

Universidade Federal de São Carlos
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais

**FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLOGIA DAS ESPÉCIES LENHOSAS NO
CERRADO DA FAZENDA CANCHIM (SÃO CARLOS, SP)**

Diego Tartaglia

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Recursos Naturais.

São Carlos – SP

2004

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

T193ff

Tartaglia, Diego.

Florística e fitossociologia das espécies lenhosas no cerrado da fazenda Canchim (São Carlos, SP) / Diego Tartaglia. -- São Carlos : UFSCar, 2004.

43 p.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2004.

1. Ecologia vegetal. 2. Florística. 3. Comunidades vegetais. 4. Cerrado. 5. Fenologia. 6. Variação sazonal. 7. Diversidade biológica. I. Título.

CDD: 581.5 (20^a)

AGRADECIMENTOS

À professora Maria Inês Salgueiro Lima, minha orientadora;

Ao professor Marco Antônio Batalha, co-orientador:

Ao Casale, e ao pessoal do Departamento de Botânica da UFSCar;

Ao Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais;

Ao Senhor Trimidi e à EMBRAPA - Pecuária Sudeste;

Ao meu pai, minha mãe e minhas irmãs, e toda a família;

À Sabrina;

Ao pessoal lá de casa;

À todos os amigos, aos que ficaram e aos que se foram;

Aos meus professores;

À Mia, Uma, e todos os outros;

Sou eternamente grato a todos.

SUMÁRIO

	Página
I. Florística e Fitossociologia das Espécies Lenhosas no Cerrado da Fazenda Canchim (São Carlos, SP)	1
Resumo	2
Introdução geral	3
II. Capítulo 1. Florística e Diversidade β das Espécies Lenhosas em Duas Áreas de Cerrado na Fazenda Canchim (São Carlos, SP)	6
Resumo	7
Abstract	7
Introdução	8
Materiais e Métodos	10
Resultados e Discussão	12
Bibliografia	15
Figuras e Tabelas	17
III. Capítulo 2 Regeneração, Sazonalidade e Fenologia das Espécies Lenhosas no Cerrado da Fazenda Canchim (São Carlos, SP)	25
Resumo	26
Abstract	26
Introdução	27
Materiais e Métodos	29
Resultados e Discussão	31
Bibliografia	35
Figuras e Tabelas	37
IV. Considerações finais	42
Bibliografia referente à introdução geral e considerações finais	43

**I. FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLOGIA DAS ESPÉCIES LENHOSAS NO CERRADO DA
FAZENDA CANCHIM (SÃO CARLOS, SP)**

FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLOGIA DAS ESPÉCIES LENHOSAS NO CERRADO DA FAZENDA CANCHIM (SÃO CARLOS, SP)

Diego Tartaglia
Maria Inês Salgueiro Lima
Marco Antonio Batalha

RESUMO – Florística e Fitossociologia das Espécies Lenhosas em Campo Cerrado da Fazenda Canchim (São Carlos, SP). A situação das poucas áreas de cerrado remanescentes no Estado de São Paulo é preocupante, e são necessários estudos para que se estabeleçam estratégias de conservação mais efetivas. Estudamos vários aspectos das espécies lenhosas em duas áreas de campo cerrado a fim de avaliar as condições da vegetação local. Estabelecemos cinco parcelas fixas de 10 x 10 m em cada área, e amostramos os indivíduos das espécies lenhosas no estrato superior e inferior, e durante a estação seca e a chuvosa. Estudamos a florística, a estrutura, a diversidade β , a regeneração, os efeitos da sazonalidade e a fenologia. Não observamos diferenças significativas entre as duas áreas quanto aos aspectos estruturais, e a diversidade β foi baixa. Entre os estratos, o superior foi o que apresentou maior diversidade e equabilidade e permaneceu mais estável durante o ano. A agregação foi independente do estrato, área ou estação, e a maior parte das espécies mostrou um padrão agregado. Ambos os estratos e áreas foram mais bem descritos pelo modelo da série logarítmica, que é característico por apresentar numerosas espécies com baixa densidade. Isso tem implicação nas estratégias de conservação, pois essas espécies necessitam de áreas grandes para manterem populações viáveis. Os padrões de floração foram distintos entre os estratos, o que sugere uma separação de nicho. Nenhuma das espécies revelou ter problemas de regeneração, e a área estudada parece fornecer condições favoráveis para a reposição de indivíduos adultos por indivíduos jovens nas espécies lenhosas.

Palavras-chave - cerrado, florística, fitossociologia, espécies lenhosas, Fazenda Canchim.

ABSTRACT – Floristics and phytosociology of Woody Species in a Campo Cerrado vegetation at Canchim farm (southeastern Brazil). The situation of the remaining *cerrado* areas in Brazil is worrisome, and more studies are necessary to establish effective conservation strategies. We studied several aspects of the Woody species in two *campo cerrado* areas in order to assess the conditions of the vegetation. We placed five permanent 10 x 10 m plots in each area, in which we sampled the woody species in both the upper and lower *strata* and in the dry and wet seasons. We analyzed floristics, structure, β diversity, regeneration, seasonality and phenology. We did not find significant differences between the two areas in any of the descriptors, and therefore concluded that the β diversity was low. The upper *stratum* had a higher diversity and evenness than

the lower, and was also more stable than the lower in relation to height structure throughout the year. We found no correlation between aggregation patterns and *strata*, area or season, and most species showed an aggregated pattern of distribution. The logarithmic series model was the better fit for both areas and layers, which predict a large proportion of low-density species. This has implications to the conservation strategies, because these species require large areas to maintain local populations without the risk of extinction. The flowering patterns were different between the *strata*, and a niche separation could be occurring. None of the species had regeneration problems. We considered that the area assure the reposition of the adult individuals of woody species.

Key Words - cerrado, floristics, phytosociology, woody species, southeastern Brazil.

INTRODUÇÃO GERAL

O cerrado estendia-se originalmente por aproximadamente 25% do território nacional, ocupando grande parte do Planalto Central Brasileiro, e também outros estados, como São Paulo (Ratter *et al.* 1997).

A designação “cerrado” é empregada no Brasil para se referir à uma formação universalmente denominada “savana”, termo que tem caráter fisionômico e não florístico. As savanas ocorrem em várias modalidades, mas se caracterizam por sua estrutura, composta sempre de dois estratos peculiares: o primeiro arborescente-arbustivo, de pequenas árvores tortuosas, espaçadas e dotadas de cascas espessas e comumente corticosas, macias; e outro subarbustivo e herbáceo, formado de gramíneas, subarbustos e ervas anuais (Ratter & Ribeiro, 1996).

Esses estratos se apresentam de maneiras distintas em várias formas fisionômicas conhecidas por Cerrado (*sensu lato*). O conceito mata-ecótono-campo (Coutinho 1978) relaciona essas diversas formas: as formações apresentam dois extremos, o campo oreádico (campo limpo) e a mata oreádica (cerradão), entre as quais ocorre um ecótono, ou seja, uma série de formações intermediárias denominadas, da mais aberta à mais fechada, “campo sujo”, “campo cerrado” e “cerrado *sensu stricto*”.

Nessas formações ocorrem dois componentes distintos: um arbóreo e arbustivo, que predomina nos cerradões, e outro herbáceo e subarbustivo, que predomina nos campos limpos. Nas formações ecotonais observa-se um gradiente, e uma maior riqueza devido à presença de espécies de ambos os extremos (Batalha & Mantovani 2001).

Coutinho (1978) mostra a distribuição desses dois componentes ao longo do gradiente afirmando serem as espécies de ambos heliófilas, portanto mutuamente exclusivas. Assim se estabelece uma ordem de importância crescente do componente arbustivo-arbóreo do campo limpo ao cerrado e vice-versa.

Com relação à riqueza de espécies do cerrado, a lista de espécies publicada por Rizzini (1963) e completada por Heringer *et al.* (1977), mostra entre árvores e arbustos 774 espécies lenhosas pertencentes a 261 gêneros, das quais 336 (43%) são consideradas espécies endêmicas. Castro *et al.* (1999) em um trabalho que envolveu a análise de diversos levantamentos feitos em várias ocorrências de cerrado no Brasil, verificou que a maioria dos trabalhos aponta o cerrado como tendo uma baixa riqueza. No entanto, após compilar várias listagens florísticas o autor chegou a um número mínimo de 1000 e um máximo de 1709 espécies arbóreas e arbustivas. O autor conclui então que, ao contrário do assumido em muitos trabalhos, o cerrado apresenta uma alta riqueza florística.

O levantamento das formações de cerrado em São Paulo contabilizou 237.917,96 ha de área remanescente no ano de 1992 (Kronka 1998). Em São Paulo, apenas 6% dessa área está incluída em unidades de conservação (Martins 1999). Esse tipo de vegetação vem sofrendo constantes desmatamentos para a implantação de atividades agropecuárias, na região de São Carlos, houve uma redução de até 93% das áreas de cerrado *sensu lato* entre os anos de 1962 e 1992, sendo essa perda devida principalmente à cana-de-açúcar, à citricultura, à eucaliptocultura e à pecuária (Kronka *op. cit.*).

Essa situação atual da proteção legal aos remanescentes de cerrado, na forma de unidades de conservação da biodiversidade, exige medidas urgentes no sentido de estudar as áreas de cerrado remanescentes para estabelecer as melhores estratégias de conservação, promover a recuperação de áreas degradadas e aumentar a área de cerrado efetivamente protegida (Ratter *et al.* 1997, Kronka 1998). Com relação às estratégias de conservação, há vários fatores que devem ser levados em conta, como quando se estabelece o tamanho das unidades, ou se há necessidade de manejo.

Um desses fatores é a diversidade entre habitats, ou diversidade β . Quanto maior essa diversidade, maior deve ser a área a ser conservada (em uma unidade grande ou em uma rede de unidades menores) para manter a variabilidade da flora (Ratter *et al.* 1997, Felfili & Felfili 2001).

Um segundo fator é o padrão de distribuição das abundâncias das espécies, que resulta do fato de os indivíduos geralmente não se distribuírem de maneira igualitária entre as espécies. A observação desses padrões levou os pesquisadores a desenvolver os chamados modelos de abundância de espécies, que podem descrever a comunidade de maneira mais precisa que apenas um índice de diversidade (Magurran 1988).

Um terceiro ainda é a condição da vegetação de uma área (Chesson & Case 1986, *apud* Marston & Anderson 1991), que é satisfatória se sua produtividade e diversidade são capazes de se manter. Em um ambiente com perturbações naturais, isso inclui o conceito de regeneração, que nesse caso não implica num

equilíbrio estático ou o retorno para um, mas em que a vegetação se recupere de eventos extremos (como o fogo), que podem levar as espécies a baixas densidades.

A sazonalidade marcante é outro dos aspectos do cerrado que influencia a dinâmica de sua vegetação. As espécies possuem um padrão fenológico relacionado a esse regime sazonal: normalmente as herbáceas florescem no final da estação chuvosa, enquanto as arbóreas florescem no início dessa estação ou mesmo na estação seca (Batalha & Mantovani 2000). Esse padrão inverno seco e verão úmido das savanas tropicais pode constituir um eixo para separação de nicho que explicaria a coexistência das espécies arbóreas e herbáceas, devido às profundidades distintas das raízes e aos padrões fenológicos (Scholes & Archer 1997, *apud* Batalha & Mantovani 2000). Acreditamos que essa separação possa estar ocorrendo dentro da comunidade das espécies arbóreas, sendo que o estrato inferior se comportaria de maneira semelhante às espécies herbáceas, e o superior como as arbóreas.

Temos como objetivo nesse trabalho avaliar as condições de uma área de campo cerrado na Fazenda Canchim, nos termos anteriormente citados, para que estratégias de conservação nessa e em outras áreas possam ser desenvolvidas e implementadas com base em estudos sobre a florística e a fitossociologia desses ambientes.

II. CAPÍTULO 1

FLORÍSTICA E DIVERSIDADE β DAS ESPÉCIES LENHOSAS EM DUAS ÁREAS DE CERRADO NA FAZENDA CANCHIM (SÃO CARLOS, SP)

**FLORÍSTICA E DIVERSIDADE β DAS ESPÉCIES LENHOSAS EM DUAS ÁREAS DE CERRADO NA
FAZENDA CANCHIM (SÃO CARLOS, SP)¹**

Diego Tartaglia²
Maria Inês Salgueiro Lima³
Marco Antonio Batalha³

RESUMO – Florística e diversidade β das espécies lenhosas em duas áreas de cerrado na fazenda Canchim (São Carlos, SP). A situação das poucas áreas de cerrado remanescentes no estado de São Paulo é preocupante, e estudos são necessários para que se estabeleçam estratégias de conservação mais efetivas. Neste trabalho, estudamos a florística, a estrutura e a diversidade β de espécies lenhosas nos estratos superior e inferior em duas áreas vizinhas de cerrado, separadas por uma faixa de mata galeria. Para isso, estabelecemos cinco parcelas fixas de 10 x 10 m em cada área e comparamos a composição florística pelo índice de similaridade de Sørensen. Calculamos, para cada espécie, a densidade, o valor de importância e o padrão de agregação pelo índice de Payandeh. Para cada parcela, calculamos a riqueza, densidade, área basal das espécies, volume cilíndrico, a diversidade e a equabilidade. Ajustamos a distribuição de abundância das espécies aos modelos da distribuição normal logarítmica e da série logarítmica. Não observamos diferenças significativas entre as duas áreas quanto aos aspectos estruturais, e a diversidade β foi baixa. Entre os estratos, o superior foi o que apresentou maior diversidade e equabilidade. A agregação foi independente do estrato e da área, e a maior parte das espécies mostrou um padrão agregado. Ambos os estratos e áreas foram mais bem descritos pelo modelo da série logarítmica, que é característico por apresentar numerosas espécies com baixa densidade. Isso tem uma implicação nas estratégias de conservação, pois essas espécies necessitam de áreas grandes para manterem populações viáveis.

