

Varição temporal das interações bióticas na comunidade arbóreo-arbustiva em um fragmento de cerrado

Luciana G. Araújo¹, Marina R. Braun¹, Kamila F.M. Garcia¹, Urbano L. Silva-Junior^{1,2}

¹ Programa de Pós-Graduação em Ecologia – Universidade Estadual de Campinas
² WWF - Brasil

Resumo - A estruturação das comunidades pode estar ligada tanto a fatores bióticos, como competição, quanto a fatores abióticos. Num estudo anterior, os mesmos autores encontraram que comunidades arbóreo-arbustivas de cerrado podem apresentar um largo espectro de variação na intensidade da estruturação e que ela pode estar associada à heterogeneidade de fatores abióticos. O presente trabalho procura avaliar a variação temporal da intensidade da estruturação na comunidade arbóreo-arbustiva de cerrado no fragmento do Valério, e averiguar a sua relação com algumas propriedades do solo e com a variação da composição de espécies na comunidade. As associações negativas persistem nesta comunidade ao longo dos anos, variando de intensidade. As espécies frequentemente associadas a *checkerboards* não estão correlacionadas com as propriedades do solo. A mudança na abundância relativa de *Miconia albicans* parece ter causado mudanças na composição das espécies mais envolvidas em *checkerboards*. Os resultados sugerem pelo menos duas fases distintas na história dessa comunidade associadas à mudança de patamar na abundância relativa de *Miconia albicans*.

Palavras chave: Cerrado, Interações Bióticas, *Checkerboards*, *Miconia albicans*

Introdução

Muitos podem ser os fatores que influenciam na estruturação de uma comunidade, quer seja no sentido de interações associativas, quer seja no de interações negativas como a competição entre espécies. Há uma questão teórica importante sobre competição: existe uma diferença entre o que a competição interespecífica é capaz de produzir e o que ela realmente produz na prática. Descobrir a importância da competição interespecífica na estruturação da comunidade não é uma tarefa simples (Townsend et al 2006).

Espécies competidoras podem excluir-se mutuamente ou coexistir se houver diferenciação ecologicamente significativa de seus nichos realizados. Por outro lado, a competição interespecífica pode não exercer nenhum efeito negativo, se a heterogeneidade do ambiente impedir o processo de competição de seguir seu curso (Townsend et al 2006). Os ambientes geralmente estão representados por fragmentações de habitats favoráveis e desfavoráveis, sendo que uma mancha de habitat pode estar temporariamente disponível, geralmente ocorrendo em tempos e locais não-previsíveis. Os processos de competição interespecífica não ocorrem em isolamento, mas sob a influência e dentro das restrições de um mundo fragmentado, temporário e imprevisível. O ambiente quase nunca é invariável o suficiente para que a exclusão competitiva siga seu curso. Ao contrário, os balanços competitivos estão frequentemente mudando, com uma espécie e depois outra sendo favorecida por flutuações de condições e recursos.

Uma das formas empregadas para analisar a estruturação de comunidades é a observação da co-ocorrência ou exclusão de espécies. A co-ocorrência de espécies pode fornecer indícios do quanto uma espécie se relaciona com outra. Espécies em coexistência, com aparente potencial para competirem, exibem diferenças de comportamento, fisiologia ou morfologia, que asseguram que elas compitam pouco ou nada (Townsend et al 2006). Assim, fatores intrínsecos de cada espécie, como a capacidade de captar os recursos disponíveis do meio, hábito da espécie, tamanho, taxa de crescimento específico, fenologia e requerimentos fisiológicos e fatores extrínsecos, como competição interespecífica, composição da matéria orgânica, manchas de solos com mais ou menos nutrientes e presença de microrganismos simbiotes ou mutualistas, determinam como o espaço será ocupado pelas espécies (Medina 1996).

Este estudo foi realizado num fragmento de cerrado denso do município de Itirapina, estado de São Paulo, com o objetivo de identificar se a comunidade vegetal desse fragmento apresenta um padrão de estruturação por interações bióticas positivas ou negativas, e como as espécies arbóreas e arbustivas mostram isto, através da ocorrência de checkerboards, que são pares de espécies excludentes. Este termo foi dado por Diamond, depois de estudar a distribuição de diferentes espécies de aves em ilhas da Nova

Guiné e constatar que não havia coexistência entre elas em nenhuma das ilhas estudadas (Begon et al 1996).

