

## VARIAÇÕES FENOLÓGICAS DAS ESPÉCIES DO CERRADO EM EMAS (PIRASSUNUNGA, SP)

Marco Antonio Batalha<sup>1,2</sup>

Sônia Aragaki<sup>2</sup>

Waldir Mantovani<sup>2</sup>

Enviado em 28/9/96. Aceito em 26/6/97

**RESUMO** — (Variações fenológicas das espécies do cerrado em Emas - Pirassununga, SP). Foi estudada a flora vascular de uma área de cerrado, situada no distrito de Emas, município de Pirassununga, Estado de São Paulo (aproximadamente, 22°02'S e 47°30'W). Entre abril de 1994 e abril de 1995, realizou-se um levantamento florístico, em que foram amostradas 358 espécies. A partir dos dados deste levantamento, estudaram-se as variações fenológicas das espécies, procurando analisá-las como estratégias adaptativas. Os componentes herbáceo-subarbusitivo e arbustivo-arbóreo comportaram-se de maneira distinta. As espécies arbustivo-arbóreas floresceram principalmente no início da estação chuvosa, enquanto que as herbáceo-subarbusitivas produziram flores, de modo geral, apenas no final da estação úmida, após período de acúmulo de carboidratos. As espécies do componente herbáceo-subarbusitivo tiveram pico de frutificação no final da estação chuvosa, qualquer que fosse a síndrome de dispersão de seus diásporos. Já as espécies do componente arbustivo-arbóreo apresentaram comportamentos distintos, conforme a síndrome de dispersão. As espécies zoocóricas frutificaram ao longo de toda estação úmida, enquanto que as anemocóricas e autocóricas produziram frutos, principalmente no início da estação seca.

**Palavras-chave:** cerrado, savana, Emas, fenologia

**ABSTRACT** — (Phenological variations of the cerrado species in Emas — Pirassununga, SP). The vascular flora of the cerrado in Emas district, Pirassununga municipality, São Paulo State (approximately 22°02'S and 47°30'W) was studied. Between April 1994 and April 1995 a floristic survey was carried out, when 358 species, representing 227 genera and 78 families, were found. During this survey, the phenological variations were observed and analysed as adaptive strategies. The woody and herbaceous components had distinct behaviours. The woody species flowered mainly at the beginning of the rainy season, while the herbaceous ones produced flowers generally at the end of that season, after a period of carbohydrate accumulation. The herbaceous species

<sup>1</sup> Bolsa de Iniciação Científica, FAPESP, processo nº 94/0904-4

<sup>2</sup> Departamento de Ecologia Geral, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, C.P. 11.461, CEP 05499-900, São Paulo, SP, Brasil

produced fruits specially at the end of the rainy season whatever its dispersion syndrome was. The woody ones showed different patterns depending on its dispersion syndrome. The zoochorous species fruited along the whole rainy season, while the anemochorous and autochorous ones produced fruits principally at the beginning of the dry season.

**Key words:** cerrado, savanna, southeastern Brazil, phenology

## Introdução

As espécies de cerrado, como aquelas de outras formações sob climas estacionais, apresentam variações sazonais no que diz respeito à produção de folhas, flores e frutos, que representam adaptações a fatores bióticos ou abióticos (Schaik *et al.* 1993). Estas adaptações se dão por características estruturais ou funcionais (Rachid 1947; Rachid-Edwards 1956; Labouriau 1963; Rizzo *et al.* 1971; Barradas 1972; Rizzini 1976 Barros & Caldas 1980; Coutinho 1980; Figueiredo & Dietrich 1981) e podem ser vegetativas ou reprodutivas (Rizzini 1976). Tais adaptações podem ser estudadas pela fenologia, analisando-se o periodismo da vegetação.

Lieth (1974) define fenologia como o estudo da ocorrência de eventos biológicos, a influência dos fatores bióticos ou abióticos nestes eventos e as relações entre as fenofases de espécies diferentes ou de uma única espécie. Estes eventos estão relacionados a um ou mais fatores ecológicos e representam estratégias adaptativas que possibilitam a determinada população superar um problema (Martins 1982).

O estudo dos padrões fenológicos é importante para a compreensão da dinâmica de comunidades vegetais (Fournier 1969) e, conseqüentemente, para o manejo da vegetação (Ribeiro & Castro 1986).

Este trabalho tem como objetivo analisar as variações fenológicas das espécies de uma área de cerrado, procurando entendê-las como estratégias adaptativas e compará-las com os resultados encontrados em outros trabalhos (Rizzo *et al.* 1971; Aoki & Santos 1980; Barros & Caldas 1980; Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 1983; Mantovani & Martins 1988; Nascimento *et al.* 1990; Miranda 1995; Morais *et al.* 1995).

## Material e métodos

Foi estudada uma área marginal de cerrado localizada no distrito de Emas, município de Pirassununga, Estado de São Paulo (aproximadamente, 47°30'W e 22°02'S). Esta região situa-se sob clima Cwa de Köppen (1948), isto é, temperado, macrotérmico, moderadamente chuvoso, com inverno seco. A fisionomia predominante nesta área é a de campo cerrado, com manchas de campo sujo, cerrado *sensu stricto* e cerradão.

Analisaram-se os dados climáticos coletados, entre 1986 e 1995, na estação meteorológica mais próxima da região estudada, localizada no município de Santa Rita do Passa Quatro (21°40'S e 47°30'W, altitude de 715m). A partir destes dados,

foi calculado o balanço hídrico (Thorntwaite & Mather 1955) e o diagrama climático (Walter 1986), considerando o armazenamento de água no solo de 100mm.

As variações fenológicas das espécies de cerrado foram estudadas a partir dos dados encontrados no levantamento florístico realizado entre abril de 1994 e abril de 1995 (Batalha *et al.*, no prelo), quando, em 16 excursões de coleta, a intervalos de 20 a 30 dias, foram amostradas 358 espécies, pertencentes a 227 gêneros e 78 famílias.

Durante as excursões, foram anotadas informações sobre a abscisão foliar, a morte dos ramos de brotamento e dos indivíduos de espécies anuais, a dormência e o brotamento das gemas, a produção de flores ou frutos e as formas de vida dos indivíduos.

Tais variações foram analisadas separadamente como adaptações vegetativas e reprodutivas. As observações sobre as adaptações vegetativas referem-se, de modo geral, à vegetação como um todo e não a uma determinada espécie.

As síndromes de dispersão dos diásporos foram determinadas de acordo com Pijl (1972) e as formas de vida, segundo Raunkiaer (1934). A análise das variações fenológicas seguiu a metodologia de Mantovani & Martins (1988).

## Resultados e discussão

Clima — O climadiagrama (Fig. 1) mostra que o período seco vai de junho a agosto. A pluviosidade e a temperatura anual média corresponderam, respectivamente, a 1499mm e 21,5°C. O climadiagrama aqui apresentado é muito semelhante àquele construído por Grise (1971) para Pirassununga. O balanço hídrico climático (Fig. 2) indica que entre julho e setembro há déficit de água.

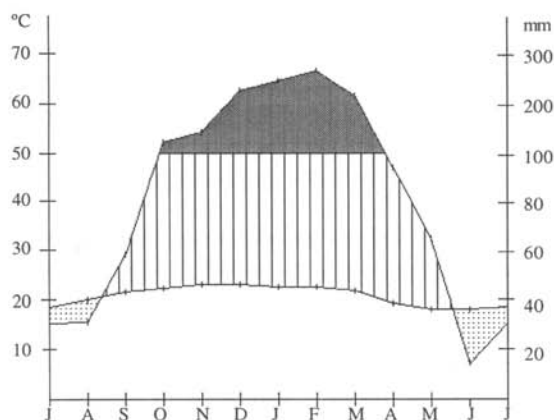


Figura 1. Climadiagrama da região de Santa Rita do Passa Quatro (21°43'S e 47°35'W, altitude de 715m), entre os anos de 1986 e 1995.