Palavras-chave - cerrado, florística, diversidade β , distribuição de abundância, Fazenda Canchim.

ABSTRACT – Floristic and β diversity of woody species in two *cerrado* areas at Canchim Farm (southeastern Brazil). The situation of the remaining *cerrado* areas in Brazil is worrisome, and more studies are necessary to establish effective conservation strategies. We carried out a floristic and phytosociologic survey, and evaluated the β diversity of the woody vegetation in both the upper and lower *strata* in two

1. Parte da dissertação do primeiro autor. Apoio Capes.

2. Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos –S.P. – Brasil (diegotart@polvo.ufscar.br).

3. Departamento de Botânica – Universidade Federal de São Carlos. Via Washington Luís, Km 235. C.E.P. 13565-905. Caixa Postal 676. São Carlos –S.P.- Brasil (ines@power.ufscar.br; marcobat@uol.com.br).

neighboring *cerrado* areas, separated by a strip of riparian forest. We placed five permanent 10 x 10 m plots in each area and compared the floristic similarity with the Sørensen Index. For each species, we calculated densities, importance value and aggregation pattern according to Payandeh's Index. For each plot we calculated richness, density, basal area, cylindrical volume, diversity and evenness. We fitted abundance data to the log-series and the log-normal models. We did not find significant differences between the two areas for any of the descriptors, and therefore concluded that the β diversity was low. The upper *stratum* had a higher diversity and evenness than the lower *stratum*. Most species showed an aggregated pattern in both areas, and we found no correlation between aggregation patterns and *strata*. The log-series model was the best fit for both areas and *strata*, due to the large proportion of low-density species. Which has implications to the conservation strategies, because these species require large areas to maintain local viable populations.

Key Words - cerrado, floristics, β diversity, abundance distribution, southeastern Brazil.

Introdução

O cerrado estendia-se originalmente por aproximadamente 25% do território nacional, ocupando grande parte do Planalto Central Brasileiro, e também outros estados, como São Paulo (Ratter *et al.* 1997). O levantamento das formações de cerrado em São Paulo contabilizou 237.917,96 ha de área remanescente no ano de 1992 (Kronka 1998). Em São Paulo, apenas 6% das áreas remanescentes de cerrado estão incluídas em unidades de conservação (Martins 1999). Esse tipo de vegetação vem sofrendo constantes desmatamentos para a implantação de atividades agropecuárias. Particularmente na região de São Carlos, houve uma redução de até 93% das áreas de cerrado *sensu lato* entre os anos de 1962 e 1992, sendo essa perda devida principalmente à cana-de-açúcar, à citricultura, à eucaliptocultura e à pecuária (Kronka, 1998).

A situação atual da proteção legal aos remanescentes de cerrado, na forma de unidades de conservação da biodiversidade, exige medidas urgentes no sentido de estudar as áreas de cerrado remanescentes para estabelecer as melhores estratégias de conservação, promover a recuperação de áreas degradadas e aumentar a área de cerrado efetivamente protegida (Ratter *et al.* 1997, Kronka 1998). Com relação às estratégias de conservação, há vários fatores que devem ser levados em conta, por exemplo quando se estabelece o tamanho das unidades.

Um desses fatores é a diversidade β , ou diversidade entre habitats, que se relaciona à substituição das espécies entre áreas próximas. Quanto maior é a diversidade β , maior deve ser a área a ser conservada (em uma unidade grande ou em uma rede de unidades menores) para manter a variabilidade da flora (Ratter *et al.* 1997, Felfili & Felfili 2001).

Outro fator é o padrão de distribuição das abundâncias das espécies. Os indivíduos geralmente não se distribuem de maneira igualitária entre as espécies, e a observação desses padrões levou os pesquisadores a desenvolver os chamados modelos de abundância de espécies (Magurran 1988), que permitem analisar a diversidade das espécies, comparar áreas e conseqüentemente avaliar a diversidade β . Os modelos também podem ser utilizados para a estimativa do número de espécies com baixa densidade, não amostradas, e que por serem pouco freqüentes exigem uma área conservada maior para manutenção de populações viáveis (Magurran 1988). Os modelos prevêm padrões de distribuição que se relacionam com a maneira pela qual as espécies ocupam uma área e utilizam os recursos disponíveis, o que por sua vez está relacionado aos fatores determinantes da biologia da comunidade (Magurran 1988).

Quanto a esses fatores, para as comunidades vegetais do cerrado, Eiten (1972), Goodland & Pollard (1973) e Goodland (1979) sugeriram que a fertilidade do solo é um fator importante que determina o estabelecimento dos indivíduos e, conseqüentemente, a fisionomia de cerrado de uma área. No entanto Gibbs *et al.* (1983) e Oliveira Filho *et al.* (1989, *apud* Nascimento & Saddi 1992) também atribuíram importância a outros fatores como as queimadas, exposição à geada, diferenças na drenagem, perturbações antrópicas e o regime das águas no solo. Além disso, Goodland (1971) enfatizou a importância do alumínio como fator atuante na comunidade do cerrado.

Levando-se em conta esses estudos temos, variando de autor para autor, um ou vários fatores determinantes na biologia do cerrado, e portanto podemos esperar que o padrão de distribuição de abundância de espécies se aproxime do previsto pelo modelo da série-logarítmica (Fisher *et al.* 1943 *apud* Magurran 1988) ou da normal-logarítmica (Preston 1948 *apud* Magurran 1988). O padrão da série logarítmica é esperado numa situação na qual as espécies chegam a um ambiente insaturado, em intervalos aleatórios de tempo, ocupando frações do nicho remanescente. O pequeno número de espécies abundantes e as numerosas espécies com baixa densidade são característicos dessa distribuição e ocorrem em situações em que um ou poucos fatores determinantes dominam a ecologia da comunidade. O padrão da distribuição normal-logarítmica, com a maioria das espécies apresentando abundância intermediária, poucas muito abundantes e poucas raras (distribuição em forma de “sino”), é esperado quando muitos fatores independentes influenciam na distribuição de abundâncias (Magurran 1988).

Ainda com relação à conservação, para que em uma área determinada espécie seja capaz de se manter, indivíduos jovens e adultos devem ser capazes de encontrar um local propício para se desenvolverem. Porém, as condições ótimas de desenvolvimento dentro de uma mesma espécie podem variar ao longo do tempo, sendo diferentes entre indivíduos jovens e adultos, como é freqüentemente observado nos estudos de sucessão (Whitmore 1982). Esperamos que essas variações possam se refletir em diferenças entre os dois estratos, na distribuição de abundâncias e no padrão de agregação dos indivíduos, que podem surgir

como resposta às diferenças entre *hábitat*, às variações estacionais e diárias das condições climáticas, por consequência de processos reprodutivos e como forma de evitar a predação (Odum 1983, Krebs & Davies 1996). A agregação pode ser um modo das plantas suportarem melhor as condições adversas como ação do vento, ou de reduzirem a perda de água, porém a competição por luz ou nutrientes traz desvantagens, de forma que há um comprometimento entre custos e benefícios cujo ponto ótimo depende da espécie e das condições do meio (Odum 1983). Portanto, esperamos que padrões de agregação sejam diferentes entre áreas, e entre estratos, se estes apresentarem condições distintas.

Como enfatizado anteriormente, é urgente a necessidade de implantação de medidas para a conservação do cerrado e o estudo de áreas remanescentes. Por isso, temos como objetivo deste trabalho estudar a diversidade β das espécies lenhosas nos estratos superior e inferior de um fragmento de cerrado. Para isso, comparamos duas áreas próximas de campo cerrado e procuramos responder às seguintes questões: Existem diferenças florísticas e estruturais entre as duas áreas? Elas se ajustam aos modelos da série-logarítmica e normal-logarítmica de distribuição de abundâncias? Os padrões de distribuição horizontal são agregados? Há diferenças quanto a esses padrões entre as áreas? Como os fatores ambientais podem afetar diferencialmente os indivíduos de uma mesma espécie de acordo com sua fase da vida, esperamos que haja diferenças entre os estratos no número de indivíduos, distribuição de abundâncias e padrões de agregação. No ambiente estudado, essas diferenças existem?

Materiais e Métodos

As áreas de estudo são duas áreas de campo cerrado com cerca de 15 ha no interior de um remanescente com também cerrado *sensu stricto* e cerradão de aproximadamente 120 ha na Fazenda Canchim, (EMBRAPA) (21°54'54,8" S 47°48'59,6" W), no município de São Carlos, São Paulo (Primavesi *et al.* 1999). As áreas estudadas são cercadas por um cerradão e separadas por aproximadamente 100 m de mata galeria formada junto ao córrego da Lagoa. As duas áreas de campo cerrado, uma de cada lado do córrego, são denominadas aqui como "A" e "B" (Fig. 1).

A área "A" é de mais fácil acesso à população em geral, por se situar ao lado de uma estrada de terra que chega a uma represa freqüentada para atividades recreativas. Há indícios (fezes e pegadas) da presença de gado bovino e equino, e humanos na trilha que leva à área de estudo. A área "B" está mais distante dessa estrada, e o acesso a ela é dificultado por uma mata galeria mais fechada que acompanha o córrego da Lagoa, e não havia trilhas que levassem ao local de estudo.

O clima da região é tropical de altitude, segundo Köppen (1984), é o Cwa, clima temperado quente com inverno seco (Primavesi *et al.* 1999). A temperatura média do mês mais frio foi de 18,16°C e a do mês

mais quente foi 23,59°C. A temperatura mínima absoluta registrada foi de - 0,3°C (em 27/06/94) e a máxima de 35,8°C (em 26/11/91). O total de chuvas do mês mais seco foi de 20,39 mm, e o do mês chuvoso de 250 mm (dados de 1992 a 2002, obtidos do site www.embrapa.br).

Na área da fazenda, existem vários tipos de solos, dentre os quais predominam o Latossolo Vermelho-Amarelo, o Latossolo Vermelho-Escuro, o Latossolo Roxo, a Terra Roxa Estruturada e Areias Quatzosas. Outros tipos de solo ocorrem em menor quantidade (Primavesi *et al.* 1999). As áreas de cerrado estudadas se encontram sobre uma área de Areia Quartzosa Distrófica, com taxa de infiltração relativamente elevada. Em contraposição, a vegetação do tipo cerradão, que ladeia a formação do campo cerrado, cresce em Latossolo Vermelho-Escuro.

Em cada uma das áreas, demarcamos com estacas e arame cinco parcelas de 10 x 10 m, distribuídas sistematicamente, com um espaçamento de cerca de 100 m entre uma e outra, ao longo de duas trilhas. Consideramos esse número suficiente uma vez que na curva de suficiência amostral, observamos a estabilização do número de espécies a partir da sétima parcela.

De setembro de 2002 a março de 2003, durante a estação chuvosa, realizamos excursões periódicas às parcelas para o censo dos indivíduos, anotamos seus dados biométricos (altura, diâmetro na altura do solo) e realizamos a identificação até o nível de espécie. Quando a identificação não foi possível no campo, coletamos material botânico para posterior comparação com material de herbário ou para consulta a um especialista. Coletamos os indivíduos com altura ≥ 1 m, que foram considerados pertencentes ao estrato superior (majoritariamente espécies arbustivas e arbóreas), e aqueles com altura < 1 m que fossem indivíduos jovens das mesmas espécies encontradas no estrato superior. Comparamos a composição florística das duas áreas e dos dois estratos pelo índice de similaridade de Sørensen quantitativa e qualitativamente (Magurran 1988).

Utilizamos os descritores fitossociais segundo Mueller-Dombois & Ellenberg (1974). Para cada espécie, calculamos a densidade (ind. ha^{-1}) e valor de importância (frequência relativa + densidade relativa + dominância relativa). Para cada parcela, a riqueza (número de espécies), densidade, área basal ($\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$), volume cilíndrico ($\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$), a diversidade segundo índice de Shannon e a equabilidade (Magurran 1988). Comparamos as áreas quanto aos descritores calculados. Para isso, utilizamos o teste “t” Student, e o teste “t” Student com correção de Welch, para desvios padrão heterogêneos, ambos efetuados pelo programa GraphPad InStat (versão 3.00 para Windows 95, GraphPad Software), e calculamos, exceto para diversidade, o poder do teste ($1-\beta$) segundo Zar (1999).

Ajustamos a distribuição de abundância das espécies aos modelos da distribuição normal logarítmica (Preston 1948) e da série logarítmica de Fisher (Fisher *et al.* 1943 *apud* Magurran 1988) calculando a distribuição esperada de acordo com cada modelo e comparando-a pelo teste do χ^2 à distribuição observada

(Magurran 1988). Utilizamos também o índice α de diversidade associado à distribuição da série logarítmica para comparar as diversidades entre as áreas.

Calculamos a agregação de cada espécie pelo índice de Payandeh (1970 *apud* Durigan *et al.* 2002): $P = Var(n.m^{-1})$; onde P = índice de agregação, n = número de indivíduos por parcela e m = média do número de indivíduos por parcela. Para espécies com um indivíduo amostrado não calculamos o índice. Valores de P superiores a 1,5 indicam distribuição agregada; P variando de 1,0 a 1,5 corresponde a distribuição aleatória e P inferior a 1,0 indica distribuição regular. Verificamos a independência do número de espécies em cada padrão em relação às áreas e aos estratos pelo teste χ^2 , conforme descrito por (Zar 1999).

Resultados e Discussão

Amostramos 8592 indivíduos, representando 56 espécies e 27 famílias (Tab. 1). Observando em separado as duas áreas de cerrado, foram 5587 indivíduos na área “A” e 3005 na área “B”. Para o estrato superior (plantas com altura igual ou superior a 1 metro), amostramos 916 indivíduos, sendo 575 indivíduos de 41 espécies e 22 famílias na área “A” e 341 indivíduos de 39 espécies e 21 famílias na área “B”. No estrato inferior (plantas com altura menor que 1 m), o número foi de 7676 indivíduos, de 50 espécies e 24 famílias, sendo 5012 indivíduos de 42 espécies e 21 famílias em “A” e 2664 de 39 espécies e 23 famílias em “B”.