A hipótese deste estudo é de que a não-ocorrência de determinados pares de espécies nestas comunidades está associada à variação espacial das propriedades do solo.

Os modelos nulos ou neutros são modelos hipotéticos de comunidades reais que retêm certas características de suas contrapartes reais, mas rearranjam ou reconstróem alguns dos componentes da comunidade de modo que excluem as conseqüências da competição interespecífica. Contudo o enfoque dos modelos nulos não poderá nunca tomar o lugar de uma compreensão detalhada da ecologia da espécie.

Material e Métodos

Área de estudo e coleta de dados - A área de estudo foi um fragmento de cerrado, Valério (22°13'S, 47°51'W), do município de Itirapina – São Paulo. Este fragmento ocorre sobre um Neossolo Quartzarênico e apresenta uma vegetação característica de um cerrado *sensu stricto* denso, segundo a classificação de Ribeiro e Walter (1998). A vegetação caracteriza-se por uma vegetação predominantemente arbórea com cobertura de 50% a 70% e altura média de 5 a 8 metros. O clima é do tipo mesotérmico úmido com inverno seco, Cwa, segundo a classificação de Köppen (Veiga 1975 apud Giannotti & Filho 1992).

Os dados foram coletados em um gradil de parcelas contíguas de 5X5m, que perfazem uma área total de 0,16 ha, dividida em 8 linhas e 8 colunas.

Amostramos todas as árvores e arbustos com diâmetro à altura do solo (DAS) igual ou maior do que 3 cm, incluindo indivíduos mortos.

Análise dos dados - Utilizamos dois índices para avaliar a co-ocorrência de espécies. O "V-ratio" ou razão de variância calcula, a partir de uma matriz de presença e ausência de espécies por local, no caso as parcelas, a razão da variância da soma das colunas (ocorrência de espécies numa parcela) pela soma da variância das linhas (ocorrência de uma espécie em todas as parcelas). O V-ratio, na verdade, não depende dos padrões de co-ocorrência das espécies, caso as espécies se apresentem distribuídas independentemente e os locais sejam equiprováveis, o valor esperado da razão será 1,0. Se houver forte covariância negativa entre os pares de espécies, a variância será menor do que 1,0. Caso contrário se houver forte covariância positiva, a variância será maior do que 1,0. Assim, numa comunidade estruturada competitivamente, o valor de V-ratio observado deveria ser menor do que o esperado.

A significância do valor observado é testada contra o valor esperado de V-ratio calculado por um modelo nulo. Este modelo fornece a probabilidade (p) de o valor observado ser devido ao acaso. A comparação dos valores de V-ratio entre os anos foi realizada com os valores normalizados de V-ratio. A normalização foi feita para cada ano, subtraindo-se a média simulada do valor observado e dividindo este valor pelo desvio padrão da simulação. Valores menores que zero indicam interações negativas, valores maiores que zero indicam interações positivas.

Foi criado um índice, MALUK, que calcula a variação da abundância de uma espécie em relação à abundância de outra espécie, considerando pares de espécies que ocorreram em ao menos 10 parcelas, através da somatória da diferença de abundâncias de duas espécies (influência da abundância da espécie 1 na abundância da espécie 2) sobre a soma do número de parcelas nas quais as espécies ocorreram (atenuando a influência da densidade de cada espécie).

$$\Sigma (N_1 - N_2) / (P_1 + P_2)$$

N_1 = Abundância da espécie 1;

N_2 = Abundância da espécie 2;

P_1 = Número de parcelas com a espécie 1 presente;

P_2 = Número de parcelas com a espécie 2 presente.

Valores menores que zero representam espécies que estão influenciando de forma negativa a abundância de uma ou mais espécies. Estas espécies foram designadas de “exclutoras”, mas isto não significa que elas exerçam este papel. Da mesma forma, valores maiores que zero, representam espécies que são influenciadas pelas “exclutoras”. Estas foram chamadas de “excluídas”.

A relação entre propriedades do solo do Valério (capacidade de troca catiônica e matéria orgânica) e a distribuição dos indivíduos de espécies abundantes foi realizada através da comparação de gráficos de superfície. Os dados de capacidade de troca catiônica (CTC) e de matéria orgânica do solo foram coletados em 2003, nas 64 parcelas do fragmento. Os gráficos de superfície foram construídos com as abundâncias de *Amaioua guianensis*, *Miconia albicans*, *Pouteria torta* e *Roupala montana*. Foi realizada a correlação entre matéria orgânica e a abundância das espécies que mostrassem algum tipo de sobreposição.