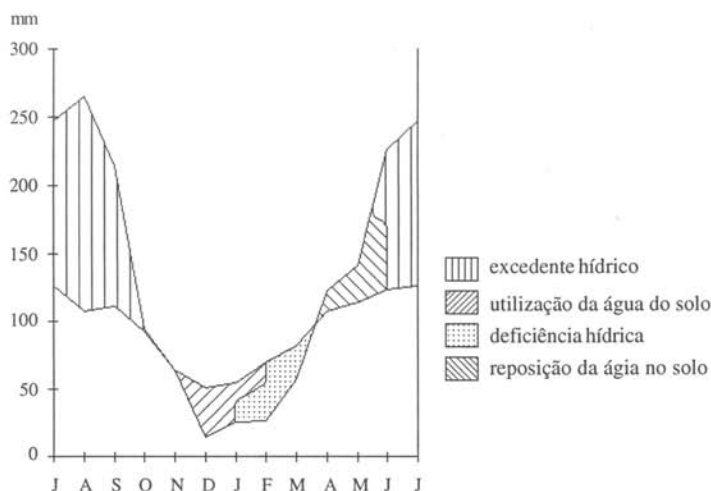


Figura 2. Balanço hídrico da região de Santa Rita do Passa Quatro ( $21^{\circ}43'S$  e  $47^{\circ}35'W$ , altitude de 715m), entre os anos de 1986 e 1995.

**Adaptações vegetativas** — Como adaptações vegetativas, foram consideradas a abscisão foliar, a morte de ramos de brotamento e de indivíduos de espécies anuais, a dormência das gemas e o brotamento.

A deciduidade foliar e a morte dos ramos de brotamento e das espécies anuais tornaram-se evidentes a partir de junho, atingindo seu máximo do final de julho a meados de agosto. A cobertura vegetal, em seus diferentes estratos, alcançou seu mínimo no início de setembro. Esse período está compreendido naquele mais seco do ano, que vai do fim de junho o início de setembro, quando, concomitantemente à diminuição de pluviosidade e da temperatura média mensal (Fig. 1), há queda na umidade relativa média mensal e no comprimento do dia (Grise 1971). Esses resultados estão de acordo com aqueles obtidos em Goiânia por Rizzo *et al.* (1971), em Brasília por Barros & Caldas (1980) e Moraes *et al.* (1995), em Mogi-Guaçu por Mantovani & Martins (1988), em Cuiabá por Nascimento *et al.* (1990) e em Alterdo-Chão por Miranda (1995).

A queda das folhas é estimulada, além da sua própria idade (Oosting 1956), por fatores ambientais, principalmente a seca e a deficiência de nitrogênio (Salisbury & Ross 1992). A abscisão foliar seria uma adaptação vegetativa contra a perda de água (Rizzini 1979) e carbono (Kikuzawa 1995), permitindo a sobrevivência do indivíduo em condições desfavoráveis. Os nutrientes das folhas, principalmente nitrogênio e fósforo, seriam translocados destas para outros órgãos, aumentando não só as possibilidades de sobrevivência das plantas perenes como sua produtividade (White 1972 Gerloff 1976; Bloom *et al.* 1985). Nascimento *et al.* (1990) estudaram a herbivoria e a longevidade foliar em duas espécies e concluíram que estes dois parâmetros não estavam relacionados.

Segundo Mantovani & Martins (1988), o padrão fenológico vegetativo da maioria das espécies herbáceas está mais relacionado às adaptações reprodutivas do que aquele das espécies arbustivo-arbóreas. Os ramos aéreos das espécies geófitas e hemicriptófitas morrem após a floração e a frutificação, reduzindo normalmente a planta ao seu sistema subterrâneo. Plantas com xilopódio podem emitir mais de um ramo de brotamento em diferentes épocas do ano.

Tenório (1969) observou, em gramíneas, que seu desenvolvimento vegetativo propicia o acúmulo de carboidratos para a floração e frutificação. A necessidade das espécies herbáceas de elaborarem e acumularem carboidratos antes de florescerem e frutificarem também foi observada por Figueiredo & Dietrich (1981), que estudaram os compostos de reserva e o metabolismo do xilopódio de *Ocimum nudicaule* Benth. (Lamiaceae). Estes autores verificaram que o conteúdo de açúcares redutores e proteínas decresce do início da dormência à fase de brotamento, aumentando com o início da floração. O conteúdo de carboidrato total, por sua vez, é baixo no início da dormência, aumentando até o começo da fase de brotamento, a partir do que diminui progressivamente, aumentando mais uma vez na época de floração. Após a floração, as concentrações de carboidratos totais e açúcares redutores são novamente reduzidas, iniciando-se o período de dormência.

A dormência das gemas pode ser induzida por baixas temperaturas, variação do fotoperíodo (Figueiredo & Dietrich 1981; Salisbury & Ross 1992) ou estresse hídrico (Valio 1979).

Em Pirassununga, o período de dormência variou entre cada espécie, porém, para a maioria, o brotamento se deu a partir do início de outubro, atingindo seu máximo no final deste mês. Este período coincide com os aumentos acentuados da pluviosidade e das médias de temperatura (Fig. 1), bem como da umidade relativa do ar e da reposição de água no solo, que se iniciam a partir do final de setembro (Grise 1971). A produção de algumas auxinas, responsáveis pelo crescimento, é inibida pela diminuição do comprimento do dia. À medida que o fotoperíodo aumenta, essas substâncias passam a ser sintetizadas novamente e a planta retoma seu desenvolvimento (Oosting 1956), procurando maximizar sua produtividade (Schaik *et al.* 1993). A quebra de dormência nas espécies herbáceas pode estar relacionada com o aumento na temperatura e às variações no peso seco dos órgãos subterrâneos (Figueiredo & Dietrich 1981). O brotamento coincidiu com o final da estação seca e início da chuvosa também nas espécies estudadas em Goiânia (Rizzo *et al.* 1971), em Mogi-Guaçu (Mantovani & Martins 1988) e em Cuiabá (Nascimento *et al.* 1990).

Adaptações reprodutivas — Ainda que a reprodução vegetativa seja freqüente no cerrado (Labouriau 1963; Rizzini 1976), as épocas de floração e de frutificação foram analisadas como adaptações reprodutivas, relacionando-as com as variações climáticas, as adaptações a polinizadores e a dispersão dos diásporos.

O número de espécies em floração foi mais elevado no período que vai de outubro a abril, atingindo seu valor máximo em março e mínimo em julho (Fig. 3). Este

padrão foi o mesmo observado por Mantovani & Martins (1988) para Mogi-Guaçu. Neste período, a pluviosidade, o comprimento do dia, a temperatura e a umidade relativa médias mensais são maiores e estão diretamente relacionadas com o aumento na floração. Entretanto, Aoki & Santos (1980), no Distrito Federal, e Miranda (1995), no Pará, encontraram um padrão distinto, em que a maioria das espécies floresceu no período seco do ano.