Comparando as áreas floristicamente pelo índice de Sørensen observamos, levando em conta apenas a presença ou ausência de espécies, que a similaridade foi de 77%. Levando em conta também o número de indivíduos, ela foi de 50%. Analisando separadamente os estratos (Tab. 2), a similaridade qualitativa foi de 76% para o estrato inferior e 58% para o superior. Quantitativamente, a similaridade foi de 49% para o estrato inferior e 45% para o superior. Podemos dizer por esses valores que no estrato inferior houve mais espécies em comum entre as duas áreas do que no estrato superior, no entanto, quando o número de indivíduos por espécie é considerado, a similaridade assumiu valores próximos entre os dois estratos.

Comparando os estratos inferior e superior, o índice de Sorenson quantitativo (Tab. 2) mostrou uma similaridade de 18,3% para “A” e 19,5% para “B” no nível específico. Isso mostra que apesar de as mesmas espécies terem sido observadas nos dois estratos, sua distribuição de abundâncias foi distinta.

Em todos os descritores não observamos diferenças significativas entre as duas áreas, seja no estrato inferior ou no superior (Tab. 3), com exceção da diversidade, que foi significativamente diferente no estrato superior entre as áreas “A” e “B”. Contudo, devido provavelmente ao baixo número de parcelas amostradas, o poder do teste para essas variáveis foi baixo, e para algumas não foi possível calcular esse valor, pois a diferença entre as médias foi muito pequena em relação à variância. Portanto existe a possibilidade de estarmos cometendo o erro do tipo II, ou seja, aceitar a hipótese nula (não há diferença entre as médias)

quando ela é falsa. Para que o poder do teste fosse maior, seria preferível um número maior de parcelas menores a um número pequeno de parcelas maiores.

Entre os estratos (Tab. 4), a riqueza diferiu significativamente na área “A”, onde o inferior teve um maior valor. A diversidade foi significativamente diferente entre os estratos nas duas áreas sendo maior no estrato superior. A equabilidade teve sempre um maior valor para o estrato superior.

Ao ajustarmos a abundância de espécies aos modelos da série logarítmica e da distribuição normal logarítmica truncada, verificamos que as abundâncias observadas (Fig 2.) nos estratos inferior e superior de ambas as áreas não diferiram significativamente das esperadas para a série logarítmica e para o modelo da normal logarítmica.

Ao observar esses resultados, devemos considerar que nem sempre padrões claros e distintos são observados na natureza. Segundo Gleason (1926 *apud* Odum 1983), as comunidades estão distribuídas em um contínuo, e as unidades discretas que possamos observar são arbitrárias. É de se esperar, portanto, que os dados possam ser descritos por mais de um modelo. No entanto, Magurran (1988) sugere que toda a distribuição χ^2 pode ser utilizada para determinar um modelo que se ajuste melhor aos dados observados quando dois ou mais estiverem resultando abaixo do valor crítico (95%), ou seja, verificando em que caso é menor a probabilidade da distribuição esperada ser diferente da observada. Com nossos dados, o modelo da normal logarítmica foi o que melhor se ajustou ao estrato inferior da área “A”, em todos os outros o melhor ajuste foi do modelo da série logarítmica (Tab. 5).

Este último padrão surge quando um ou poucos fatores dominam a ecologia de uma comunidade (Magurran 1988). Sugerimos que esses fatores nessa área estejam relacionados ao solo, aos recursos hídricos e às geadas. Primavesi *et al.* (1999) mostraram que a taxa de infiltração da água na Areia Quartzosa, onde se encontra a vegetação foi alta, da ordem de 1669 a 3401 mm.ha⁻¹, dependendo da profundidade, o que aliado à baixa pluviosidade nos meses mais secos, poderia ser um fator determinante para as plantas. E apesar de a área se encontrar preservada da ação do fogo há várias décadas, observamos no campo que a geada foi capaz de queimar extensivamente gemas vegetativas e florais das espécies, como em *Campomanesia pubescens*, que se encontra entre as cinco com os maiores valores de importância (de 3,68% e 4,63% no estrato inferior e 16,6% e 8,78% no superior, respectivamente para “A” e “B”, vide Tab. 1).

Magurran (1988) esclarece que, em populações com distribuição de abundâncias seguindo o padrão normal-logarítmico, muitas vezes uma amostra não é capaz de revelar toda a curva de distribuição, e teríamos apenas sua porção à direita (correspondente às espécies mais abundantes). As espécies menos abundantes, não amostradas, estariam por trás de uma “linha do véu”. Amostragens maiores seriam necessárias para que as espécies menos frequentes fossem incluídas e a porção à esquerda da curva fosse revelada. Nessa situação, é difícil distinguir se o padrão observado segue o modelo da normal-logarítmico ou o da série-logarítmica, pois as curvas previstas pelos modelos são muito semelhantes. No caso de nosso estudo, o estrato superior

teve um número menor de indivíduos amostrados, e não podemos desconsiderar a possibilidade de estar ocorrendo tal situação. Uma amostragem maior poderia esclarecer essa questão.

Como o modelo da série logarítmica foi um bom descritor para essa comunidade, podemos utilizar o índice de diversidade α , associado a ele, para comparar as áreas. De modo geral, a diversidade medida por esse índice corroborou os resultados obtidos pelo índice de Shannon. Segundo o índice de diversidade α , o estrato superior de ambas as áreas tiveram diversidades próximas (“A”=10,426; “B”=11,353) e mais altos do que os encontrados para o estrato inferior (“A”=6,273; “B”=6,463), e o estrato superior apresentou valores maiores do que o estrato inferior para ambas as áreas. O índice de diversidade de Shannon é sensível às espécies com baixas densidades, e o índice de similaridade α leva em conta a razão entre número de espécies e número de indivíduos (Magurran 1988).

A diversidade possui dois componentes (Magurran 1988), riqueza e equabilidade, sendo que em nosso estudo eles não foram positivamente relacionados. Na área “A”, por exemplo, a maior diversidade ocorreu no estrato superior, mas não em “B”. A equabilidade foi maior nesse estrato para as duas áreas. Quanto ao número de espécies (riqueza), não houve diferença significativa entre os estratos em “A”, e em “B” ela foi maior no estrato inferior. Apesar de em “B” o estrato inferior ter apresentado um maior número de espécies, algumas espécies foram dominantes, como sugere a equabilidade mais baixa, e o estrato superior, mesmo com o número menor de espécies, apresentou uma distribuição de indivíduos mais equilibrada, e uma diversidade maior.

No estrato inferior, o número de indivíduos foi maior, e a razão entre o número de espécies e de indivíduos provavelmente foi também uma das causas da menor diversidade nesse estrato quando comparada ao superior. O melhor ajuste das distribuições de abundância à série logarítmica indica, segundo prevê o modelo, um grande número de espécies com baixa densidade, e isso influi aumentando a diversidade segundo o índice de Shannon. A menor diversidade no estrato inferior provavelmente se deve à competição das espécies arbóreas e arbustivas com as herbáceas e subarbustivas, ou a diferenças, entre os estratos, nos mecanismos que regulam a abundância relativa das espécies, o que também explica a existência de um número de indivíduos mais equilibrado entre as espécies - ou seja, maior equabilidade - no estrato superior.

Nas duas áreas e nos dois estratos, a maior parte das espécies teve distribuição agregada (Tab. 6). O número de espécies com cada padrão de agregação segundo os valores do índice de Payandeh foi independente do estrato ou área, de acordo com o teste χ^2 para independência (P = 0,27 em “A” e 0,22 em “B”; P = 0,76 para o estrato inferior e 0,68 para o superior). Com base nesses resultados, podemos crer que os fatores que interferem na agregação dos indivíduos não foram suficientemente distintos a ponto de mudar os padrões entre as áreas ou mesmo entre os estratos. Esses fatores estão relacionados também a distribuição de abundâncias e a outros descritores calculados (riqueza, diversidade, equabilidade etc.), e que nesses casos detectamos uma variação mais pronunciada, o que nos leva a supor que o padrão agregado de distribuição é o

que melhor atende o compromisso custo/benefício em uma variedade relativamente ampla de condições, tanto para os indivíduos jovens como para os adultos.

Concluimos que a diversidade β da área foi baixa, pois as duas áreas se apresentaram semelhantes quanto aos aspectos florístico e estrutural. O estrato superior apresentou diversidade β maior que o inferior, já que nesse estrato as áreas foram mais dissimilares qualitativamente. As espécies com baixa densidade foram numerosas nessa comunidade, como evidenciado pelo fato de o modelo da série logarítmica ter sido um bom descritor para os dois estratos nas duas áreas, e isso implica que áreas grandes deveriam ser protegidas para garantir que espécies não sejam extintas localmente. Estudos posteriores na área deveriam avaliar se essas espécies estão se mantendo na comunidade, ou se há problemas em sua regeneração. Os fatores ambientais favoreceram fortemente o padrão de distribuição agregado independentemente do estrato ou área, no entanto os mecanismos que regulam a distribuição de abundâncias afetaram diferencialmente as espécies nos dois estratos, já que a similaridade quantitativa foi mais baixa entre os estratos do que entre as áreas, o que também é evidenciado pela diferença observada na equabilidade, maior no estrato superior.

Agradecimentos

Agradecemos à Embrapa – Pecuária Sudeste, pela permissão do uso da área para este trabalho, e à Capes, pela concessão da bolsa de Mestrado ao primeiro autor.

Bibliografia

- Durigan, G., Nishikawa, D.L.L., Rocha, E., Silveira, E.R. da, Pulitano, F.M., Regalado, L.B., Carvalhaes, M.A., Paranaguá, P.A. & Ranieri, V.E.L. 2002. Caracterização de dois estratos da vegetação em uma área de cerrado no município de Brotas, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 16(3):251-262.
- Eiten, G. 1972. The cerrado vegetation of Brazil. **Botanical Reviews** 38: 201-341.
- Felfili, M.C. & Felfili, J.M. 2001. Diversidade alfa e beta no cerrado *sensu stricto* da Chapada Pratinha, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 15(2): 243-254.
- Gibbs, P.E., Leitão Filho, H.F. & Shepherd, G. 1983. Floristic composition and community structure in an area of cerrado in SE Brazil. **Flora** 173: 433-449.
- Goodland, R. 1971. Oligotrofismo e Alumínio no Cerrado. in **III Simpósio sobre o cerrado** (coord. Ferri, M.G.) p. 44-60.
- Goodland, R. 1979. Análise ecológica da vegetação do cerrado. in **Ecologia do Cerrado** (Goodland, R. & Ferri M. G.) Itatiaia, Belo Horizonte, p. 61-171.
- Goodland, R. & Pollard, R. 1973. The brazilian cerrado vegetation: a fertility gradient. **Journal of Ecol.** 61:

219-224.

- Köppen, W. 1948. **Climatologia**. Fondo de Cultura Económica, Mexico.
- Krebs, J.R. & Davies, N.B. 1996. **Introdução à Ecologia Comportamental**. Atheneu, São Paulo.
- Kronka, F.S.N. Nalon, M.A., Matsukuma, C.K., Pavão, M., Guillaumon, J.R., Cavalli, A.C., Giannotti, E. Ywane, 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**. Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo.
- Magurran, A.E. 1988. **Ecological Diversity and Its Measurement**. Chapman and Hall, New York.
- Martins, F. R. 1999. **Noções sobre a vegetação dos cerrados brasileiros**. Apostila preparada como parte do Programa de Ensino do Projeto Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo para atualização de professores. 16-18/04/1999.
- Mueller-Dombois, D. & Ellenberg, H., 1974. **Aims and Methods of Vegetation Ecology**. John Wiley & Sons, New York.
- Nascimento, M.T. & Saddi, N. 1992. Structure and composition in an area of cerrado in Cuiabá-MT, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**. 15(1): 47-55.
- Odum, E.P. 1983. **Basic Ecology**. Holt-Saunders, Japan.
- Primavesi, O., Primavesi, A.C.P.A., Pedroso, A.F., Camargo, A.C., Rassini, J.B., Filho, J.F., Oliveira, G.P., Correa, L.A., Armelin, M.J.A., Vieira, S.R., Dechen, S.C.F. 1999. **Microbacia hidrográfica do Ribeirão Canchim: Um modelo real de laboratório ambiental**. Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos.
- Ratter, J.A., Ribeiro J.F. & Bridgewater, S. 1997. The brazilian Cerrado Vegetation and Threats to its Biodiversity. **Annals of Botany** 80: 223-230.
- Whitmore, T.C. 1982. On Pattern and Process in Forests, *in* **The Plant Community as a Working Mechanism** (ed. Newman, E.I.). Blackwell Scientific Publications, London.
- Zar, J.H. 1999. **Biostatistical Analysis**. Prentice-Hall, New Jersey.

Tabela 1. Espécies lenhosas encontradas em cerrado na fazenda Canchim (São Carlos, SP), suas famílias e valor de importância (frequência relativa + densidade relativa + dominância relativa) nas duas áreas e estratos. “A inf.”= estrato inferior da área “A”; “B inf.”= estrato inferior da área “B”; “A sup.” = estrato superior da área “A”; “B sup.” = estrato superior da área “B”.