Resultados

O número de espécies e o número total de indivíduos do componente arbóreo-arbustivo do Valério apresentaram uma queda ao longo dos anos de 1994 a 2006 (Figura1). Em 1994, o número de espécies amostradas foi de 63, caindo para 43 em 2003 e voltando a aumentar para 47 espécies em 2006.

Os valores normalizados de V-Ratio mostraram que o fragmento do Valério apresenta uma estruturação por coexistência de espécies, e podem ser vistos na figura 2 pela direção das barras, todas com valores negativos. Somente nos anos de 1999, 2002 e 2004 os valores de probabilidade do V-ratio foram menores do que 0,05, mas os demais valores também foram aceitos como indicadores de estruturação, porque há uma tendência clara na comunidade do Valério para uma estruturação em direção às interações negativas.

A partir deste resultado surgiram duas perguntas: se há estruturação significativa para coexistência entre espécies, quem são as espécies que se excluem? Há relação entre estas abundâncias e os valores de V-ratio para cada ano?

O índice MALUK auxiliou na indicação dos prováveis conjuntos de espécies excludentes em cada ano, de 1994 a 2006 (Tabela 1). Em cada um destes conjuntos estão as espécies que apresentaram variação de abundância ligada à variação de abundância de outras espécies do mesmo conjunto. Há dois aspectos interessantes nestes resultados: os anos que apresentaram valores de V-ratio mais significativos também apresentaram conjuntos maiores de espécies excludentes. Isto sugere que quanto maior o valor do índice, mais fácil identificar as espécies que potencialmente podem estar envolvidas em processos de competição interespecífica.

Outro aspecto que aparece ao se relacionarem os valores observados de V-ratio e os conjuntos de espécies excludentes em cada ano é a separação do período estudado em dois momentos. Um momento vai de 1994 até 1999, durante o qual *Miconia albicans* aparece com expressão entre as espécies “exclutoras”, parecendo exercer uma influência negativa sobre a abundância das espécies “excluídas”. No segundo momento, *Miconia albicans* desaparece do conjunto de “exclutoras” e surge como “excluída” em 2003. Ao analisar a abundância relativa de *M. albicans* (figura 4), é possível visualizar que há uma queda brusca de abundância que coincide com o deslocamento desta espécie do conjunto de espécies “exclutoras” (tabela1). O valor de MALUK cai para valores negativos quando ela passa para o conjunto de espécies “excluídas” (figura 3). *Ocotea pulchella*, *Xylopia aromatica*, *Amaioua guianensis* e *Pouteria torta* apresentaram um aumento discreto no número de indivíduos depois da queda na abundância de *M. albicans* (figuras 4 e 5).

Myrcia lingua e *Roupala montana* apareceram com frequência no conjunto de espécies “exclutoras”, sugerindo também, de forma hipotética, que elas exercem um papel de competidoras fortes na comunidade (figura 2 e tabela1).

Há uma sobreposição das áreas de maiores valores de capacidade de troca catiônica (CTC) e matéria orgânica do solo (figura 6) . Ao sobrepor estas áreas com as áreas de ocorrência de *Amaioua guianensis*, *Miconia albicans*, *Pouteria torta* e *Roupala montana* (figura 7), é possível verificar uma sobreposição das áreas mais densas de *Pouteria torta* com as áreas de maior valor de CTC e matéria orgânica. Não houve correlação entre a ocorrência de *P. torta* e matéria orgânica (figura 8) sugerindo que a distribuição desta espécie não está condicionada à quantidade de matéria orgânica do solo.

Discussão

O aspecto mais expressivo dos resultados foi a verificação de que a comunidade do Valério apresenta uma estruturação baseada em interações bióticas de caráter negativo de forma sistemática ao longo dos anos. As variações de abundância de *Miconia albicans*, *Ocotea pulchella*, *Xylopia aromatica*, *Amaioua guianensis* e *Pouteria torta* no período de 1994 a 2006 (figuras 4 e 5) despertam o interesse de investigar como a variação na abundância de uma espécie pode influenciar a abundância de uma ou mais outras espécies. Os conjuntos de espécies gerados pelo índice MALUK sugere que estas espécies sofrem uma influência difusa da variação das abundâncias das espécies do conjunto. Tais conjuntos de espécies podem coexistir numa determinada escala, mas apresentam distribuições diferentes quando consideradas numa escala de resolução mais fina. É provável que o arranjo espacial possa ser um importante determinante de coexistência de espécies, especialmente em comunidades vegetais (Townsend 2006).