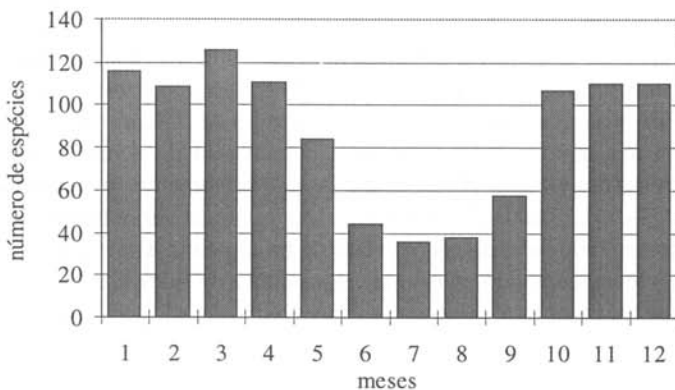


Figura 3. Números totais de espécies em floração ao longo do ano no cerrado de Emas, Pirassunga, SP (47°30'W e 22°02'S, altitude média de 575m). 1= janeiro, 2= fevereiro, 3= março, 4= abril, 5= maio, 6= junho, 7= julho, 8= agosto, 9= setembro, 10= outubro, 11= novembro, 12= dezembro.

O período de floração, por sua vez, influenciou na frutificação. A Fig. 4 mostra que a produção de frutos foi também maior no período chuvoso, porém ligeiramente deslocada para a direita, ou seja, ocorrendo imediatamente após floração.

Diversas espécies arbustivo-arbóreas não foram encontradas férteis durante o período de coleta, como, por exemplo: *Lithraea molleoides* (Vell.) Engl. (Anacardiaceae), *Jacaranda rufa* Silva Manso (Bignoniaceae), *Machaerium villosum* Vogel (Fabaceae), *Ocotea corymbosa* (Meiss.) Mez (Lauraceae), *Virola sebifera* Aubl. (Myristicaceae), *Ouratea castaneaefolia* (A. DC.) Engl. (Ochnaceae), *Roupala montana* Aubl. (Proteaceae), *Zanthoxylum rhoifolium* Lam. (Rutaceae) e *Qualea parviflora* Mart. (Vochysiaceae). Labouriau (1963) afirmou que, no cerrado, várias espécies não florescem todos os anos, enquanto outras o fazem mais de uma vez por ano. Mantovani & Martins (1988) levantaram a hipótese de que se a propagação vegetativa é freqüente, a não floração por um ou mais anos poderia representar uma estratégia adaptativa, pois reservas seriam economizadas e herbívoros e parasitas que dependessem de sincronia na floração seriam evitados.

A emissão de ramos de brotamento pôde ser observada antes, durante ou depois da floração. Por exemplo, *Eriotheca gracilipes* (K. Schum.) A. Robyns (Bombacaceae) floresceu antes da abscisão foliar. *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex

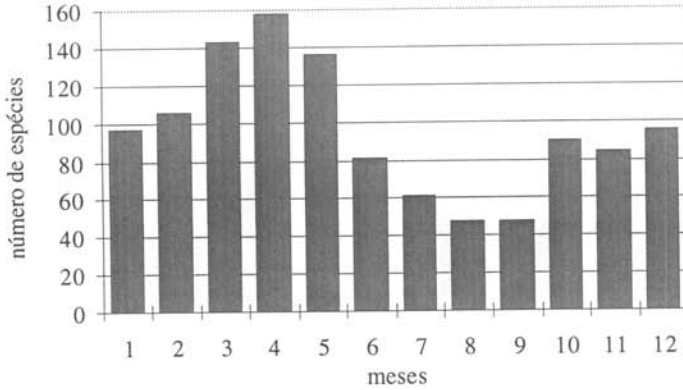


Figura 4 - Números totais de espécies em frutificação ao longo do ano no cerrado de Emas, Pirassununga, SP (47°30' W e 22°02' S, altitude média de 575m). 1= janeiro, 2= fevereiro, 3= março, 4= abril, 5= maio, 6= junho, 7= julho, 8= agosto, 9= setembro, 10= outubro, 11= novembro, 12= dezembro.

S. Moore (Bignoniaceae), *T. ochracea* (Cham.) Standl. (Bignoniaceae) e *Pseudobombax longiflorum* (Mart. & Zucc.) A. Robyns (Bombacaceae) começaram a florescer quando não havia folhas nos indivíduos. Este padrão de floração pode ser visto como uma estratégia para tornar as flores mais aparentes para os polinizadores. A floração e o brotamento de espécies do cerrado antes do início da estação chuvosa já havia sido mencionado por Rawitscher (1942) e indicam a disponibilidade de água neste período, pelo menos para as espécies com sistema radicular profundo (Ferri 1944).

Muitas espécies também iniciaram sua floração concomitante ao brotamento, tais como *Copaifera langsdorfii* Desf. (Caesalpinaceae), *Platypodium elegans* Vogel (Fabaceae), *Byrsonima coccolobifolia* Kunth (Malpighiaceae), *B. intermedia* A. Juss. (Malpighiaceae), *B. verbascifolia* (L.) Rich ex A. Juss. (Malpighiaceae), *Anadenanthera falcata* (Benth.) Speg. (Mimosaceae), *Dimorphandra mollis* Benth. (Mimosaceae), *Campomanesia pubescens* (A. DC.) O. Berg (Myrtaceae), *Eugenia dysenterica* A. DC. (Myrtaceae), *E. pitanga* (O. Berg) Kiaersk. (Myrtaceae) e *Aegiphila lhotskiana* Cham. (Verbenaceae).

O espectro biológico (Fig. 5) mostra que o componente herbáceo-subarbustivo, formado pelas caméfitas, epífitas, geófitas, hemicriptófitas, lianas, semi-parasitas vasculares e terófitas, representou 72,35% das espécies amostradas, enquanto que o componente arbustivo-arbóreo, composto pelas fanerófitas, representou 28,77% das espécies. A alta proporção de espécies herbáceo-subarbustivas se deve ao predomínio de fisionomias abertas do cerrado na área. Desse modo, este componente terá maior influência nos resultados da flora como um todo.

Somente em novembro as terófitas iniciaram sua floração, com a maioria das espécies florescendo em março (Fig. 6). A frutificação ocorreu durante todo o ano, porém, com maior número de espécies entre março e maio (Fig. 7). Este padrão já

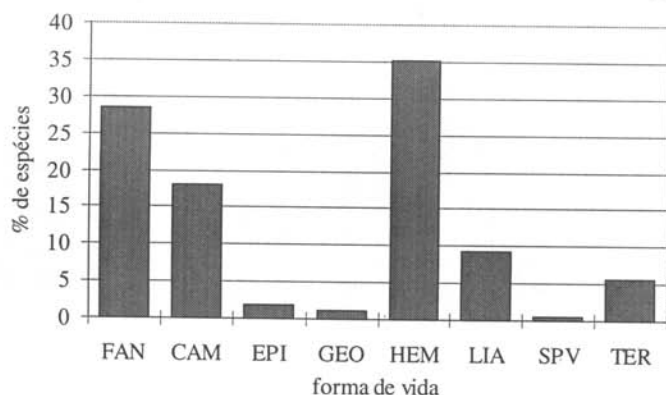


Figura 5 - Espectro biológico das espécies do cerrado de Emas, Pirassunga, SP (47°30'W e 22°02'S, altitude média de 575m). FAN= fanerófitas; CAM= caméfitas; EPI= epífitas; GEO= geófitas; HEM= hemicriptófitas; LIA lianas; SPV= semiparasitas vasculares; TER= terófitas.