Espécie	Família	A inf.	B inf.	A sup.	B sup.
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil) Radlk.	Sapindaceae	0	0	2,017	0
<i>Anadenanthera falcata</i> (Benth.) Speg.	Fabaceae	0	1,902	0	1,797
<i>Annona montana</i> Macfad.	Annonaceae	9,975	3,161	7,037	4,513
Asteraceae sp 1	Asteraceae	0,918	0	1,541	0
Asteraceae sp 2	Asteraceae	1,814	10,408	2,896	2,368
<i>Atalea geraensis</i> Barb. Rodr.	Arecaceae	0	0	1,351	4,705
<i>Aulomyrcia bella</i> (Cambess.) O. Berg	Myrtaceae	5,624	0	1,831	3,416
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	Asteraceae	0	0	3,098	0
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	Malphigiaceae	4,926	12,41	4,949	4,954
<i>Byrsonima intermedia</i> A. Juss.	Malphigiaceae	63,741	35,859	1,529	4,229
<i>Campomanesia pubescens</i> (DC.) O. Berg	Myrtaceae	14,723	18,507	66,415	35,105
<i>Chromolaena squalida</i> (DC.) R.M. King & H. Rob.	Asteraceae	5,784	3,392	7,898	1,797
<i>Connarus suberosus</i> Planch.	Fabaceae	1,854	16,995	0	2,29
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	Fabaceae	0,907	0	1,48	0
<i>Diospyros hispida</i> DC.	Ebenaceae	0,933	6,228	1,523	9,767
<i>Duguetia furfuracea</i> (A. St.-Hil.) Saff.	Annonaceae	25,821	11,809	1,351	1,895
<i>Erythroxylum campestre</i> A.St.-Hill	Erythroxylaceae	2,77	0	2,882	0
<i>Erythroxylum cuneifolium</i> (C. Martius) O.E. Schulz	Erythroxylaceae	2,739	0	3,277	1,781
<i>Erythroxylum suberosum</i> St. Hilaire	Erythroxylaceae	9,981	23,33	13,205	15,901
Fabaceae sp 1	Fabaceae	0,916	0	1,371	0
<i>Galactia decumbens</i> (Benth.) Chodat & Hassl.	Fabaceae	3,985	0	3,073	0
<i>Gochnatia pulchra</i> Cabrera	Asteraceae	4,212	6,286	17,022	18,282
<i>Guidonia sylvestris</i> (Sw.) Maza	Flacourtiaceae	1,996	6,826	0	1,788
Hyptis sp 1	Lamiaceae	0,999	2,581	1,923	0
<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc.	Clusiaceae	4,003	1,096	1,86	8,103
<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil.	Lythraceae	0	0	5,043	0
<i>Leandra aurea</i> (Cham.) Cogn.	Melastomataceae	2,919	2,018	0	2,772
<i>Lippia gracilis</i> Schauer	Verbenaceae	10,36	8,976	27,479	15,934
<i>Mabea fistulifera</i> Mart.	Euphorbiaceae	0	1,012	0	3,177
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana	Melastomataceae	1,273	4,044	1,653	5,322
<i>Miconia heliotropoides</i> Triana	Melastomataceae	0	3,283	0	4,34
<i>Miconia rubiginosa</i> (Bonpl.) DC.	Melastomataceae	0	0	0	2,123
<i>Miconia stenostachya</i> DC.	Melastomataceae	0	1,812	0	5,268
Mikania sp 1	Asteraceae	6,292	2,405	1,362	0
<i>Myrcia guianensis</i> DC.	Myrtaceae	4,034	9,879	15,078	16,419
<i>Myrtus langsdorffii</i> (O. Berg) Kuntze	Myrtaceae	7,278	6,146	0	3,442
<i>Ocotea pulchella</i> Mart.	Lauraceae	4,867	7,021	45,402	24,397

Tabela 1. (continuação)

Espécie	Família	A inf.	B inf.	A sup.	B sup.
<i>Ouratea spectabilis</i> (Mart. ex Engl.) Engl.	Ochnaceae	13,906	30,545	3,916	42,025
<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.	Sapotaceae	0,967	9,648	0	2,495
<i>Psidium australe</i>	Myrtaceae	38,084	27,306	2,522	5,8
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	Myrtaceae	2,743	0	2,951	0
<i>Psidium cinereum</i> (Mart. ex DC.) Kuntze	Myrtaceae	2,023	5,54	1,368	3,585
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	Vochysiaceae	0	1,018	0	1,83
<i>Rapanea lancifolia</i> (Mart.) Mez	Myrsinaceae	0	0	0	1,807
<i>Rapanea umbellata</i> (Mart.) Mez	Myrsinaceae	1,001	1,011	3,453	4,589
<i>Senna chrysocarpa</i> (Desv.) H.S. Irwin & Barneby	Fabaceae	5,531	4,773	10,434	0
<i>Sida rhombifolia</i> L.	Malvaceae	2,796	0	1,36	0
<i>Stryphnodendron obovatum</i> Benth.	Fabaceae	1,811	3,968	3,088	12,089
<i>Styrax camporum</i> Pohl	Styracaceae	1,438	2,014	0	6,71
<i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Standl.	Bignoniaceae	17,025	3,315	1,408	0
<i>Tibouchina stenocarpa</i> (DC.) Cogn.	Melastomataceae	1,587	0	8,125	0
<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltdl.) K. Schum.	Rubiaceae	3,682	1,223	9,612	1,788
<i>Trimezia juncifolia</i> Klatt	Iridaceae	0	0,987	3,291	0
<i>Vernonia rubriramea</i> Mart. ex DC.	Asteraceae	1,762	0	2,926	0
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	Annonaceae	0	1,266	0	11,396

Tabela 2. Similaridade florística, para espécies lenhosas, entre as duas áreas e os dois estratos de cerrado na fazenda Canchim (São Carlos, SP), segundo índice de Sorenson qualitativo e quantitativo. “A inf.”=estrato inferior da área “A”; “B inf.” = estrato inferior da área “B”; “A sup.”=estrato superior da área “A”; “B sup.”= estrato superior da área “B”.

Espécies	Qualitativo				Quantitativo			
	A inf.	B inf.	A sup.	B sup.	A inf.	B inf.	A sup.	B sup.
A inf.	100	76,54	86,75	70	100	49,50	18,29	8,79
B inf.	-	100	65	85,71	-	100	31	19,52
A sup.	-	-	100	58,23	-	-	100	44,91

Tabela 3. Comparação dos descritores dos estratos inferior e superior da vegetação entre duas áreas de cerrado na fazenda Canchim (São Carlos, SP), para espécies lenhosas, pelo teste “t”. “A inf.” = estrato inferior da área “A”; “B inf.” = estrato inferior da área “B”; “A sup.” = estrato superior da área “A”; “B sup.”= estrato superior da área “B”; ns = diferença não significativa ($P > 0,05$); poder do teste = $1 - \beta$; densidade = indivíduos.ha⁻¹; área basal = m².ha⁻¹; volume = m³.ha⁻¹; riqueza = número de espécies; diversidade = nats.indivíduo⁻¹; equabilidade = porcentagem da diversidade máxima.

Estrato	Descritor	Área A		P	Área B		Poder do Teste
		Área	P		Área	P	
Inferior	Densidade	100240 ± 39887,003	ns	53280 ± 44185,654	42%		
	Área basal	3,765 ± 1,589	ns	3,571 ± 2,305	<5%		
	Volume	1,96 ± 0,725	ns	1,968 ± 1,18	<5%		
	Riqueza	24,4 ± 4,037	ns	22 ± 4,416	14%		
	Diversidade	1,527 ± 0,00035	ns	1,548 ± 0,0006	-		
	Equabilidade	40,86		42,25			
Superior	Densidade	11500 ± 4144,273	ns	6820 ± 5973,023	30%		
	Área basal	6,897 ± 1,575	ns	5,928 ± 3,709	7%		
	Volume	19,361 ± 8,043	ns	12,671 ± 9,833	22%		
	Riqueza	16,8 ± 3,633	ns	13,6 ± 9,29	10%		
	Diversidade	2,397 ± 0,00372	***	2,928 ± 0,00333	-		
	Equabilidade	64,55		79,92			

Tabela 4. Comparação da riqueza (número de espécies), diversidade (nats.ind⁻¹) e equabilidade (% da diversidade máxima) das espécies lenhosas entre os estratos superior e inferior da vegetação da área “A” de cerrado na fazenda Canchim (São Carlos, SP), pelo teste “t”. “A inf.” = estrato inferior da área “A”; “A sup.” = estrato superior da área “A”; “B inf.” = estrato inferior da área “B”; “B sup.” = estrato superior da área “B”; ns = diferença não significativa (P>0.05); * = significativa (0,01<P<0,05); *** = significativa (P<0,001); poder do teste = 1-β; riqueza = número de espécies; diversidade = nats.indivíduo⁻¹; equabilidade = porcentagem da diversidade máxima.

Área	Descritor	Inferior			P	Superior			Poder do teste
A	Riqueza	24,4	±	4,037	*	16,8	±	3,633	88%
	Diversidade	1,527	±	0,00035	***	2,397	±	0,00372	-
	Equabilidade	40,864				64,557			
B	Riqueza	22	±	4,416	ns	13,6	±	9,29	45%
	Diversidade	1,548	±	0,0006	***	2,928	±	0,00333	-
	Equabilidade	42,251				79,922			

Tabela 5. Valores de P para comparação pelo teste χ^2 entre a distribuição de abundâncias observada nas espécies lenhosas em duas áreas de cerrado na fazenda Canchim (São Carlos, SP) nos estratos superior e inferior, e a esperada segundo os modelos da normal logarítmica e da série logarítmica. “A inf.” = estrato inferior da área “A”; “B inf.” = estrato inferior da área “B”; “A sup.” = estrato superior da área “A”; “B sup.” = estrato superior da área “B”. P<0,05 = diferença significativa.

Área e estrato	Valores de P	
	normal logarítmica	série logarítmica
A sup.	0,036	0,129
B sup.	0,190	0,650
A inf.	0,230	0,139
B inf.	0,230	0,534

Tabela 6. Número de espécies por padrão de agregação segundo índice de Payandeh, para as espécies lenhosas em duas áreas de cerrado na fazenda Canchim (São Carlos, SP) nos estratos superior e inferior, e os valores em porcentagem do total de espécies. “A inf.”=estrato inferior da área “A”; “B inf.”=estrato inferior da área “B”; “A sup.”= estrato superior da área “A”; “B sup.”= estrato superior da área “B”.

Área	Padrão	Estrato superior		Estrato inferior	
		Número de sp.	(%)	Número de sp.	(%)
A	Agregado	21	77,78	25	59,52
	Aleatório	2	7,41	4	9,52
	Regular	4	14,81	13	30,95
B	Agregado	19	70,37	24	64,86
	Aleatório	4	14,81	2	5,41
	Regular	4	14,81	11	29,73

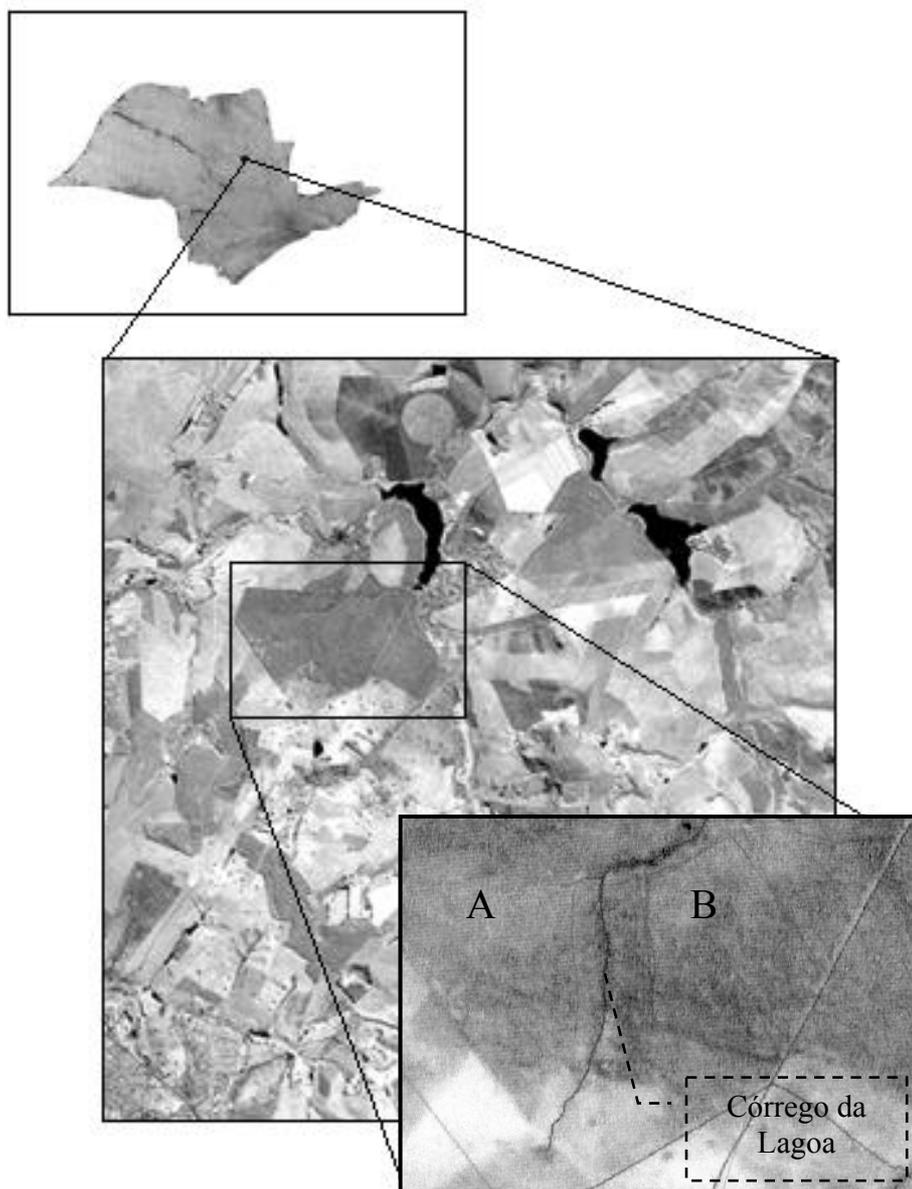
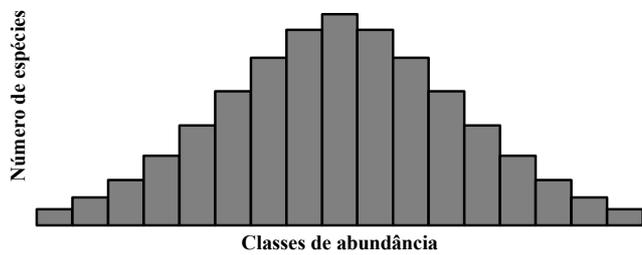
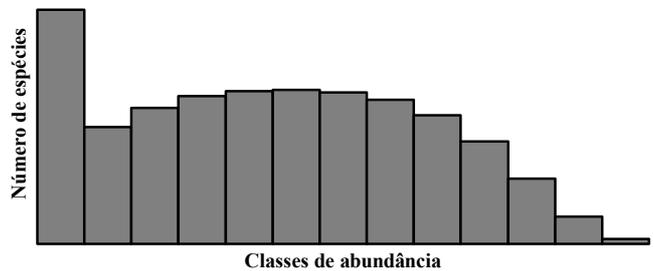


Figura 1. Localização geográfica da área estudada no estado de São Paulo e na área de reserva da Fazenda Canchim. “A” e “B” representam as manchas de cerrado delimitadas pelo Córrego da Lagoa. Mapa obtido e modificado a partir de dados disponibilizados em www.embrapa.com.br.