Não houve relação consistente entre a ocorrência das espécies e as características do solo (CTC e matéria orgânica), apontando mais uma evidência de que a comunidade se estrutura nas interações bióticas. Portanto, rejeitamos a hipótese inicial de que a não-ocorrência de determinados pares de espécies nestas comunidades está associada à variação espacial das propriedades do solo. Mas se é desejado descobrir o que realmente está acontecendo numa comunidade natural, é preciso realizar manipulações experimentais em campo com estes conjuntos de espécies (Townsend 2006).

Particularmente, a diminuição da queda da abundância de *Miconia albicans* juntamente com o seu papel como “exclutora” e posteriormente “excluída” chamou a atenção. Vale ressaltar que esta espécie desaparece do conjunto de espécies “exclutoras” em 1995, justamente 6 meses após uma forte geada que causou perturbações consideráveis na comunidade (com pess Fernando Martins e Flávio Santos). Brando &

Durigan (2004) estudaram as mudanças no cerrado após uma geada e verificaram que o componente arbóreo se recuperou em 11 meses. Este dado sugere que a população de *Miconia albicans* poderia ter se recuperado da redução em sua população, mas isto não aconteceu, reuquerendo outras hipóteses.

A diminuição na abundância de *Miconia albicans* está associada a uma mudança de patamar relativamente brusca, não sendo uma transição gradual suave. Embora no ano anterior à geada de 2000, a abundância de *Miconia albicans* começasse a apresentar uma ligeira queda, a geada parece estar associada à aceleração deste processo. Pode ser que esta espécie seja um remanescente de um outro estágio sucessional de um cerrado mais aberto. Com o adensamento da vegetação, *M. albicans* poderia ter outra dinâmica de regeneração (com pess Fernando Martins). Esta hipótese abre caminhos para investigações numa escala de análise populacional, no intuito de entender quais os fatores que podem estar agindo para a mudança na estrutura populacional de *M. albicans*.

Conclusões

Existe predomínio de associações negativas na comunidade arbóreo-arbustiva de cerrado no fragmento do Valério, porém sua intensidade varia ao longo dos anos.

Os pares excludentes de espécies não estão associados às principais propriedades dos solos.

Anos de maior intensidade das interações estão associados a um provável maior número de *checkerboards* específicos, o que se reflete em um maior número de espécies entre as “exclutoras” e “excluídas” e equilíbrio entre estas duas categorias.

A mudança no patamar de abundância relativa de *Miconia albicans* ao longo dos anos sugere pelo menos duas fases distintas na história da dinâmica desta comunidade.

Referências Bibliograficas

- BEGON, M., HARPER, J.L. & TOWNSEND, C.R. 1996. Ecology. Third Edition. Blackwell Science.
- BRANDO, P.M. & DURIGAN, G. 2004. Changes in vegetation after disturbance by frost (São Paulo State, Brazil). Plant Ecology. 175: 205-215.
- GIANNOTTI, E. & FILHO, H. F. L. 1992. Composição florística do cerrado da Estação Experimental de Itirapina (SP). Anais 8º Congresso da SBSP: 21-25.
- MEDINA, E. 1996. Biodiversity and Nutrient Relations in Savanna Ecosystems: Interactions Between Primary Producers, Soil Microorganisms, and Soils. In: SOLBRIG, O. T., MEDINA, E. & SILVA, J. F.

(eds.). *Biodiversity and Savanna Ecosystem Processes: a Global Perspective*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York.

RIBEIRO, L.F. & WALTER, B.M.T. 1998. Fitofisionomia do bioma Cerrado. In *Cerrado: ambiente e flora* (Sano S.M. & Almeida S.P., eds.). EMBRAPA-CPAC, Planaltina. p. 89-152.

TOWNSEND, C. R., BEGON, M. & HARPER, J. L. 2006. *Fundamentos em ecologia*. Ed. Artmed, Porto Alegre, RS.