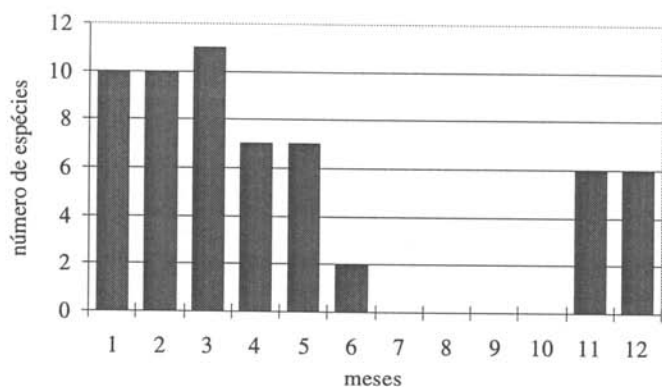


Figura 6 - Número de espécies terófitas em floração ao longo do ano no cerrado de Emas, Pirassunga, SP (47°30'W e 22°02'S, altitude média de 575m). 1= janeiro, 2= fevereiro, 3= março, 4= abril, 5= maio, 6= junho, 7= julho, 8= agosto, 9= setembro, 10= outubro, 11= novembro, 12= dezembro.

havia sido encontrado por Mantovani & Martins (1988), em Mogi-Guaçu, e evidencia a necessidade das espécies terófitas de elaborarem e acumularem carboidratos antes de florescerem e frutificarem (Cohen 1976).

Comparando-se os padrões de floração e de frutificação das terófitas com aquele de todas as plantas do componente herbáceo-subarbustivo (Fig. 8 e 9) verifica-se que são muito semelhantes. Os maiores números de espécies florescendo foram encontrados entre janeiro e abril e, frutificando, entre março e abril, após o período de acúmulo e elaboração de carboidratos (Figueiredo & Dietrich 1981). Isto ressalta a importância das estruturas de reprodução vegetativa e de reserva na manutenção do espaço ocupado



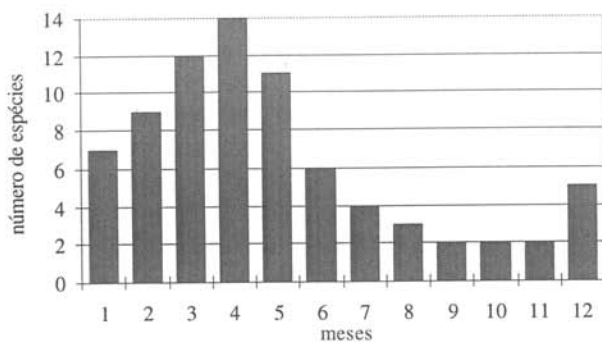


Figura 7. Número de espécies terófitas em frutificação ao longo do ano no cerrado de Emas, Pirassungua, SP (47°30'W e 22°02'S, altitude média de 575m). 1= janeiro, 2= fevereiro, 3= março, 4= abril, 5= maio, 6= junho, 7= julho, 8= agosto, 9= setembro, 10= outubro, 11= novembro, 12= dezembro.

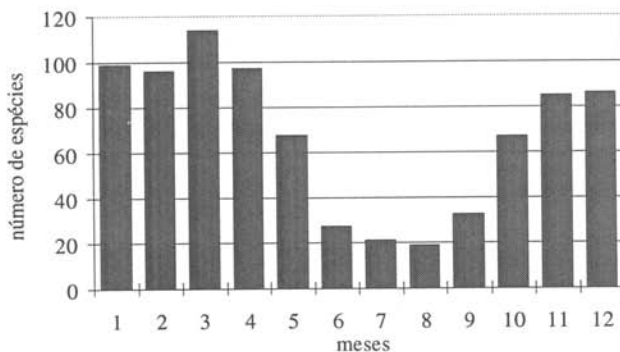


Figura 8. Número de espécies herbáceo-subarbusivas em floração ao longo do ano no cerrado de Emas, Pirassungua, SP (47°30'W e 22°02'S, altitude média de 575m). 1= janeiro, 2= fevereiro, 3= março, 4= abril, 5= maio, 6= junho, 7= julho, 8= agosto, 9= setembro, 10= outubro, 11= novembro, 12= dezembro.

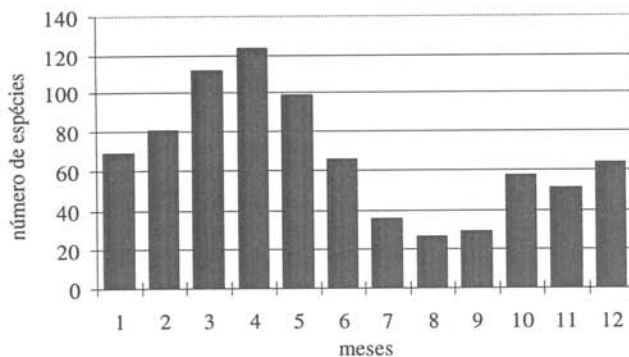


Figura 9. Número de espécies herbáceo-subarbusivas em frutificação ao longo do ano no cerrado de Emas, Pirassungua, SP (47°30'W e 22°02'S, altitude média de 575m). 1= janeiro, 2= fevereiro, 3= março, 4= abril, 5= maio, 6= junho, 7= julho, 8= agosto, 9= setembro, 10= outubro, 11= novembro, 12= dezembro.

pelos indivíduos, pois as reservas contidas nos órgãos subterrâneos são utilizadas para o brotamento (Figueiredo & Dietrich 1981; Mantovani & Martins 1988).

Algumas espécies herbáceas, como *Pfaffia helichrysoides* (Moq.) Kuntze (Amaranthaceae), *P. jubata* Mart. (Amaranthaceae), *Macrosiphonia longiflora* Mill. Arg. (Apocynaceae), *Vernonia grandiflora* Less. (Asteraceae), *V. herbacea* (Vell.) Rusby (Asteraceae), *Anemopaegma arvense* (Vell.) Stellf. (Bignoniaceae), *Eriope crassipes* Benth. (Lamiaceae), *Crumenaria polygaloides* Reissek (Rhamnaceae), *Pradosia brevipes* (Pierre) Penn. (Sapotaceae) e *Acromia massleri* (Barb. Rodr.) Hahn (Areaceae) floresceram após as queimadas ocorridas em agosto e setembro, mostrando uma resposta adaptativa ao fogo, que permite maior sincronia na floração (Coutinho 1980) e maior eficiência na dispersão dos diásporos (Coutinho 1977).

Em *Pfaffia helichrysoides* houve, além da floração após a queimada, uma segunda floração ao final da estação úmida. Mantovani & Martins (1988) observaram que, em plantas com xilopódio, pode ocorrer floração em mais de uma época do ano.

O padrão reprodutivo encontrado nas espécies herbáceo-subarbustivas é bem distinto daquele observado para as espécies arbustivo-arbóreas (Fig. 10 e 11). O período de floração das espécies deste componente está concentrado nos meses de setembro a dezembro, isto é, no início da estação chuvosa. Novamente, esses resultados estão de acordo com os de Mantovani & Martins (1988). A época de frutificação está mais distribuída ao longo do ano, contudo, observa-se uma nítida diminuição no período mais seco, entre junho e setembro.