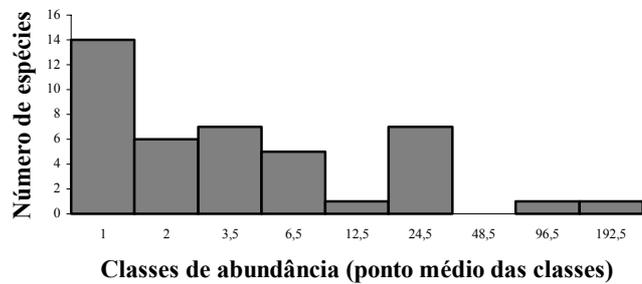
Padrão esperado pelo modelo da normal-logarítmica



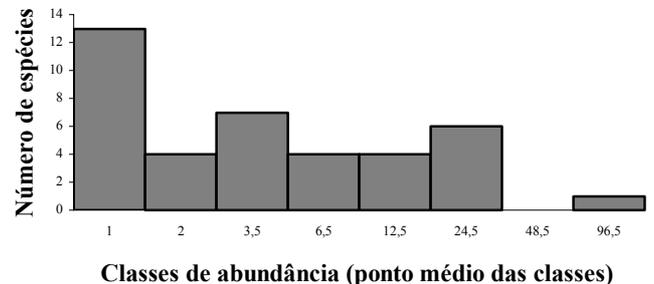
Padrão esperado pelo modelo da série-logarítmica



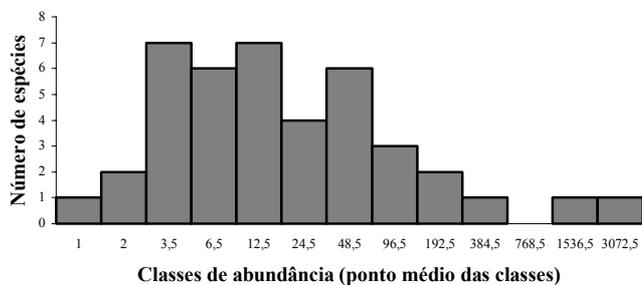
Área "A" estrato superior



Área "B" estrato superior



Área "A" estrato inferior



Área "B" estrato inferior

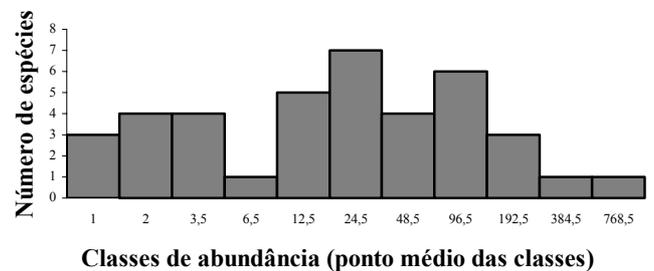


Figura 2. Padrões de distribuição do número de espécies por classes de abundância esperados segundo os modelos da normal-logarítmica e da série-logarítmica, e o observado nas áreas “A” e “B”, para os estratos superior e inferior da vegetação arbórea e arbustiva de cerrado na Fazenda Canchim (São Carlos, SP).

III. CAPÍTULO 2

REGENERAÇÃO, SAZONALIDADE E FENOLOGIA DAS ESPÉCIES LENHOSAS NO CERRADO DA FAZENDA CANCHIM (SÃO CARLOS, SP)

**REGENERAÇÃO, SAZONALIDADE E FENOLOGIA DAS ESPÉCIES LENHOSAS NO CERRADO DA FAZENDA
CANCHIM (SÃO CARLOS, SP)¹**

Diego Tartaglia²

Maria Inês Salgueiro Lima³

RESUMO – Regeneração, Sazonalidade e Fenologia das Espécies Lenhosas no Cerrado da Fazenda Canchim (São Carlos, SP). A situação das poucas áreas de cerrado remanescentes no estado de São Paulo é preocupante, e são necessários estudos para que se estabeleçam estratégias de conservação mais efetivas. Estudamos a regeneração, os efeitos da sazonalidade e a fenologia nas espécies lenhosas em uma área de campo cerrado a fim de avaliar as condições da vegetação local. Estabelecemos cinco parcelas fixas de 10 x 10 m em cada área, e amostramos os indivíduos das espécies lenhosas no estrato superior e inferior, durante a estação seca e a chuvosa. Analisamos a variação das alturas dos indivíduos das diversas espécies como um dos aspectos da regeneração, e entre as duas estações, comparamos a estrutura da população em termos de classes de altura e o padrão de agregação dos estratos superior e inferior. Estudamos também a fenologia nos dois estratos. Nenhuma das espécies revelou ter problemas de regeneração. A estrutura das alturas dos indivíduos revelou que o estrato superior permaneceu estável, e o inferior foi mais dinâmico. Os padrões de agregação das espécies em ambos os estratos não variaram significativamente entre as estações. Os padrões de floração foram distintos para os estratos superior e inferior, o que sugere uma separação de nicho. A área estudada parece fornecer condições favoráveis para a reposição de indivíduos adultos por indivíduos jovens nas espécies lenhosas.

Palavras-chave - cerrado, regeneração, fenologia, estacionalidade, Fazenda Canchim.

ABSTRACT – Regeneration, Seasonality and Phenology of woody species in the Cerrado vegetation at Canchim Farm (southeastern Brazil). The situation of the remaining *cerrado* areas in Brazil is worrisome, and more studies are necessary to establish effective conservation strategies. We studied the regeneration, the effects of seasonality and the phenology in the woody species in a *campo cerrado* area in order to assess the conditions of the vegetation. We placed five permanent 10 x 10 m plots in each area, in which we sampled the arboreal species in both the upper and lower *strata* in the dry and wet seasons. We analyzed the variation

1. Parte da dissertação do primeiro autor. Apoio Capes.

2. Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos –S.P. – Brasil (diegotart@polvo.ufscar.br).

3. Departamento de Botânica – Universidade Federal de São Carlos. Via Washington Luís, Km 235. C.E.P. 13565-905. Caixa Postal 676. São Carlos –S.P.- Brasil (ines@power.ufscar.br).

of height of species as one of the aspects of regeneration and compared the population height structure and the aggregation patterns in the wet and dry seasons. We studied the phenology of the arboreal species at both *strata*. None of the species had regeneration problems. The upper *stratum* was more stable than the lower in relation to height structure and the aggregation patterns did not vary significantly due to seasonality. The flowering patterns were different between the *strata*, and a niche separation could be occurring. We considered that the area appears to assure the reposition of the adult individuals of arboreal species.

Key Words - cerrado, regeneration, phenology, seasonality, southeastern Brazil.

Introdução

A situação atual da proteção legal aos remanescentes de cerrado, na forma de unidades de conservação da biodiversidade, exige medidas urgentes no sentido de estudar as áreas de cerrado, para estabelecer as melhores estratégias de conservação, promover a recuperação de áreas degradadas e aumentar a área de cerrado efetivamente protegida (Ratter *et al.* 1997, Kronka 1998). Com relação a essas estratégias de conservação, há vários fatores que devem ser levados em conta, quando se estabelece o tamanho das unidades ou para se avaliar se há necessidade de manejo.

Um desses fatores é a condição da vegetação de uma área (Chesson & Case 1986, *apud* Marston & Anderson 1991), que é satisfatória se sua produtividade e diversidade são capazes de se manter. Em um ambiente com perturbações naturais, isso inclui o conceito de regeneração, que nesse caso não implica num equilíbrio estático ou o retorno para um, mas em que a vegetação se recupere de eventos extremos (como o fogo), que podem levar as espécies a baixas densidades. Um estudo de longa duração é necessário para avaliar a resposta da vegetação às perturbações, mas a manutenção da diversidade pode ser avaliada verificando-se a distribuição dos indivíduos de cada espécie nas diversas classes de altura (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974). Segundo os autores, se há indivíduos em grande número no estrato inferior para substituir os mortos do estrato superior, é possível o recrutamento de indivíduos jovens, dadas as condições necessárias como luminosidade. Uma espécie com poucos indivíduos jovens pode vir a ter problemas no processo de regeneração, e desaparecer da área. Essa extinção local de espécies é um fato preocupante devido à intensa fragmentação ocorrida no cerrado, já que ela reduz ou mesmo impede o fluxo de animais dispersores, pólen e sementes (Viana 1990, Lovejoy 1984 *apud* Kronka 1998), dificultando a introdução ou reintrodução de espécies.

Um dos aspectos da regeneração está relacionado à capacidade de cada espécie de se estabelecer em locais favoráveis, que não são necessariamente os mesmos para as sementes, os juvenis e os adultos, já que as condições ótimas de desenvolvimento podem variar com o desenvolvimento do indivíduo (Whitmore 1982).

Ou seja, a germinação pode se dar em um local que, no momento, não é o apropriado para o adulto, e a capacidade de sobrevivência do indivíduo depende da capacidade do juvenil de resistir às condições adversas até que o ambiente se torne favorável. Segundo Grubb *et al.* (1982), diversos fatores atuam como filtros durante as várias etapas da vida de um indivíduo de dada espécie, regulando sua densidade no ambiente. Para que permaneça na comunidade a espécie precisa ter vantagem competitiva sobre as demais ao menos em uma etapa de seu desenvolvimento, o que está relacionado às características intrínsecas de cada uma durante seu ciclo de vida (como número de sementes e resistência aos fatores ambientais). A agregação é uma das estratégias empregadas pelas plantas para suportarem condições adversas (Odum 1983), e sua variação deve refletir mudanças nas condições desses filtros.

A sazonalidade marcante é outro dos aspectos do cerrado que influencia a dinâmica de sua vegetação. As espécies possuem um padrão de floração e frutificação que pode ser relacionado ao regime das chuvas: as herbáceas normalmente florescem no final da estação chuvosa (Sarmiento & Monastério, 1983 *apud* Batalha & Mantovani 2000), enquanto as arbóreas florescem no início dessa estação (Batalha *et al.* 1997, Mantovani & Martins 1988 *apud* Batalha & Mantovani 2000).

Segundo Batalha & Mantovani 2000, em latitudes menores, onde há menos variação na temperatura e ritmo circadiano, ocorre floração nas espécies arbóreas também no período da seca. Isso poderia ser explicado pela disponibilidade contínua de água devido às raízes profundas que podem acessar os lençóis de água. Scholes & Archer (1997, *apud* Batalha & Mantovani 2000) sugerem que o padrão inverno seco e verão úmido das savanas tropicais fornece um eixo para separação de nicho que explicaria a coexistência das espécies arbóreas e herbáceas, devido às profundidades distintas das raízes e aos padrões fenológicos.

Segundo Whitmore (1982), as condições ótimas de desenvolvimento podem variar ao longo do tempo em uma mesma espécie, sendo diferentes entre indivíduos jovens e adultos (como é frequentemente observado nos estudos de sucessão). Assim, padrões estacionais poderiam afetar de maneira distinta uma mesma espécie, dependendo do seu estágio de desenvolvimento.

Temos como objetivo nesse trabalho avaliar as condições de uma área de campo cerrado na Fazenda Canchim, quanto aos aspectos regeneração, estacionalidade e fenologia das espécies arbóreas. Para isso, as questões que formulamos são:

Existem indivíduos jovens para que possa haver a regeneração do estrato superior no campo cerrado da Fazenda Canchim?

Como as variações sazonais podem afetar diferencialmente os indivíduos jovens e os adultos, a configuração do número de indivíduos nas classes de tamanho varia conforme a estação do ano (seca ou chuvosa)? Quais estratos são os mais afetados em cada estação?

Há correlação entre o padrão de agregação e a estação para os indivíduos das espécies lenhosas nos estratos inferior e superior? Esperamos que ocorra essa correlação, já que os chamados filtros pelos quais

passam os indivíduos, atuando de forma distinta em ambos os estratos, produziriam um padrão específico em cada estação.

Ocorre a separação de nicho que possa ser detectada, por meio da fenologia, na comunidade das espécies lenhosas do cerrado entre os estratos inferior e superior? Esperamos que haja uma separação, já que esses estratos estão sujeitos a condições distintas e podem, portanto, apresentar um padrão fenológico diferenciado, se comportando de maneira semelhante à observada para o componente herbáceo e subarbustivo e o arbustivo e arbóreo, respectivamente.