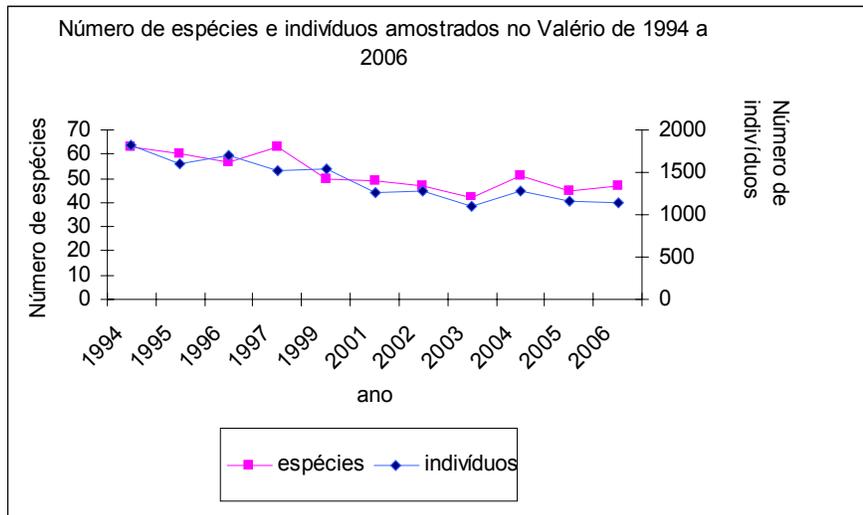


Figura 1. Número de espécies e o número de indivíduos coletados na área do Valério durante os anos de 1994 a 2006, com exceção de 1998 e 2001.

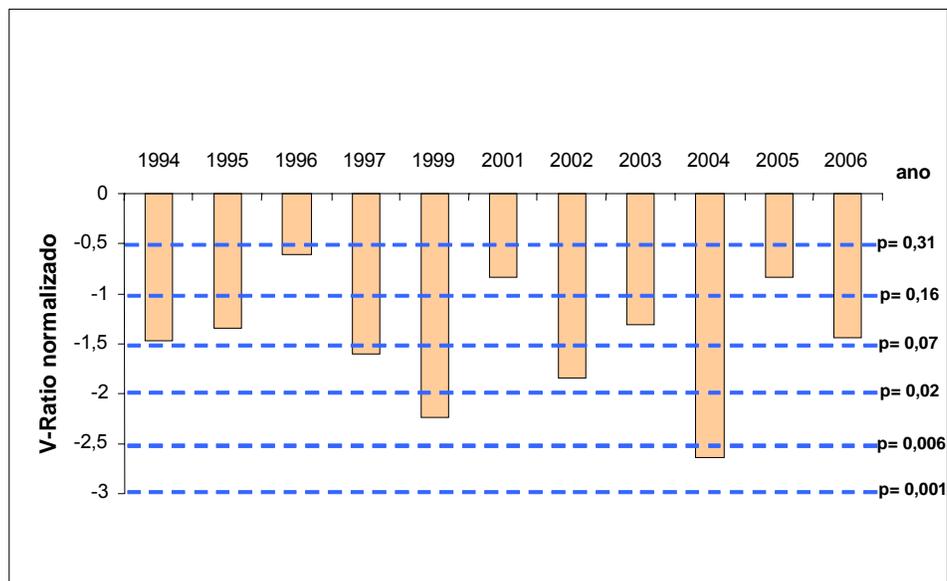


Figura 2. Valores normalizados de V-Ratio nos anos de 1994 à 2006, com exceção de 1998 e 2001.

Tabela 1. Espécies “exclutoras” e “excluídas” geradas pelo índice MALUK nos anos de 1994 a 2006, com exceção de 1998 e 2001.