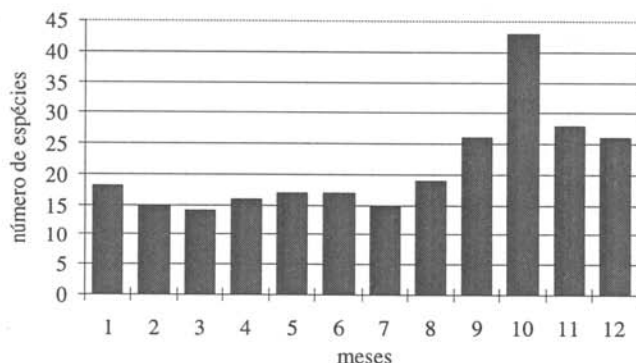


Figura 10. Número de espécies arbustivo-arbóreas em floração ao longo do ano no cerrado de Emas, Pirassunga, SP (47°30'W e 22°02'S, altitude média de 575m). 1= janeiro, 2= fevereiro, 3= março, 4= abril, 5= maio, 6= junho, 7= julho, 8= agosto, 9= setembro, 10= outubro, 11= novembro, 12= dezembro.

Com exceção das gramíneas e ciperáceas, a maioria das espécies é zoófila. Segundo Janzen (1980), tais espécies apresentam duas estratégias adaptativas em função da necessidade de polinização cruzada e da distância entre as plantas: (i) floração sazonal, em que existe uma produção abundante de flores por curtos períodos, atraindo insetos não especializados; (ii) floração contínua, em que a espécie produz poucas flores diariamente por longos períodos, atraindo polinizadores especializados.

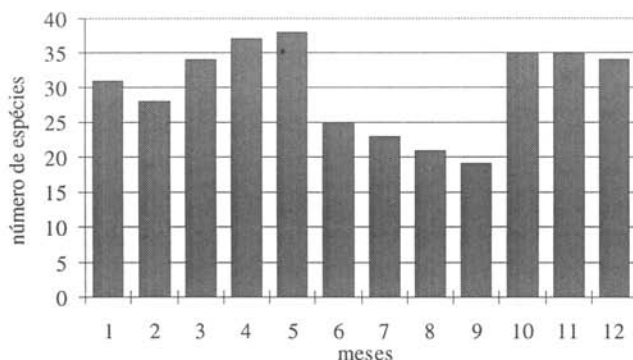


Figura 11. Número de espécies arbustivo-arbóreas em frutificação ao longo do ano no cerrado de Emas, Pirassununga, SP (47°30'W e 22°02'S, altitude média de 575m). 1= janeiro, 2= fevereiro, 3= março, 4= abril, 5= maio, 6= junho, 7= julho, 8= agosto, 9= setembro, 10= outubro, 11= novembro, 12= dezembro.

Entre as espécies herbáceo-subarbusivas que floresceram, 56,37% o fizeram por um período de até três meses e o restante por um período maior que quatro meses (Fig. 12). No que diz respeito às espécies arbóreo-arbustivas que floresceram, cerca de 42,42% o fizeram durante um período de três meses ou menos e as demais por mais de quatro meses (Fig. 13). Assim, no primeiro caso, há um predomínio da estratégia de floração sazonal, enquanto que no segundo predomina a floração contínua. Rathcke & Lacey (1985) afirmaram que plantas que necessitam de mais recursos para a reprodução, como é o caso das espécies herbáceas, que só florescem após período de acúmulo de carboidratos, devem produzir flores não só mais tarde como por um tempo mais curto. Mantovani & Martins (1988), entretanto, encontraram um padrão diferente, em que a maioria das espécies arbóreo-arbustivas floresceu por até dois meses, ao mesmo tempo que as espécies herbáceo-subarbusivas apresentaram as duas estratégias.

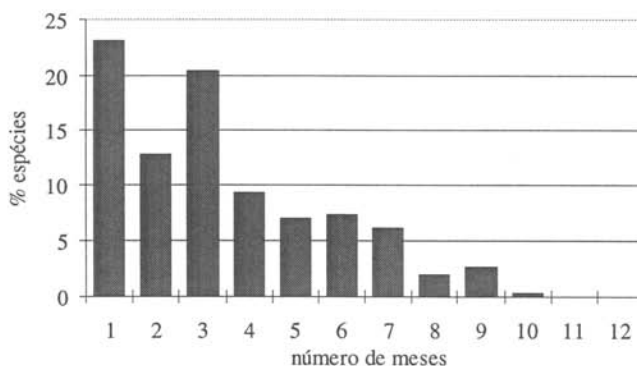


Figura 12. Distribuição, em porcentagem, das espécies herbáceo-subarbusivas coletadas no cerrado de Emas, Pirassununga, SP (47°30'W e 22°02'S, altitude média de 575m), segundo o total de meses de floração. 1= janeiro, 2= fevereiro, 3= março, 4= abril, 5= maio, 6= junho, 7= julho, 8= agosto, 9= setembro, 10= outubro, 11= novembro, 12= dezembro.

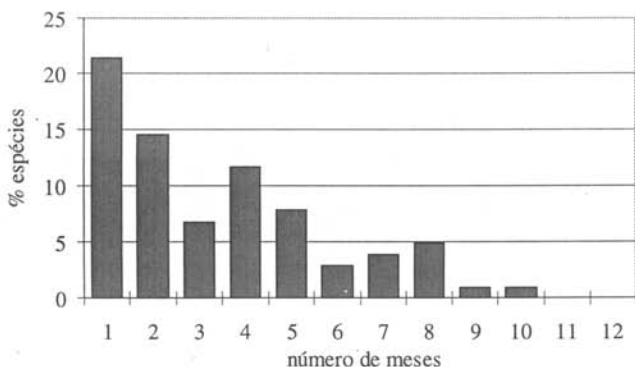


Figura 13. Distribuição, em porcentagem, das espécies arbustivo-arbóreas coletadas no cerrado de Emas, Pirassunga, SP (47°30'W e 22°02'S, altitude média de 575m), segundo o total de meses de floração. 1= janeiro, 2= fevereiro, 3= março, 4= abril, 5= maio, 6= junho, 7= julho, 8= agosto, 9= setembro, 10= outubro, 11= novembro, 12= dezembro.

Do total de espécies encontradas, 33,52% são anemocóricas, 27,93% são autocóricas e 38,55% são zoocóricas (Fig. 14). Essas proporções se aproximam daquelas obtidas por Mantovani & Martins (1988) em Mogi-Guaçu. Levando-se em conta apenas o componente herbáceo-subarbustivo, a proporção é de 36,29%, 34,75% e 28,96% de espécies anemocóricas, autocóricas e zoocóricas, respectivamente. Para o componente arbustivo-arbóreo, 25,24% das espécies são anemocóricas, 9,71%, autocóricas e a maioria, 65,05%, é zoocórica. Do total de espécies anemocóricas, 78,33% pertencem ao primeiro componente, bem como 90% das autocóricas, enquanto 48,55% das espécies zoocóricas estão no componente arbustivo-arbóreo.

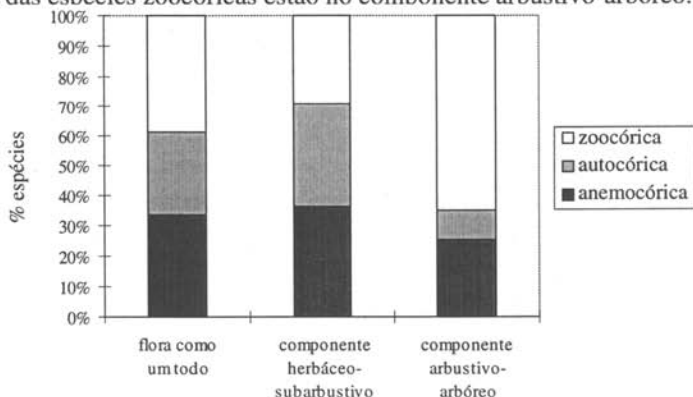


Figura 14. Distribuição, em porcentagem, das síndromes de dispersão das espécies do cerrado de Emas, Pirassunga, SP (47°30'W e 22°02'S, altitude média de 575m).