Materiais e Métodos

Estudamos duas áreas de campo cerrado com cerca de 15 ha no interior de um remanescente com também cerrado *sensu stricto* e cerradão de aproximadamente 120 ha na Fazenda Canchim, (EMBRAPA) (21°54'54,8"S 47°48'59,6" W), no município de São Carlos, São Paulo (Primavesi *et al.* 1999). As áreas estudadas são cercadas por um cerradão e separadas por aproximadamente 100 m de mata galeria formada junto ao córrego da Lagoa.

O clima da região é tropical de altitude, segundo Köppen (1984), é o Cwa, clima temperado quente com inverno seco (Primavesi *et al.* 1999). A temperatura média do mês mais frio foi de 18,16°C e a do mês mais quente foi 23,59°C. A temperatura mínima absoluta registrada foi de - 0,3°C (em 27/06/94) e a máxima de 35,8°C (em 26/11/91). O total de chuvas do mês mais seco foi de 20,39 mm, e o do mês chuvoso de 250 mm. Os meses secos são junho, julho e agosto, e os chuvosos de setembro a maio (Fig. 1). De 2002 para 2003, quando realizamos as coletas, observamos a maior variação das médias de precipitação e temperatura em fevereiro, de 168 mm (273 a 105 mm), e 3°C (22,1 a 25,3°C).

A área de cerrado estudada encontra-se sobre uma mancha de Areia Quartzosa distrófica, com taxa de infiltração relativamente elevada (Primavesi *et al.* 1999).

Demarcamos dez parcelas de 10 x 10 m, distribuídas sistematicamente, com um espaçamento de cerca de 100 m entre uma e outra, ao longo de duas trilhas. Consideramos esse número suficiente uma vez que na curva de suficiência amostral, observamos a estabilização do número de espécies a partir da sétima parcela.

No período de julho de 2002 a setembro de 2003, amostramos cada parcela duas vezes, uma na estação seca e outra na estação chuvosa. Durante as coletas realizamos o censo dos indivíduos em cada parcela, anotamos seus dados biométricos (altura, diâmetro na altura do solo), anotamos a presença de flores ou frutos e realizamos a identificação até o nível de espécie. Coletamos os indivíduos com altura ≥ 1 m, que foram considerados pertencentes ao estrato superior (majoritariamente espécies arbustivas e arbóreas), e aqueles com altura < 1 m que fossem das espécies encontradas no estrato superior.

Para as análises comparativas entre a época chuvosa e seca selecionamos sete parcelas que foram amostradas no período seco e no chuvoso. Para essa seleção consideramos os meses tipicamente secos aqueles cuja precipitação total foi menor que duas vezes a média de temperatura.

Para a análise da estrutura da população, utilizamos a metodologia descrita em Mueller-Dombois & Ellenberg (1974). Agrupamos os indivíduos em classes de tamanho: até 0,5m; de 0,5 até 1m; de 1 até 2m; acima de 2m. Verificamos dentre as classes obtidas qual apresentava a maior frequência, e se alguma espécie apresentava poucos ou nenhum indivíduo nas classes de menor tamanho (até 0,5m e até 1m). Segundo esses autores, a análise pode ser considerada representativa se a espécie analisada apresentar um número razoável de indivíduos, sendo sugerido trinta como um mínimo, valor que utilizamos como referência. Para essa análise utilizamos os dados das coletas realizadas durante a estação chuvosa.

Realizamos a mesma divisão em classes para as duas áreas nas estações seca e chuvosa, para verificarmos se a configuração de número de espécies nas classes de tamanho está relacionada à época do ano. Para isso, montamos uma tabela de contingência com o número de espécies que tiveram maior número de indivíduos nas classes de tamanho (menor que 1m e maior ou igual a 1m) nas duas estações, e verificamos a correlação com o teste Exato de Fisher para independência (Sokal & Rolf 1995), executado pelo programa BioEstat 2.0.

Ainda para obter uma melhor compreensão da distribuição das alturas, comparamos a média do número de indivíduos em cada classe nas estações seca e chuvosa por um teste “t” de Student (executado pelo programa BioEstat 2.0).

Calculamos a agregação de cada espécie pelo índice de Payandeh (1970 *apud* Durigan *et al.* 2002): $P = \frac{Var}{n \cdot m^{-1}}$; onde P = índice de agregação, n = número de indivíduos por parcela e m = média do número de indivíduos por parcela. Para espécies com um indivíduo amostrado não calculamos o índice. Valores de P superiores a 1,5 indicam distribuição agregada; P variando de 1,0 a 1,5 corresponde a distribuição aleatória e P inferior a 1,0 indica distribuição regular.

Para verificar uma correlação entre o padrão de agregação e a estação, montamos tabelas de contingência, com o número de espécies cujo padrão era agregado ou aleatório/regular e com as estações seca e chuvosa. Para verificar correlação, utilizamos o teste Exato de Fisher para independência, executado pelo programa BioEstat 2.0.

Deve-se levar em conta que a amostragem dos indivíduos de maior e menor altura seguiu a mesma escala espacial, ou seja, os indivíduos foram coletados nas mesmas parcelas para os dois estratos. Os indivíduos menores, mais numerosos por unidade de área, foram mais amostrados que os maiores. Como a questão da agregação está relacionada à escala (Hay *et al.* 2000), há que se ter em mente que a análise revelará se os indivíduos maiores estão mais ou menos agregados que os menores na escala trabalhada.

A fenologia foi avaliada pela porcentagem de espécies em cada estrato florescendo ou frutificando a cada mês. Para isso utilizamos apenas as espécies que tiveram uma frequência maior que 50%. Se um indivíduo de uma espécie apresentou flores e/ou frutos, consideramos a espécie como estando florescendo e/ou frutificando naquele mês (Batalha & Mantovani 2000). Para comparar as curvas de floração e frutificação, utilizamos o teste não-paramétrico Kolmogorov-Smirnov de independência, executado pelo programa BioEstat 2.0.

Resultados e discussão

Primeiramente analisamos o número de indivíduos em cada uma das classes de tamanho definidas para cada espécie (Tab.1), segundo exposto em Mueller-Dombois & Ellenberg (1974). Um maior número de indivíduos nas classes de menor tamanho indica uma espécie com regeneração satisfatória ou crescimento populacional, ou que a espécie está invadindo a área, já as que apresentam um maior número de indivíduos nas classes de maior tamanho podem estar desaparecendo da comunidade. No entanto, nesse último caso também há que se considerar outros fatores, como a longevidade e a taxa de crescimento. Nas espécies longevas a produção de sementes dos indivíduos adultos pode ser capaz de manter a população, mesmo que haja poucos indivíduos jovens, e nas espécies com alta taxa de crescimento, poucos indivíduos de menor tamanho não significam necessariamente a sua incapacidade de se manterem na comunidade, já que uma coleta pontual no tempo registra apenas um estágio no crescimento desses indivíduos (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974).

Observamos que das 25 espécies consideradas (Tab. 1), apenas as espécies *Gochnatia pulchra* e *Ocotea pulchella* apresentaram maior número de indivíduos nas classes de maior tamanho (de 1 a 2 e maior que 2 m). *Ocotea pulchella* é uma das árvores que, na área estudada, apresentou indivíduos de até 7 m de altura. Além disso, observamos muitos indivíduos jovens com crescimento vigoroso em baixo da copa de árvores adultas, muitas vezes próximos ao caule aéreo principal, sendo provavelmente brotamentos a partir da árvore mãe. Os indivíduos adultos se mostraram muitas vezes com uma produção abundante de sementes, e se observarmos mais atentamente a distribuição dos seus indivíduos nas classes de tamanho, apesar do maior número acima de 2m de altura, as outras classes também possuem um número grande de indivíduos, resultando numa distribuição que parece contribuir com a estabilidade populacional dessa espécie. *Gochnatia pulchra* se apresentou na área estudada na forma de arbustos e arvoretas de até 2,5 m de altura e, conforme observamos durante as coletas, apresenta um crescimento rápido durante a época das chuvas, muitas vezes a partir de um sistema pré-existente, subterrâneo ou superficial. Nessa espécie, a maioria dos indivíduos encontra-se na classe de 1 até 2 m de altura, isso se deve provavelmente ao fato de que, no momento das coletas, os indivíduos que iniciaram o crescimento naquela estação já apresentavam uma altura maior que um

metro. Além disso, uma análise atenta à estrutura da população mostra que há muitos indivíduos também nas classes de menor tamanho (com até 0,5m).

Não encontramos indivíduos no estrato inferior em algumas espécies, a saber: *Baccharis dracunculifolia*, *Allophylus edulis*, *Atalea geraensis* e *Lafoensia pacari*. Todas apresentaram densidades baixas e os indivíduos menores podem não ter sido amostrados na área estudada. Apesar disso, seria precipitado fazer quaisquer afirmações, sobre as dificuldades de regeneração dessas espécies, pois o número de indivíduos jovens é apenas um dos fatores responsáveis pela sua regeneração, outros seriam a existência de um banco de sementes, a dispersão de diásporos por diversos vetores, a existência de outros fragmentos nas proximidades e intensidade dos distúrbios, entre outros.

No caso da correlação entre as estações chuvosa e seca e a existência de um número maior de indivíduos em determinada classe, o teste exato de Fisher para independência não detectou correlação entre as variáveis: número de espécies por classe de tamanho com maior frequência e estação do ano (Tab. 2). Esse resultado contraria nossas expectativas de que haveria uma alteração na estrutura da população de uma estação para outra, mas o valor de P (0,0588) foi muito próximo do valor limite para rejeição da hipótese nula, ou seja, da independência das variáveis. O aumento do número de espécies cuja classe de altura dominante foi acima de 1 m na estação seca mostra que as espécies arbóreas no estrato superior são mais resistentes à variação sazonal, mas a não significância dessa diferença nos leva a crer que os indivíduos no estrato inferior também apresentem certa resistência. Notamos no campo que muitas vezes há ligação das plantas por meio de sistema subterrâneo, e podemos supor que as plantas mais jovens, estando conectadas pelo sistema vascular à planta mãe são capazes de ter acesso à água disponível nas camadas profundas do solo. Também podemos atribuir essa resistência ao padrão de reprodução dessas espécies, que costumam dispersar as sementes no começo da estação chuvosa, para que os indivíduos jovens tenham tempo de crescer e aprofundar as raízes o suficiente para que durante a estação seca não sucumbam à falta de água (Batalha & Mantovani 2000).

A análise envolvendo o número de indivíduos por classe complementa a anterior, e mostra que os números de indivíduos variaram entre a estação seca e a chuvosa (Tab. 3). A diminuição grande no número de indivíduos na estação seca se dá principalmente devido aos indivíduos menores (classes de tamanho até 1 m), que são os mais afetados pela falta de água. Observamos que muitas vezes essa diminuição foi devida não à morte do indivíduo, mas à seca de sua parte aérea, permanecendo os sistemas subterrâneos ou ramos mais próximos à superfície. Nas classes abaixo de 1 m, o teste “t” detectou diferença significativa entre as médias, nas classes maiores que 1 m, o teste não detectou diferença significativa, mas o poder do teste “t” foi baixo, o que se deve ao baixo número amostral aliado à variabilidade grande no número de indivíduos nas parcelas. Portanto existe a possibilidade de estarmos cometendo o erro do tipo II, ou seja, aceitar a hipótese nula (não há diferença entre as médias) quando ela é falsa.

Não detectamos correlação entre a estação e os padrões de agregação. Para as espécies no estrato superior, o teste de Fisher não acusou correlação ($P = 0,9997$), sendo os valores observados muito próximos dos esperados. Para as espécies no estrato inferior, o teste Exato de Fisher para independência não acusou correlação significativa (Tab. 4). Esse resultado contraria nossas expectativas de que a disponibilidade de água na época das chuvas promoveria o crescimento de novos indivíduos, ocasionando um padrão mais distribuído; e na seca, que a sobrevivência desigual dos indivíduos ocasionaria um padrão agregado de distribuição, pois esse padrão pode ser uma estratégia das plantas para suportarem as condições adversas, reduzindo a perda de água (Odum 1983).

Em nosso estudo, comparamos a agregação nas estações seca e chuvosa, e no cerrado muitos outros fatores podem constituir condições para o estabelecimento dos indivíduos: a luz, já que as espécies de ambos os componentes são heliófilas (Coutinho 1978); a fertilidade do solo (Eiten 1972, Goodland & Pollard 1973 e Goodland 1979); queimadas, exposição à geada, diferenças na drenagem, perturbações antrópicas e o regime das águas no solo (Gibbs *et al.* 1983 e Oliveira Filho *et al.* 1989, *apud* Nascimento & Saddi 1992); e a alta concentração de alumínio no solo (Goodland 1971). Portanto a não significância estatística dos resultados sobre a agregação pode estar refletindo essa diversidade de fatores que a determinam.

Quanto ao padrão fenológico, a partir das 11 espécies selecionadas (*Byrsonima coccolobifolia*, *Byrsonima intermedia*, *Campomanesia pubescens*, *Erythroxylon suberosum*, *Chromolaena squalida*, *Gochnatia pulchra*, *Lippia gracilis*, *Myrcia guianensis*, *Ocotea pulchella*, *Ouratea spectabilis* e *Senna chrysoarpa*) observamos que as curvas representando a porcentagem de espécies florescendo apresentaram um padrão diferente em cada estrato (Fig. 2). No estrato superior, o maior pico de floração se deu em março, no final da estação chuvosa, quando 45% das espécies desse estrato foram encontradas florescendo. Já no estrato inferior, o maior pico foi em novembro, no início da estação chuvosa, quando 54% das espécies encontradas estavam florescendo. O teste não-paramétrico Kolmogorov-Smirnov de independência constatou diferença significativa entre as curvas de floração das espécies do estrato superior e do inferior.

No caso das curvas de frutificação (Fig. 2), as espécies do estrato inferior apresentaram um platô que se estendeu de janeiro até abril, no meio da estação chuvosa, com aproximadamente 18% das espécies frutificando, e as do estrato superior apresentaram um pico em abril, no final da estação chuvosa, e em agosto, na seca, com 18% das espécies com frutos, e em setembro, com 36% das espécies. A diferença entre os padrões não foi tão clara, e o teste Kolmogorov-Smirnov não acusou diferença significativa entre as duas curvas.