	"Exclutoras"	"Excluídas"
1994	<i>Miconia albicans</i> (2,24) <i>Myrcia lingua</i> (1,50) <i>Roupala montana</i> (0,65) <i>Qualea grandiflora</i> (0,60)	
1995	<i>Vochysia tucanorum</i> (1,48) <i>Myrcia lingua</i> (0,84)	<i>Amaioua guianensis</i> (-0,89) <i>Ouratea spectabilis</i> (-0,93) <i>Anadenanthera falcata</i> (-0,97) <i>Aspidosperma tomentosum</i> (-1,06) <i>Pouteria torta</i> (-1,07) <i>Byrsonima coccolobifolia</i> (-1,39) <i>Miconia rubiginosa</i> (-1,41) <i>Guapira noxia</i> (-1,42)
1996	<i>Miconia albicans</i> (1,51) <i>Vochysia tucanorum</i> (1,48) <i>Myrcia lingua</i> (1,12) <i>Roupala montana</i> (0,60)	
1997	<i>Miconia albicans</i> (1,28) <i>Myrcia lingua</i> (0,89) <i>Roupala montana</i> (0,58)	<i>Acosmium subelegans</i> (-0,52) <i>Amaioua guianensis</i> (-0,78) <i>Guapira noxia</i> (-1,0) <i>Anadenanthera falcata</i> (-1,04) <i>Bowdichia virgilioides</i> (-1,06)
1999	<i>Vochysia tucanorum</i> (1,69) <i>Myrcia lingua</i> (1,18) <i>Miconia albicans</i> (0,98) <i>Roupala montana</i> (0,71)	<i>Syagrus petrea</i> (-0,74) <i>Anadenanthera falcata</i> (-0,80) <i>Aspidosperma tomentosum</i> (-0,91) <i>Guapira noxia</i> (-0,94) <i>Bowdichia virgilioides</i> (-0,96)
2001	<i>Vernonia difusa</i> (1,27) <i>Myrcia tomentosa</i> (0,82) <i>Roupala montana</i> (0,5)	<i>Pera glabrata</i> (-0,55) <i>Acosmium subelegans</i> (0,63) <i>Annona coriacea</i> (-1,01)
2002	<i>Vochysia tucanorum</i> (1,29) <i>Roupala montana</i> (1,04) <i>Myrcia lingua</i> (0,81)	<i>Acosmium subelegans</i> (-0,77) <i>Guapira noxia</i> (-0,80) <i>Ouratea spectabilis</i> (-0,82) <i>Anadenanthera falcata</i> (-0,98)
2003	<i>Vochysia tucanorum</i> (1,17) <i>Ouratea spectabilis</i> (0,82) <i>Myrcia lingua</i> (0,65)	<i>Miconia albicans</i> (-0,66) <i>Acosmium subelegans</i> (-0,75) <i>Anadenanthera falcata</i> (0,88)
2004	<i>Vochysia tucanorum</i> (1,28) <i>Myrcia lingua</i> (1,10) <i>Roupala montana</i> (0,92) <i>Xylopia aromatica</i> (0,66) <i>Qualea grandiflora</i> (0,54)	<i>Acosmium subelegans</i> (-0,54) <i>Guapira noxia</i> (-0,66) <i>Bauhinia rufa</i> (-0,75) <i>Anadenanthera falcata</i> (-0,82)
2005	<i>Vochysia tucanorum</i> (0,94) <i>Myrcia lingua</i> (0,53) <i>Roupala montana</i> (0,52)	<i>Ouratea spectabilis</i> (-0,81) <i>Acosmium subelegans</i> (-0,87)
2006	<i>Myrcia lingua</i> (0,82) <i>Roupala montana</i> (0,64)	<i>Miconia albicans</i> (-0,73) <i>Ouratea spectabilis</i> (-0,95)

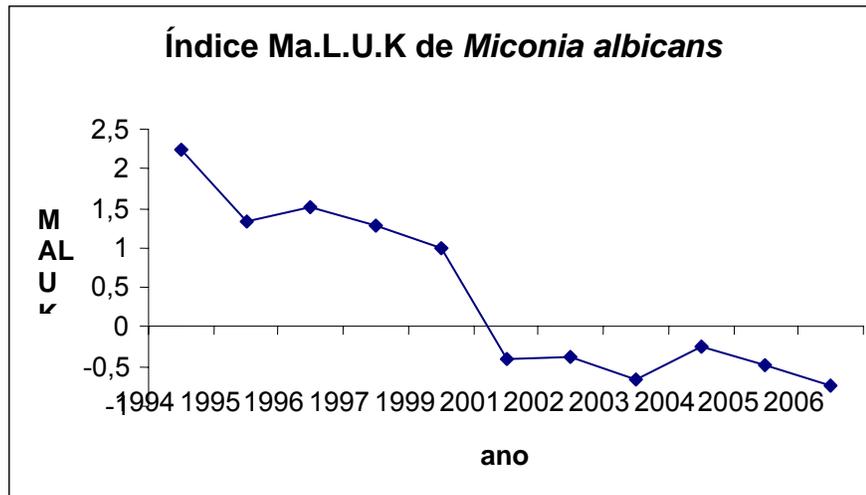


Figura 3. Variação do índice MALUK para *Miconia albicans* no período de 1994 a 2006, com exceção de 1998 e 2001.

