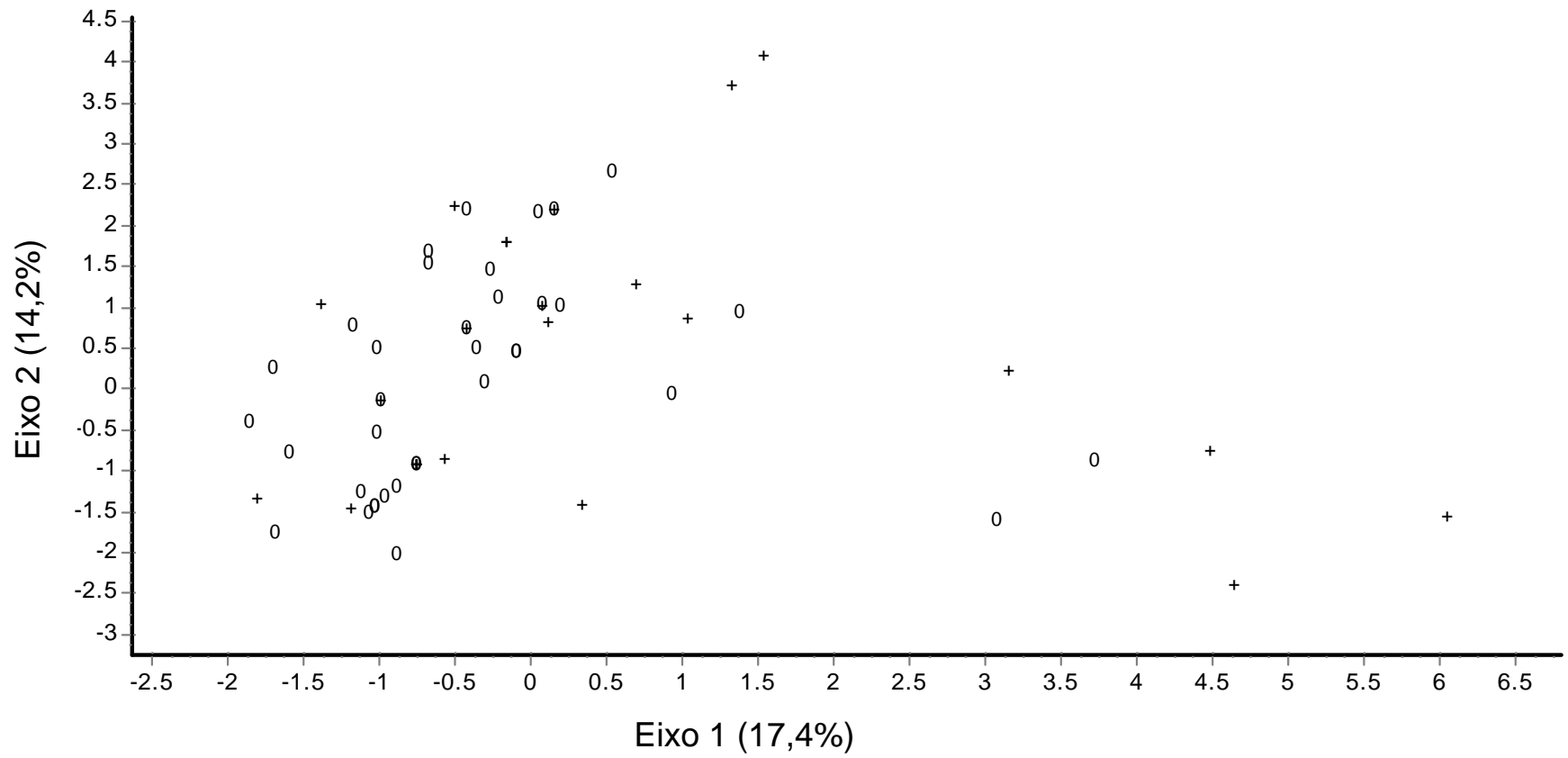
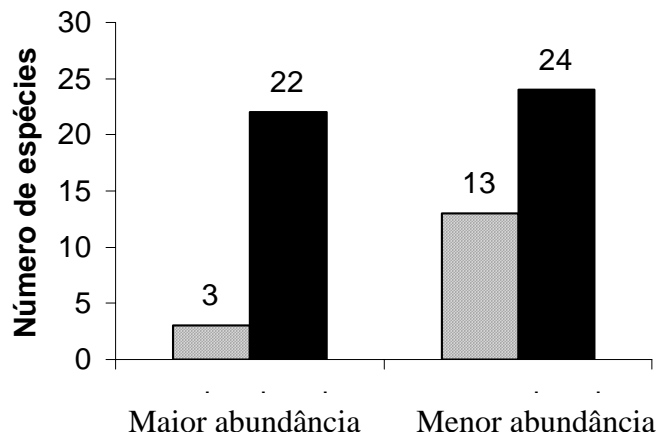