As espécies anemocóricas do cerrado de Emas floresceram principalmente entre outubro e maio, com maior número de espécies em março para a flora como um todo e para o componente herbáceo-subarbusitivo (Fig. 15 e 17). No componente arbustivo-arbóreo, por sua vez, os meses com os maiores números de espécies florescendo foram outubro e novembro (Fig. 19). Para a maioria das espécies, a frutificação ocorreu entre abril e maio (Fig. 16). No componente herbáceo-subarbusitivo, a maioria das espécies frutificou entre março e maio (Fig. 18), enquanto que no arbustivo-arbóreo a frutificação foi mais dispersa, com a maioria entre outubro e junho (Fig. 20).

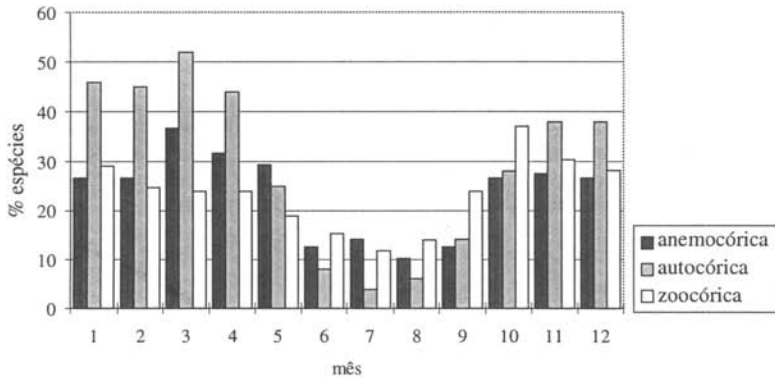


Figura 15. Distribuição, em porcentagem, das espécies em floração ao longo do ano no cerrado de Emas, Pirassunga, SP (47°30' W e 22°02' S, altitude média de 575m), de acordo com a síndrome de dispersão de seus diásporos. 1= janeiro, 2= fevereiro, 3= março, 4= abril, 5= maio, 6= junho, 7= julho, 8= agosto, 9= setembro, 10= outubro, 11= novembro, 12= dezembro.

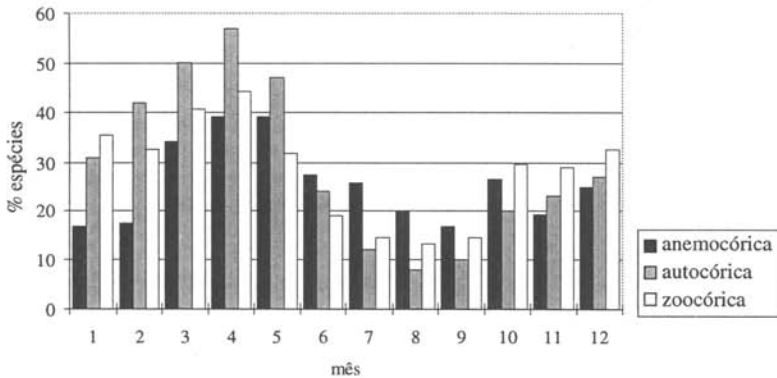


Figura 16. Distribuição, em porcentagem, das espécies em frutificação ao longo do ano no cerrado de Emas, Pirassunga, SP (47°30' W e 22°02' S, altitude média de 575m), de acordo com a síndrome de dispersão de seus diásporos. 1= janeiro, 2= fevereiro, 3= março, 4= abril, 5= maio, 6= junho, 7= julho, 8= agosto, 9= setembro, 10= outubro, 11= novembro, 12= dezembro.

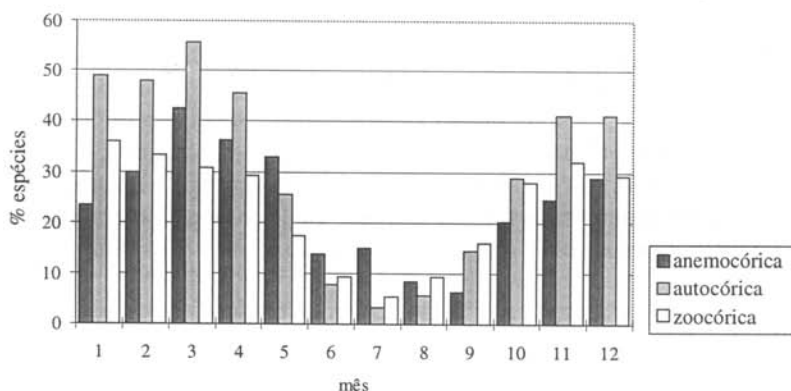


Figura 17. Distribuição, em porcentagem, das espécies herbáceo-subarbusivas em floração ao longo do ano no cerrado de Emas, Pirassunga, SP (47°30'W e 22°02'S, altitude média de 575m), de acordo com a síndrome de dispersão de seus diásporos. 1= janeiro, 2= fevereiro, 3= março, 4= abril, 5= maio, 6= junho, 7= julho, 8= agosto, 9= setembro, 10= outubro, 11= novembro, 12= dezembro.

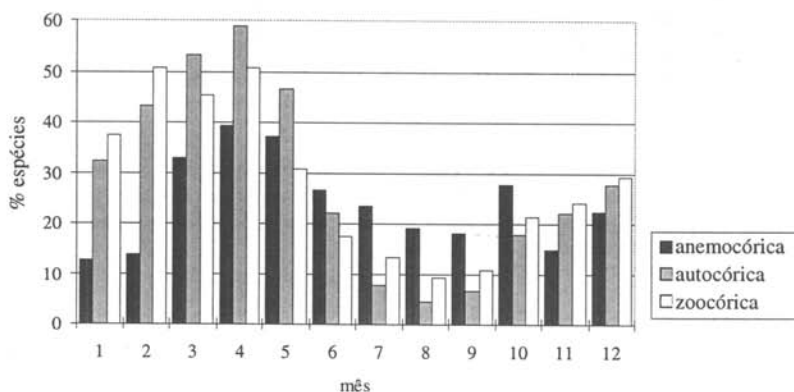


Figura 18. Distribuição, em porcentagem, das espécies herbáceo-subarbusivas em frutificação ao longo do ano no cerrado de Emas, Pirassunga, SP (47°30'W e 22°02'S, altitude média de 575m), de acordo com a síndrome de dispersão de seus diásporos. 1= janeiro, 2= fevereiro, 3= março, 4= abril, 5= maio, 6= junho, 7= julho, 8= agosto, 9= setembro, 10= outubro, 11= novembro, 12= dezembro.

Quanto às espécies autocóricas, a floração se concentrou nos meses de outubro a maio, nos dois componentes, atingindo seu máximo entre janeiro e abril no primeiro componente e em abril no segundo (Fig. 15, 17 e 19). A frutificação ocorreu principalmente de janeiro a junho, com o maior número de espécies em fruto em abril (Fig. 16). Esse mesmo padrão foi observado para o componente herbáceo-subarbustivo (Fig. 18). Já para o componente arbustivo-arbóreo, os maiores valores foram encontrados nos meses de maio a julho (Fig. 20).