Nossa expectativa era de que, no estrato superior, as espécies estivessem florescendo antes ou logo no início do período chuvoso, e de fato houve um pico na curva de floração das espécies desse estrato em setembro, um mês seco. Em novembro, já um mês úmido, houve um pico na curva do estrato inferior, o que não ocorre com o estrato superior. E no final da estação chuvosa até meados da estação seca (de março a

julho), muitas espécies no estrato superior estavam florescendo, e no estrato inferior a porcentagem foi menor, com exceção de abril. As curvas não são totalmente distintas como no trabalho de Batalha & Mantovani (2000), que comparou espécies diferentes nos dois estratos. Aqui comparamos as mesmas espécies nos dois estratos. Pode haver também alguma interferência do método utilizado, já que alguns indivíduos, apesar da pouca altura, aparentavam ter uma idade relativamente avançada, e portanto um sistema radicular já desenvolvido a ponto de alcançar a água subterrânea.

Concluimos que as espécies estudadas no cerrado da fazenda Canchim estão se regenerando satisfatoriamente, com ressalva feita a algumas espécies que tiveram poucos indivíduos amostrados, todos eles com mais de um metro de altura (*Baccharis dracunculifolia*, *Allophylus edulis*, *Atalea geraensis* e *Lafoensia pacari*). Esses resultados devem ser vistos com cuidado, mas podem servir como um aviso sobre possíveis problemas na regeneração dessas espécies, principalmente em caso de perturbações.

A comunidade das espécies lenhosas também aparenta ter uma estabilidade no que se refere a estacionalidade, já que o número de espécies com maior número de indivíduos nas classes de maior ou menor tamanho não apresentou grande variação. O estrato superior foi também estável em relação ao padrão de agregação, já que não houve mudanças relacionadas a estacionalidade.

Com relação à separação do nicho pela fenologia, ocorreu alguma diferença entre os padrões para os estratos. Embora essa diferença não seja tão clara, acreditamos que seja suficiente para resultar em uma estratégia efetiva das espécies para otimizar seu ciclo em um ambiente como o cerrado, sendo capazes de ocupar uma faixa mais ampla dos recursos disponíveis para floração e frutificação. Essa estratégia teria suas vantagens no fato de que a estação chuvosa seria utilizada para estocar reservas que seriam utilizadas na floração e frutificação e, além disso, os polinizadores disponíveis nesta estação teriam atividade melhorada porque as poucas chuvas não danificam as flores como ocorre durante o período chuvoso (Batalha & Mantovani 2000).

Agradecimentos

Agradecemos à Embrapa – Pecuária Sudeste, pela permissão do uso da área para este trabalho, e à Capes, pela concessão da bolsa de Mestrado ao primeiro autor.

Bibliografia

- Batalha, M.A., Aragaki, S. & Mantovani, W. 1997. Variações fenológicas das espécies do cerrado em Emas (Pirassununga, SP). **Acta Botanica Brasilica** 11: 61-78.
- Batalha, M.A. & Mantovani, W. 2000. Reproductive Phenological Patterns of Cerrado Plant Species at the Pé-de-Gigante Reserve (Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brazil): A Comparison Between the Herbaceous and Woody Floras. **Revista Brasileira de Biologia** 60(1): 129-145.
- Coutinho, L.M. 1978. O conceito de cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**. 1: 17-23.
- Durigan, G., Nishikawa, D.L.L., Rocha, E., Silveira, E.R. da, Pulitano, F.M., Regalado, L.B., Carvalhaes, M.A., Paranaguá, P.A. & Ranieri, V.E.L. 2002. Caracterização de dois estratos da vegetação em uma área de cerrado no município de Brotas, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 16(3):251-262.
- Eiten, G. 1972. The cerrado vegetation of Brazil. **Botanical Reviews** 38: 201-341.
- Gibbs, P.E., Leitão Filho, H.F. & Shepherd, G. 1983. Floristic composition and community structure in an area of cerrado in SE Brazil. **Flora** 173: 433-449.
- Goodland, R. 1971. Oligotrofismo e Alumínio no Cerrado. *in* **III Simpósio sobre o cerrado** (coord. Ferri, M.G.) p. 44-60.
- Goodland, R. 1979. Análise ecológica da vegetação do cerrado. *in* **Ecologia do Cerrado** (Goodland, R. & Ferri M. G.) Itatiaia, Belo Horizonte, p. 61-171.
- Goodland, R. & Pollard, R. 1973. The brazilian cerrado vegetation: a fertility gradient. **Journal of Ecol.** 61: 219-224.
- Grubb, P.J., Kelly, D. & Mitchley, J. 1982. The control of relative abundance in communities of herbaceous plants. *in* **The Plant Community as a Working Mechanism** (ed. Newman, E.I.). Blackwell Scientific Publications, London.
- Hay, J.D. Bizerril, M.X., Calouro, A.M., Costa, E.M.N., Ferreira, A.A., Gastal, M.L.A., Goes Jr., C.D., Manzan, D.J., Martins C.R., Monteiro, J.M.G, Oliveira S.A., Rodrigues, M.C.M., Seyffarth, J.A.S. & Walter, B.M.T. 2000. Comparação do padrão da distribuição espacial em escalas diferentes de espécies nativas do cerrado, em Brasília, DF. **Revista Brasileira de Botânica** 23(3): 341-347.
- Köppen, W. 1948. **Climatologia**. Fondo de Cultura Económica, Mexico.
- Kronka, F.S.N. Nalon, M.A., Matsukuma, C.K., Pavão, M., Guillaumon, J.R., Cavalli, A.C., Giannotti, E. Ywane, 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**. Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo.
- Marston, R.A. & Anderson, J.E. 1991. Watersheds and Vegetation of the Greater Yellowstone Ecosystem. **Conservation Biology** 5(3):338-346.
- Mueller-Dombois, D. & Ellenberg, H., 1974. **Aims and Methods of Vegetation Ecology**. John Wiley &

Sons, New York.

Nascimento, M.T. & Saggi, N. 1992. Structure and composition in an area of cerrado in Cuiabá-MT, Brazil.

Revista Brasileira de Botânica. 15(1): 47-55.

Odum, E.P. 1983. **Basic Ecology.** Holt-Saunders, Japan.

Primavesi, O., Primavesi, A.C.P.A., Pedroso, A.F., Camargo, A.C., Rassini, J.B., Filho, J.F., Oliveira, G.P.,
Correa, L.A., Armelin, M.J.A., Vieira, S.R., Dechen, S.C.F.1999. **Microbacia hidrográfica do
Ribeirão Cachim: Um modelo real de laboratório ambiental.** Embrapa Pecuária Sudeste, São
Carlos.

Ratter, J.A., Ribeiro J.F. & Bridgewater, S. 1997. The brazilian Cerrado Vegetation and Threats to its
Biodiversity. **Annals of Botany** 80: 223-230.

Sokal, R.R & Rohlf, F.J. 1995. **Biometry.** W.H. Freeman and Company, New York.

Vianna, V.M. 1990. Biologia e manejo de fragmentos de florestas naturais. In: **Congresso Florestal
Brasileiro**, 6, Curitiba.

Walter, H. 1986. **Vegetação e zonas climáticas.** EPU, São Paulo.

Whitmore, T.C. 1982. On Pattern and Process in Forests, *in* **The Plant Community as a Working
Mechanism** (ed. Newman, E.I.). Blackwell Scientific Publications, London.

Tabela 1. Número de indivíduos amostrados para cada uma das espécies encontradas na estação chuvosa nas sete parcelas estudadas (área total: 700 m²) no cerrado da Fazenda Canchim (São Carlos, SP), levando-se em conta a divisão em quatro classes de altura. São mostradas apenas as espécies com número de indivíduos superior a 30.

Espécie	Classes de altura				total de ind.	densidade por hectare
	< 0,5 m	0,5 a 1 m	1 a 2 m	> 2 m		
<i>Annona montana</i> Macfad.	64	43	33	0	140	2000
<i>Asteraceae</i> sp 2	96	40	3	0	139	1986
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	111	30	6	0	147	2100
<i>Byrsonima intermedia</i> A. Juss.	2436	91	0	2	2529	36129
<i>Campomanesia pubescens</i> (DC.) O. Berg	241	189	217	0	647	9243
<i>Chromolaena squalida</i> (DC.) R.M. King & H. Rob.	21	44	17	0	82	1171
<i>Connarus suberosus</i> Planch.	194	2	0	0	196	2800
<i>Diospyros hispida</i> A. DC.	417	27	0	1	445	6357
<i>Erythroxylon suberosum</i> St. Hilaire	63	28	21	0	112	1600
<i>Galactia decumbens</i> (Benth.) Chodat & Hassl.	11	17	3	0	31	443
<i>Gochnatia pulchra</i> Cabrera	25	23	40	2	90	1286
<i>Guidonia sylvestris</i> (Sw.) Maza	29	6	0	0	35	500
<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc.	29	13	1	1	44	629
<i>Lippia gracilis</i> Schauer	128	121	88	6	343	4900
<i>Mikania</i> sp 1	101	30	1	0	132	1886
<i>Myrcia guianensis</i> DC.	33	10	6	5	54	771
<i>Myrtus langsdorfii</i> (O. Berg) Kuntze	131	1	0	0	132	1886
<i>Ocotea pulchella</i> Mart.	16	7	24	11	58	829
<i>Ouratea spectabilis</i> (Mart. ex Engl.) Engl.	44	27	7	1	79	1129
<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.	19	40	0	0	59	843
<i>Psidium australe</i> Cambess.	1426	142	7	0	1575	22500
<i>Psidium cinereum</i> (Mart. ex DC.) Kuntze	26	15	3	0	44	629
<i>Senna chrysocarpa</i> (Desv.) H.S. Irwin & Barneby	27	27	20	1	75	1071
<i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Standl.	43	8	0	0	51	729
<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltdl.) K. Schum.	8	15	10	0	33	471
Total	5675	953	474	30	7132	101886

Tabela 2. Número de espécies por classe de tamanho nas estações seca e chuvosa no cerrado da Fazenda Canchim (São Carlos, SP). Devido ao baixo número de ocorrências, agrupamos os dados em duas classes (até 1m e maior que 1m de altura). O teste exato de Fisher não apontou correlação entre as variáveis ($p > 0,05$). Os valores entre parênteses são os esperados em caso de não correlação.

Classes de tamanho	Estação	
	Seca	Chuva
< 1m	28 (31,2)	24 (20,8)
≥ 1m	11 (7,8)	2 (5,2)
P= 0,0588		

Tabela 3. Média e desvio padrão do número de indivíduos em cada classe de tamanho nas épocas seca e chuvosa (área total: 700 m²) no cerrado da Fazenda Canchim (São Carlos, SP). O teste “t” detectou diferenças significativas apenas para os indivíduos até 1m. “ns” = diferença não significativa ($P > 0,05$); “*” = diferença significativa ($P < 0,05$); “***” = diferença significativa ($P < 0,001$); poder do teste = $1 - \beta$. Os valores entre parênteses são os esperados em caso de não correlação.

Classes de tamanho	Seca	Chuva		Poder do teste
< 0,5 m	150,29 ± 170,15	805,00 ± 350,63	***	99,4%
0,5 a 1 m	52,86 ± 38,072	172,86 ± 109,03	*	78,5%
1 a 2 m	47,00 ± 40,303	79,00 ± 47,882	ns	27,2%
> 2 m	10,71 ± 12,12	12,14 ± 12,335	ns	2,4%

Tabela 4. Número de espécies com padrão agregado ou aleatório/regular nas estações seca e chuvosa, para os estratos inferior e superior no cerrado da Fazenda Canchim (São Carlos, SP). Os valores entre parênteses são os esperados em caso de não correlação.