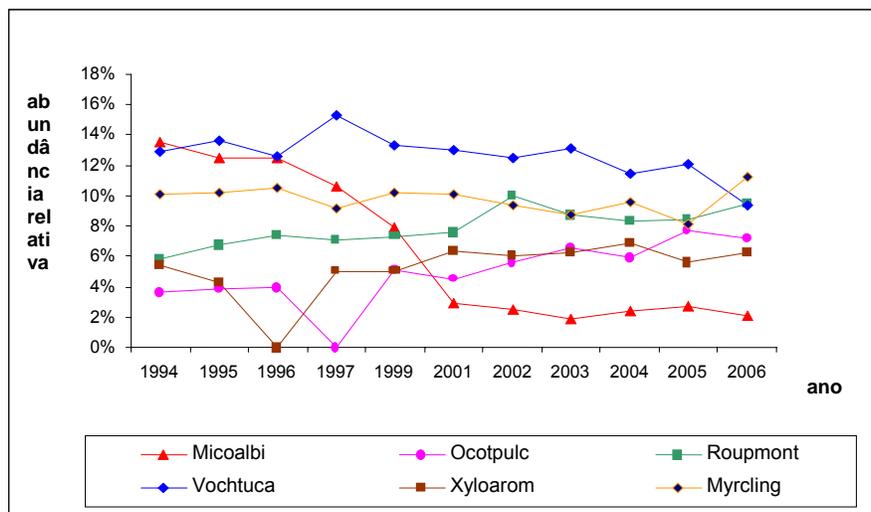


Figura 4. Abundância relativa de *Miconia albicans*, *Ocotea pulchela*, *Roupala montana*, *Vochysia tucanorum*, *Xylopia aromatica* e *Myrcia língua*, de 1994 a 2006, com exceção de 1998 e 2001.

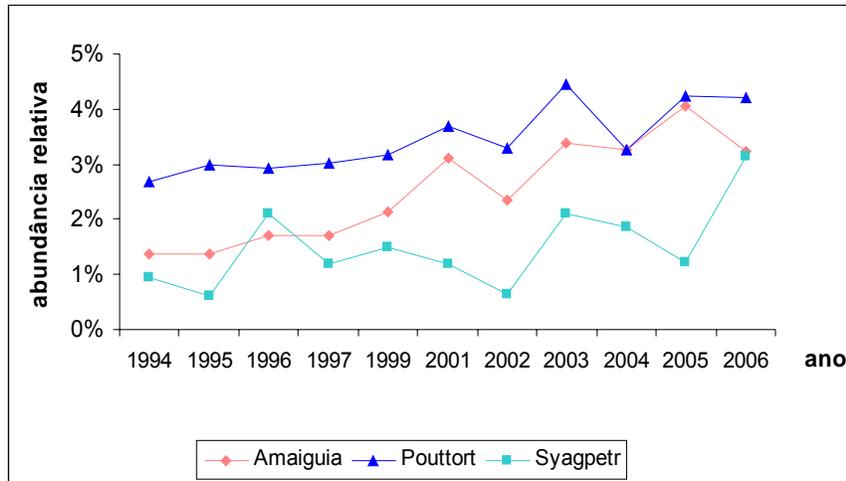


Figura 5. Abundância relativa de *Amaioua guianensis*, *Pouteria torta* e *Syagrus pétrea*, de 1994 a 2006, com exceção de 1998 e 2001.

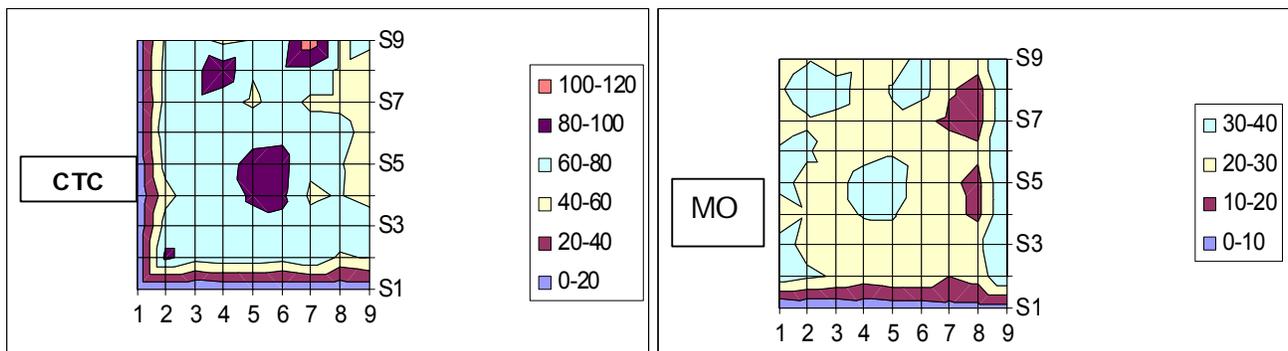


Figura 6. Capacidade de troca catiônica (CTC) em classes de mmolcdm^3 e Matéria Orgânica do solo do Valério.