Nos meses mais secos, junho a agosto, a proporção de plantas anemocóricas e autocóricas frutificando foi maior do que a de zoocóricas, padrão este também encontra-

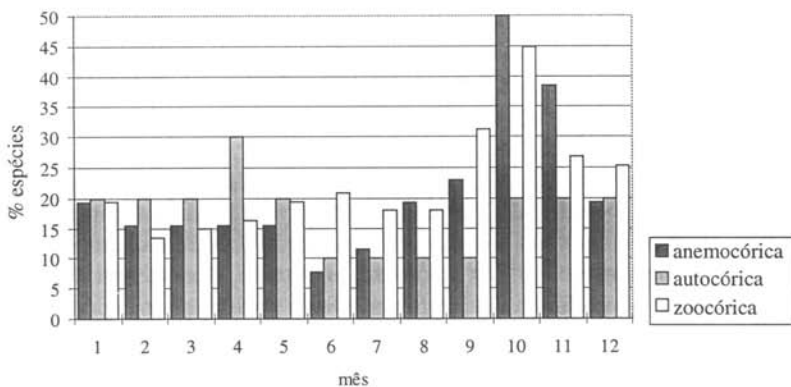


Figura 19. Distribuição, em porcentagem, das espécies arbustivo-arbóreas em floração ao longo do ano no cerrado de Emas, Pirassununga, SP (47°30'W e 22°02'S, altitude média de 575m), de acordo com a síndrome de dispersão de seus diásporos. 1= janeiro, 2= fevereiro, 3= março, 4= abril, 5= maio, 6= junho, 7= julho, 8= agosto, 9= setembro, 10= outubro, 11= novembro, 12= dezembro.

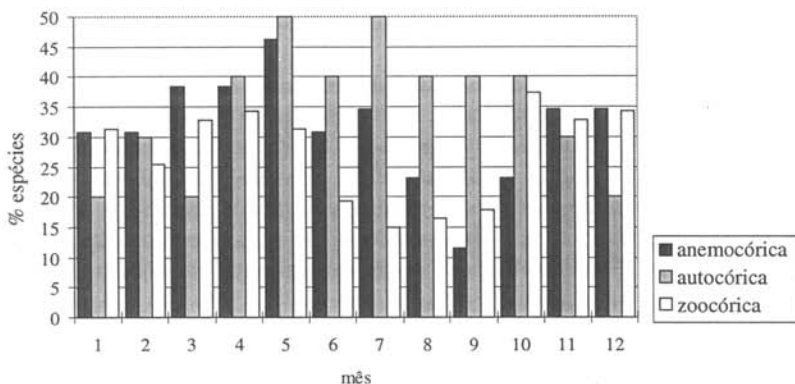


Figura 20. Distribuição, em porcentagem, das espécies arbustivo-arbóreas em frutificação ao longo do ano no cerrado de Emas, Pirassununga, SP (47°30'W e 22°02'S, altitude média de 575m), de acordo com a síndrome de dispersão de seus diásporos. 1= janeiro, 2= fevereiro, 3= março, 4= abril, 5= maio, 6= junho, 7= julho, 8= agosto, 9= setembro, 10= outubro, 11= novembro, 12= dezembro.

do por Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger (1983), Mantovani & Martins (1988) e Miranda (1995). Os frutos anemocóricos e autocóricos são em geral secos e, desse modo, para a liberação das sementes seu pericarpo sofre um processo de desidratação, que acaba por provocar sua deiscência. Augspurger & Franson (1987) observaram que, em áreas de clima sazonal, a dispersão dos diásporos anemocóricos é mais eficiente na estação seca. A deciduidade foliar observada principalmente nas plantas anemocóricas também facilita a dispersão dos disseminulos (Matthes *et al.* 1988).

As espécies zoocóricas apresentaram duas épocas máximas de floração: a primeira, mais acentuada, em janeiro, devido às espécies herbáceo-subarbustivas e a

segunda, em outubro, em função das espécies arbóreo-arbustivas (Fig. 15, 17 e 19). O período com os maiores números de espécies em frutificação está compreendido entre janeiro e maio (Fig. 16), que coincidiu com aquele do componente herbáceo-subarbus-tivo (Fig. 18). No componente arbustivo-arbóreo, a época com frutificação intensa foi de setembro a dezembro (Fig. 20).

Para as espécies com diásporos com síndrome de dispersão zoocórica, pôde-se notar que, no componente herbáceo-subarbus-tivo, floresceram e frutificaram no período final da estação chuvosa, somente após o período de acúmulo de carboidratos. As espécies do componente arbustivo-arbóreo, entretanto, floresceram logo após o início das chuvas e apresentaram um longo período de frutificação na época de maior calor e umidade, quando seus frutos carnosos se mantêm atraentes por mais tempo, apresentando o mesmo padrão observado por Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger (1983), Mantovani & Martins (1988) e Miranda (1995).

Trabalhos realizados com o componente arbóreo em outras formações vegetais de clima sazonal (Frankie *et al.* 1974; Morellato *et al.* 1989) mostraram o mesmo padrão encontrado no cerrado, ou seja, queda de folhas na estação seca, brotamento e floração após as primeiras chuvas, frutificação de espécies anemocóricas na estação seca e frutificação de espécies zoocóricas mais dispersa ao longo do ano.

As espécies herbáceo-subarbus-tivas floresceram no final da estação chuvosa, após período de acúmulo de carboidratos. Este componente mostrou-se mais sensível à seca e, para qualquer síndrome de dispersão, a frutificação apresentou acentuada queda entre os meses de junho e agosto, quando a pluviosidade é menor.

As espécies arbustivo-arbóreas, por outro lado, floresceram logo no início da estação chuvosa, mostrando que a disponibilidade de água não é um fator limitante para este componente. O período de frutificação variou consideravelmente em função da síndrome de dispersão. Assim, a maioria das espécies autocóricas teve seu pico justamente na estação seca. Já o número de espécies anemocóricas em frutificação diminuiu apenas no final da estação seca. As espécies zoocóricas em frutificação, por sua vez, diminuíram acentuadamente a partir do final da estação chuvosa. Este padrão indica duas estratégias adaptativas distintas: as plantas anemocóricas e autocóricas frutificam em maior proporção na época seca, quando a dispersão dos diásporos é facilitada, enquanto que as zoocóricas o fazem ao longo de toda estação úmida, quando os frutos carnosos se mantêm viáveis por mais tempo.

A maior proporção de espécies herbáceo-subarbus-tivas influenciou nos resultados obtidos na comunidade como um todo, cujos padrões fenológicos se aproximaram do daquele componente.

Os dados aqui encontrados sobre as variações fenológicas vêm, de modo geral, corroborar os resultados obtidos em outros trabalhos realizados em cerrados.

### Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pela bolsa de iniciação científica concedida ao primeiro autor (Processo nº 94/0904-4); ao D.A.E.E.,



pelos dados climáticos; aos técnicos Celso Eduardo Batista, Eduardo Tadeu Mattos e Paulo César Fernandes, pelo auxílio nas coletas.