Padrão	Estrato			
	Inferior		Superior	
	Seca	Chuva	Seca	Chuva
Aleatório/regular	14 (11,62)	5 (7,37)	6 (6,2)	4 (3,8)
Agregado	27 (29,37)	21 (18,62)	25 (24,8)	15 (15,2)

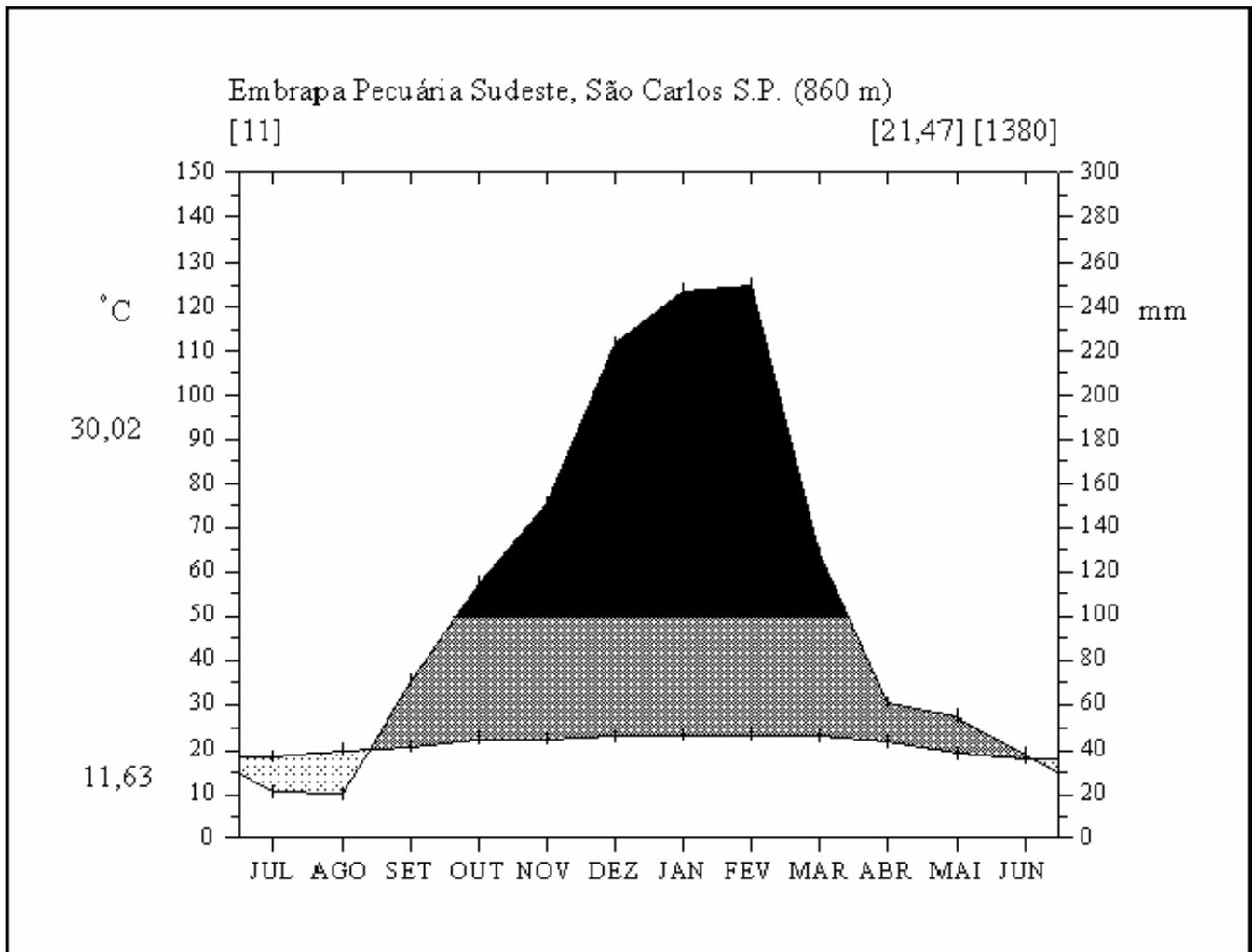


Figura 1. Diagrama climático de Walter (1986) modificado para os anos de 1992 a 2003. Dados de temperatura e pluviosidade fornecidos pela Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, S.P. (860m).

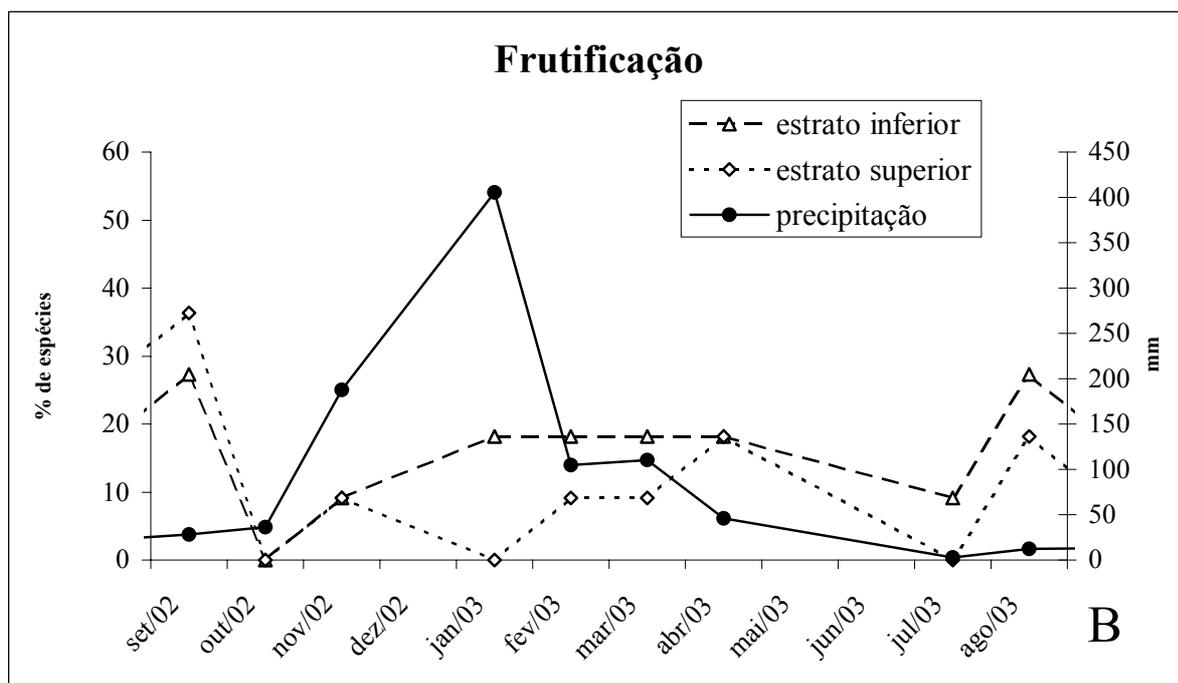
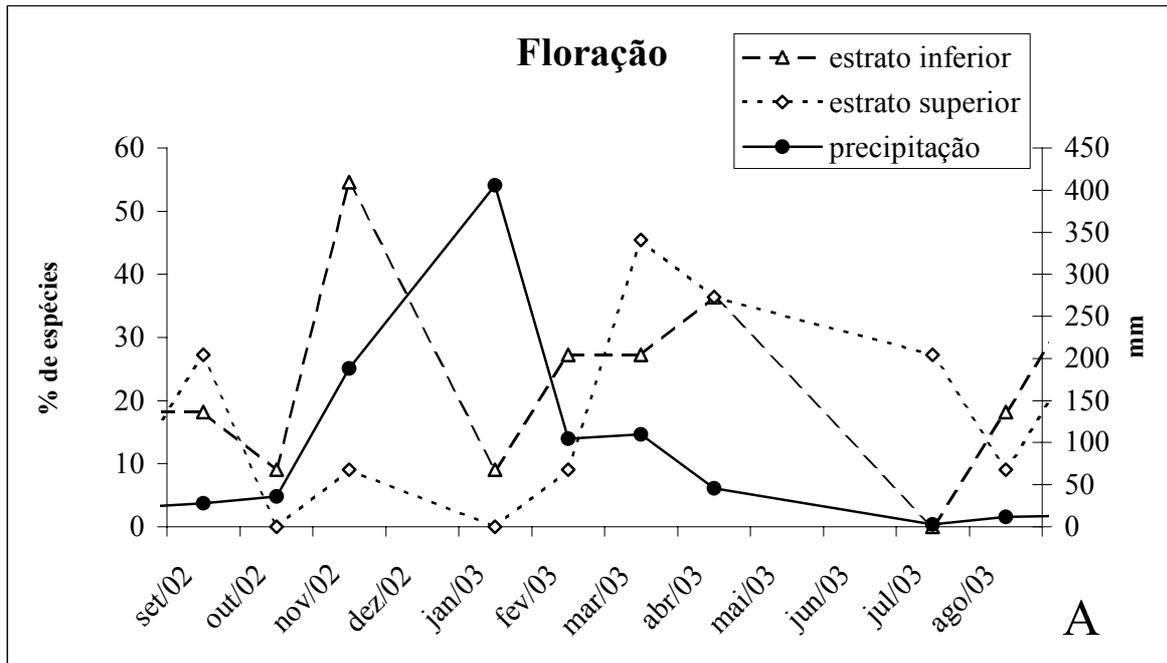


Figura 2. Distribuição da porcentagem do número de espécies lenhosas nos estratos inferior e superior apresentando a fase fenológica (A: floração; B: frutificação) ao longo do período amostrado para o cerrado da Fazenda Canchim (São Carlos, SP). Os valores de precipitação são médias mensais dos anos de 2002 e 2003.

IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A diversidade β do campo cerrado da Fazenda Canchim foi baixa, pois a comparação das duas áreas próximas revelou muitas semelhanças florísticas e estruturais.

O padrão da série logarítmica foi um bom descritor da população em geral, o que ressalta numerosas espécies presentes com baixas densidades. As espécies mais abundantes parecem não estar tendo problemas na regeneração, pelo menos no que diz respeito à existência de indivíduos jovens capazes de manter a população. Sobre as espécies menos abundantes embora não tenhamos informações conclusivas, nossos dados indicaram problemas na sua regeneração. Isso é preocupante, já que a intensa fragmentação ocorrida no cerrado reduz ou mesmo impede o fluxo de animais dispersores, pólen e sementes (Vianna 1990, Lovejoy 1984 *apud* Kronka 1998), dificultando a introdução ou reintrodução de espécies que venham a ser extintas localmente.

O estrato superior apresentou maior equabilidade e maior diversidade β , e também foi estável frente à estacionalidade, com relação à abundância dos indivíduos e ao padrão de agregação das espécies. Isso sugere maior resistência dos indivíduos às adversidades conforme crescem, e um caráter mais dinâmico e sazonal dos indivíduos jovens. A visão de Grubb *et al.* (1982), pode ser aplicada aqui como uma tentativa de explicar a maior equabilidade e diversidade da comunidade arbórea no estrato superior. Segundo esse autor, para que uma espécie permaneça na comunidade ela precisa ter vantagem competitiva sobre as demais ao menos em uma etapa de seu desenvolvimento, portanto se supomos uma comunidade em que está ocorrendo coexistência de espécies, eventuais vantagens que uma espécie tenha frente às outras em determinada etapa serão compensadas em outra, quando outras espécies terão vantagem. Teremos então uma distribuição mais equilibrada e diversa quando os fatores (“filtros”, regulando a densidade das espécies) já tiverem atuado, o que já aconteceu aos indivíduos que chegam a formar o estrato superior.

Os fatores ambientais favoreceram fortemente o padrão de distribuição agregado independentemente do estrato e da área. A mortalidade ou seca dos ramos vegetativos que acomete os indivíduos durante os meses secos, principalmente no estrato inferior, pareceu favorecer o padrão agregado nesse estrato, e o crescimento que ocorre durante a estação chuvosa, os padrões aleatório ou regular. Mas outros fatores também podem ser responsáveis pela distribuição dos indivíduos, o que é indicado pelo fato do padrão normal logarítmico de distribuição ser um bom descritor dessa comunidade. Esse padrão surge quando diversos fatores interagem para resultar em uma variável, em contraste com o padrão da série logarítmica, que surge quando um fator é predominante.

Com relação à separação de nichos pela fenologia, constatamos diferença entre os padrões dos

estratos superior e inferior. Supomos ser essa uma estratégia das espécies para ocupar uma faixa mais ampla dos recursos disponíveis para floração e frutificação aproveitando-se de uma plasticidade fenológica.

A aparente falta de problemas com a regeneração das espécies lenhosas indica que a área conservada na Fazenda Canchim é adequada, e tendo baixa a diversidade β , não teria de fato uma grande exigência em termos de área. Além disso, essa área é cercada por formações de cerradão e mata galeria, o que provavelmente diminui o impacto sobre essa vegetação. No entanto, a existência de um grande número de espécies com baixas densidades populacionais demanda estudo e proteção adicional à área, já que eventuais impactos podem causar a perda destas espécies.

Bibliografia referente à introdução geral e considerações finais

- Batalha, M.A. & Mantovani, W. 2001. Floristic composition of the Cerrado in the Pé-de-Gigante Reserve (Santa Rita do Passa Quatro, Southeastern Brazil). **Acta Botanica Brasilica** 15(3): 289-304.
- Batalha, M.A. & Mantovani, W. 2000. Reproductive Phenological Patterns of Cerrado Plant Species at the Pé-de-Gigante Reserve (Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brazil): A Comparison Between the Herbaceous and Woody Floras. **Revista Brasileira de Biologia** 60(1): 129-145.
- 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 Missouri Botanical Garden** 86: 192-224.
- Coutinho, L.M. 1978. O conceito de cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**. 1: 17-23.
- Felfili, M.C. & Felfili, J.M. 2001. Diversidade alfa e beta no cerrado *sensu stricto* da Chapada Pratinha, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 15(2): 243-254.
- Grubb, P.J., Kelly, D. & Mitchley, J. 1982. The control of relative abundance in communities of herbaceous plants. *in* **The Plant Community as a Working Mechanism** (ed. Newman, E.I.). Blackwell Scientific Publications, London.
- Heringer, E.P., Barroso, G.M., Rizzo, J.A. & Rizzini, C.T. 1977. A flora do Cerrado. *In* **IV Simpósio sobre o cerrado** (G. Ferri coord.). EDUSP, São Paulo.
- Kronka, F.S.N. Nalon, M.A., Matsukuma, C.K., Pavão, M., Guillaumon, J.R., Cavalli, A.C., Giannotti, E. Ywane, 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**. Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo.
- Magurran, A.E. 1988. **Ecological Diversity and Its Measurement**. Chapman and Hall, New York.
- Marston, R.A. & Anderson, J.E. 1991. Watersheds and Vegetation of the Greater Yellowstone Ecosystem. **Conservation Biology** 5(3):338-346.
- Martins, F. R. 1999. **Noções sobre a vegetação dos cerrados brasileiros**. Apostila preparada como parte do

Programa de Ensino do Projeto Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo para atualização de professores. 16-18/04/1999.

Ratter, J.A. & Ribeiro, J.F. 1996. Biodiversity of flora of the cerrado. In **Anais /Proceedings of the VIII Simpósio sobre o cerrado/ 1st International Symposium on Tropical Savannas** (R.C. Pereira & L.C.B. Nasser, eds.) Embrapa/CPAC, p.3-6.

Ratter, J.A., Ribeiro J.F. & Bridgewater, S. 1997. The brazilian Cerrado Vegetation and Threats to its Biodiversity. **Annals of Botany** 80: 223-230.

Rizzini, C.T. 1963. A flora do cerrado. Análise florística das savannas centrais. In **Simpósio sobre o cerrado** (M.G. Ferri, org.). Edusp, São Paulo, p.126-177.