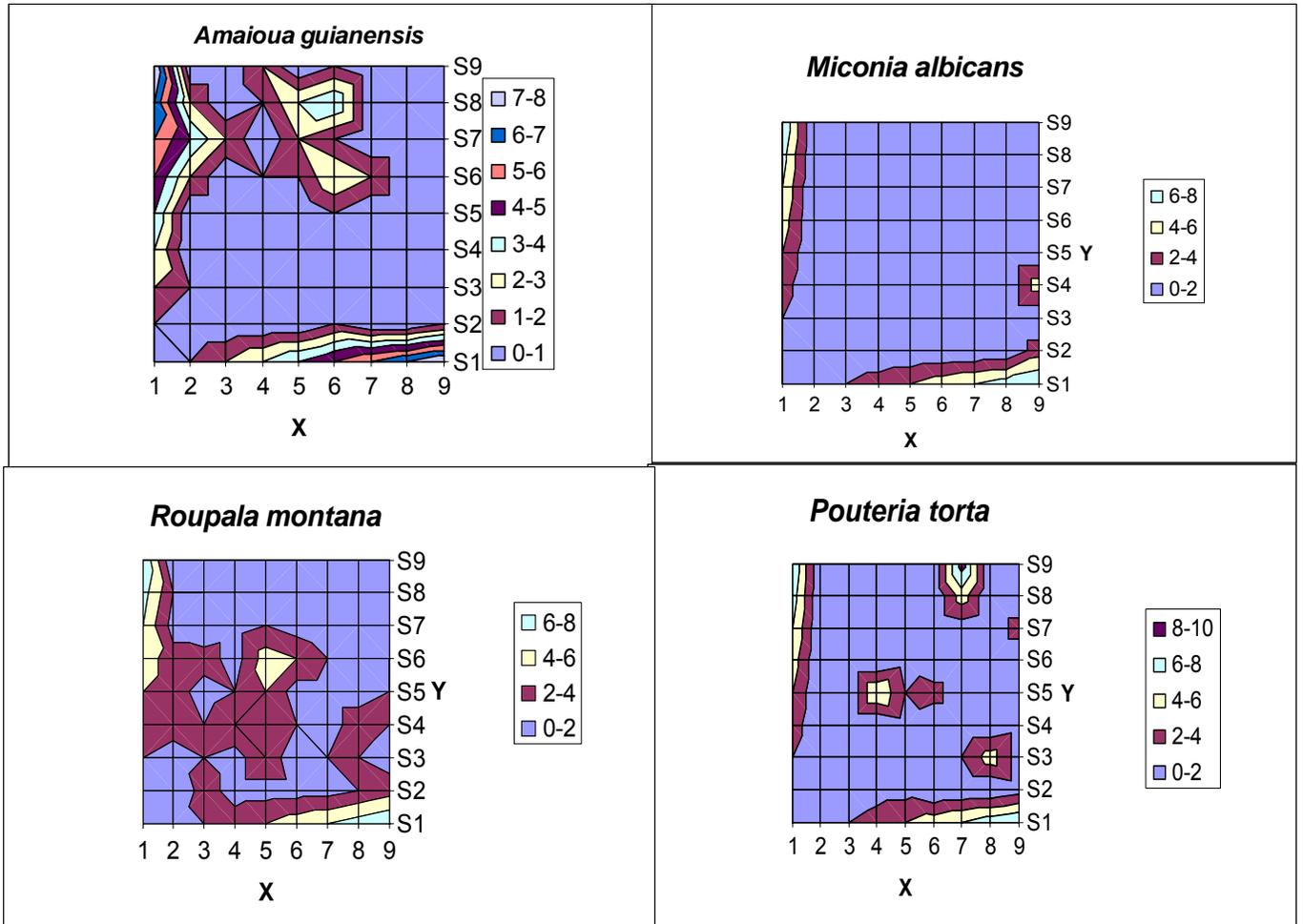


Figura 7. Distribuição dos indivíduos das espécies *Amaioua guianensis*, *Miconia albicans*, *Roupala montana* e *Pouteria torta* pelas parcelas no ano de 2003. A legenda indica classes de número de indivíduos.