Figura 4



**Figura 5**

## Tabelas

Tabela 1- Apresentação de características gerais dos fragmentos de Cerrado estudados, incluindo uma classificação subjetiva sobre o grau de perturbação de cada fragmento.

<b>Fragmento estudado</b>	<b>Propriedade</b>	<b>Perturbação</b>	<b>Espécie mais abundante</b>
Presídio	particular	intensa*	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.
Graúna	particular	média**	<i>Erythroxylum suberosum</i> A. St.-Hill.
Estrela	particular	média**	<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville
Valério	reserva estadual	baixa***	<i>Xilopia aromatica</i> (Lam) Mart

\*pisoteio por gado, incidência de incêndios naturais e de causa antrópica, invasão de plantas forrageiras, retirada seletiva de plantas e suas partes para uso caseiro e comercialização;

\*\* invasão de plantas forrageiras, incidência de incêndios naturais e de causa antrópica;

\*\*\* invasão por *Pinus* em baixa intensidade, área protegida de incêndios.

Tabela 2- Lista de caracteres anotados para cada indivíduo amostrado nos fragmentos de Cerrado da região de Itirapina, SP, e das respostas admitidas para cada um.

<b>Caracteres relacionados:</b>	<b>Respostas possíveis</b>	<b>Caráter registrado no:</b>
Ao caule	Espessura de córtex <sup>2</sup> , ornamentação da casca <sup>1</sup> , exudato <sup>1</sup> .	campo
Ao ramo	Tricoma <sup>1</sup> , catafilos <sup>1</sup> .	laboratório
À folha	Classificação <sup>3</sup> , estípulas <sup>1</sup> , pecíolo <sup>1</sup> , tricoma <sup>1</sup> , superfície <sup>4</sup> e textura do limbo <sup>5</sup> , estrutura secretora externa <sup>1</sup> , domáceas <sup>1</sup> e látex <sup>1</sup> .	laboratório

1. presença ou ausência.
2. fino (menor que 2mm), grosso-suberoso (maior ou igual a 2mm).
3. folha simples ou composta.
4. serícea, lisa ou bulada.
5. membranácea ou cartácea/coriácea.



Tabela 3. Valores da estatística de qui-quadrado para a relação entre classes de abundância e estado de caracteres, nos fragmentos “Presídio”, “Graúna”, “Estrela” e “Valério” amostrados nos municípios de Itirapina (SP) e no seu conjunto de fragmentos (Todos). As abreviações *g.l.* e *p* indicam respectivamente o número de graus de liberdade e a probabilidade de se encontrar o resultado obtido ao acaso. Os valores em negrito indicam relações significativas entre a variável citada na tabela e a categoria de abundância de espécies. Os valores de *p* marcados por um \* se referem à aplicação do Teste Exato de Fisher.

Área / teste	Variáveis								
	Espessura de córtex			Presença de tricomas			Textura do limbo foliar		
	$\chi^2$	g.l.	P	$\chi^2$	g.l.	P	$\chi^2$	g.l.	p
<b>Presídio</b>			<b>0,032*</b>			0,371*	0,565	2,000	0,754
<b>Graúna</b>			0,128*			0,850*			0,850*
<b>Estrela</b>			0,113*			0,279*	2,211	2,000	0,331
<b>Valério</b>	3,205	2,000	0,201			0,622*	0,601	2,000	0,740
<b>Todos</b>			<b>0,041*</b>			0,561*			0,550*