### Referências bibliográficas

- Aoki, H. & Santos, J. R. 1980. **Estudo da vegetação de cerrado na área do Distrito Federal, a partir de dados orbitais**. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.
- Augsburger, C. K. & Franson, S. E. 1987. Wind dispersal of artificial fruits varying in mass, area and morphology. **Ecology** **68**: 27-42.
- Barradas, M. M. 1972. Informações sobre a floração, frutificação e dispersão do piqui *Caryocar brasiliense* Camb. (Caryocaraceae). **Ciência e Cultura** **24**: 1063-1068.
- Barros, M. A. G. E. & Caldas, L. S. 1980. Acompanhamento de eventos fenológicos apresentados por cinco gêneros nativos do cerrado (Brasília, DF). **Brasil Florestal** **10**: 7-14.
- Batalha, M. A.; Aragaki, S. & Mantovani, W. Florística do cerrado em Emas (Pirassununga, SP). **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**. No prelo.
- Bloom, A. J.; Chapin III, F. S. & Mooney, H. A. 1985. Resource limitation in plants - an economic analogy. **Annual Review of Ecology Systematics** **16**: 363-392.
- Cohen, D. 1976. The optimal timing of reproduction. **American Naturalist** **110**: 801-807.
- Coutinho, L. M. 1977. Aspectos ecológicos do fogo no cerrado. II - As queimadas e a dispersão de sementes em algumas espécies anemocóricas do estrato herbáceo-subarbustivo. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo** **5**: 57-64.
- Coutinho, L. M. 1980. As queimadas e seu papel ecológico. **Brasil Florestal** **10**: 15-23.
- Ferri, M.G. 1944. Transpiração de plantas permanentes dos "cerrados". **Boletim da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, Botânica** **4**: 155-224.
- Figueiredo, R. C. L. & Dietrich, S. M. C. 1981. Variações estacionais nos compostos de reserva e no metabolismo do xilopódio de *Ocimum nudicaule* Benth. var. *anisifolia* Giul. (Labiatae). **Revista Brasileira de Botânica** **4**: 73-82.
- Fournier, L. A. 1969. Estudo preliminar sobre la floración en el Roble de sabana *Tabebuia pentaphylla* (L.) Hemsl. **Revista de Biología Tropical** **15**(2): 259-267.
- Frankie, G. W.; Baker, H. G. & Opler, P. A. 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forest in the lowlands Costa Rica. **Journal of Ecology** **62**: 881-919.
- Gerloff, G. 1976. Plant efficiencies in the use of nitrogen, phosphorus and potassium. In M. J. Wright (ed.) **Plant adaptation to mineral stress in problem soils**. New York: Ithaca, p.161-169.
- Gottsberger, G. & Silberbauer-Gottsberger, I. 1983. Dispersal and distribution in the cerrado vegetation of Brazil. **Sonderbande des Naturwissenschaftlichen Vereins a Hamburg** **7**: 315-352.
- Grise, B. M. 1971. **Estudo comparativo do balanço hídrico de *Ouratea spectabilis* (Mart.) Engl. em diferentes condições ecológicas**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Janzen, D. H. 1980. **Ecologia vegetal nos trópicos**. São Paulo: EPU e EDUSP.
- Kikuzawa, K. 1995. The basis for variation in leaf longevity of plants. **Vegetatio** **121**: 89-100.
- Köeppen, W. 1948. **Climatologia**. México: Fondo de Cultura Económica.
- Labouriau, L. G. 1963. Problemas de fisiologia ecológica dos cerrados. In M. G. Ferri (coord.), **I Simpósio sobre o cerrado**. São Paulo: Edgard Blücher e EDUSP, p.237-276.
- Lieth, H. 1974. Introduction to phenology and the modeling of seasonality. In H. Lieth, (ed.), **Phenology and seasonality modeling**. Berlin: Springer Verlag, p.3-19.
- Mantovani, W. & Martins, F. R. 1988. Variações fenológicas das espécies do cerrado da Reserva Biológica de Moji Guaçu, Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica** **11**: 101-112.
- Martins, F. R. 1982. O balanço hídrico seqüencial e o caráter semidecíduo da floresta do Parque Estadual de Vaçununga, Santa Rita do Passa Quatro (SP). **Revista Brasileira de Estatística** **43**: 353-391.

- Matthes, L. A. F.; Leitão-Filho, H. F. de & Martins, F.R. 1988. Bosque dos Jequitibás (Campinas, SP): Composição florística e estrutura do estrato arbóreo. **Anais da Sociedade Botânica de São Paulo**, Campinas. p.55-76.
- Miranda, I. S. 1995. Fenologia do estrato arbóreo de uma comunidade de Alter-do-Chão, PA. **Revista Brasileira de Botânica** 18(2): 235-240.
- Morais, H. C.; Diniz, I. R. & Baumgarten, L. 1995. Padrões de produções de folhas e sua utilização por larvas de Lepidoptera em um cerrado de Brasília. **Revista Brasileira de Botânica** 18(2): 163-170.
- Morellato, L. P.; Rodrigues, R. R.; Leitão-Filho, H. F. de & Joly, C. A. 1989. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japi, Jundiá, São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica** 12: 85-98.
- Nascimento, M. T.; Villela, D. M. & Lacerda, L. D. de. 1990. Foliar growth, longevity and herbivory in two "cerrado" species near Cuiabá, MT, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica** 13: 27-32.
- Oosting, H. J. 1956. **The study of plant communities**. San Francisco: Freeman.
- Pijl, L. van der. 1972. **Principles of dispersion in higher plants**. Berlin: Springer Verlag.
- Rachid, M. 1947. Transpiração e sistemas subterrâneos da vegetação de verão dos campos cerrados de Emas. **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, Botânica** 5: 1-140.
- Rachid-Edwards, M. 1956. Alguns dispositivos para proteção de plantas contra a seca e o fogo. **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, Botânica** 13: 36-72.
- Rathcke, B. & Lacey, E. P. 1985. Phenological patterns of terrestrial plants. **Annual Review of Ecology Systematics** 16: 179-214.
- Raunkiaer, C. 1934. **The life forms of flowering plants and statistical geography**. Oxford: Clarendon.
- Rawitscher, F. 1942. Algumas noções sobre a transpiração e o balanço de água de plantas brasileiras. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** 14: 7-36.
- Ribeiro, J. R. & Castro, L. H. R. 1986. Método quantitativo para avaliar características fenológicas em árvores. **Revista Brasileira de Botânica** 9: 7-11.
- Rizzini, C. T. 1976. Influência da temperatura sobre a germinação de diásporas do cerrado. **Rodriguésia** 28: 341-83.
- Rizzini, C. T. 1979. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos**. São Paulo: HUCITEC e EDUSP.
- Rizzo, J. A.; Centeno, A. J.; Santos-Lousa, J. & Filgueiras, T. S. 1971. Levantamento de dados em áreas do cerrado e da floresta caducifolia tropical do planalto centro-oeste. In FERRI, M. G. (coord.) **III Simpósio sobre o cerrado**, São Paulo: Edgard Blücher e EDUSP, p.103-109.
- Salisbury, F. B. & Ross, C. W. 1992. **Plant physiology**. Belmont: Wadsworth.
- Schaik, C. P. van; Terborgh, J. W. & Wright, S. J. 1993. The phenology of tropical forests: adaptive significance and consequences for primary consumers. **Annual Review of Ecology Systematics** 24: 353-377.
- Tenório, E. C. 1969. Fenologia de gramíneas. 1969. **Anais. Sociedade de Botânica do Brasil**, Goiânia, p.231-241.
- Thornthwaite, C.W. & Mather, J.R. 1955. The water balance. **Climatology** 8:104.
- Válio, I. F. M. 1979. Reprodução em plantas superiores. In: FERRI, M. G. (coord.) **Fisiologia Vegetal**. São Paulo: EPU e EDUSP, p.218-312.
- Walter, H. 1986. **Vegetação e zonas climáticas**. São Paulo, EPU.
- White, R. 1972. Studies on mineral ion absorption by plants. I. The absorption and utilization of phosphate by *Srylosanthes humilis*, *Phaseolus atropurpureus* and *Desmodium intortum*. **Plant and Soil** 36: 427-447.