

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**

**EFEITO DO FOGO SOBRE A ESTRUTURA DE POPULAÇÃO E A
FENOLOGIA DE QUATRO ESPÉCIES LENHOSAS EM CERRADO *SENSU
STRICTO***

Isabela Codolo de Lucena

SÃO CARLOS

2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**

**EFEITO DO FOGO SOBRE A ESTRUTURA DE POPULAÇÃO E A
FENOLOGIA DE QUATRO ESPÉCIES LENHOSAS EM CERRADO *SENSU*
*STRICTO***

Isabela Codolo de Lucena

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.

Orientadora: prof. Dr. Dalva Maria da Silva Matos

SÃO CARLOS

2009

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

L935ef

Lucena, Isabela Codolo de.

Efeito do fogo sobre a estrutura de população e a fenologia de quatro espécies lenhosas em cerrado *sensu stricto* / Isabela Codolo de Lucena. -- São Carlos : UFSCar, 2009.

53 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2009.

1. Fogo e ecologia. 2. Populações vegetais. 3. Fenologia. 4. Cerrado "sensu stricto". I. Título.

CDD: 581.5 (20ª)

Isabela Codolo de Lucena

**EFEITO DO FOGO SOBRE A ESTRUTURA DE POPULAÇÃO E A FENOLOGIA
DE QUATRO ESPÉCIES LENHOSAS EM CERRADO *SENSU STRICTO***

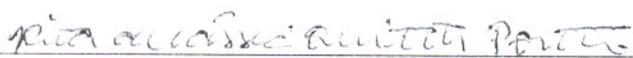
Dissertação apresentada à Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Recursos Naturais.

Aprovada em 09 de março de 2009

BANCA EXAMINADORA

Presidente 
Profa. Dra. Dalva Maria da Silva Matos
(Orientadora)

1º Examinador 
Prof. Dr. João Juarez Soares
PPGERN/UFSCar

2º Examinador 
Profa. Dra. Rita de Cássia Quitete Portela
UERJ/Rio de Janeiro-RJ


Profa. Dra. Dalva Maria da Silva Matos
Coordenadora
PPGERN/UFSCar

Dedico este trabalho aos meus
pais Vera Lucia Codolo de
Lucena e João Gutierrez de
Lucena.

AGRADECIMENTOS

À minha família por compreender e sempre apoiar a minha dedicação à pesquisa;

À prof^a Dr^a Dalva Maria da Silva Matos por acreditar que em um prazo de 10 meses eu seria capaz de, pela primeira vez pesquisar e dissertar sobre ecologia de população vegetal;

À turma do laboratório de Ecologia e conservação que me acolheram. Verdadeiros profissionais, com muitas dúvidas científicas e muita disponibilidade para resolver os problemas;

Aos meus grandes amigos que muito contribuíram em campo e reflexões estatísticas: Carol Zanelli, Carol Abrão, Marcelo Leite, Melina Alcalá, Pavel Dodonov, Rafael de Oliveira Xavier, Raquel Negrão, Raquel Miatto.

À Maria Inês Alves, Ofélia, Luis, Ademir que me acompanharam e me apoiaram com suas palavras e carinho;

À Patrícia Leal Cunha, Emanuela C. de Freitas, Hélio Minoru Takada que de forma impressionante me ajudaram em campo e no dia-a-dia nos anos de 2007 e 2008, numa fase intensa de dedicação à pesquisa;

Ao meu companheiro Marcelo Sacardi Biudes, que mesmo à distância me auxiliou com suas palavras de conforto e também com as revisões de texto;

Aos professores João Juarez Soares, Alberto Carvalho Peret, Rodolfo Antonio de Figueiredo e Marco Mello pelas contribuições no exame de qualificação;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Tecnológico e Científico pela bolsa concedida.

RESUMO

O estudo foi realizado na Reserva da Universidade Federal de São Carlos. O objetivo foi avaliar o efeito do fogo sobre a estrutura de tamanho, distribuição espacial e fenologia de *Diospyros hispida*, *Erythroxylum suberosum*, *Schefflera vinosa* e *Miconia ligustroides*. O estudo foi realizado em 53 parcelas queimadas e 47 não queimadas por um incêndio cerca de dois anos antes desse estudo. Todos os indivíduos foram numerados e medidos a altura e o diâmetro na altura do solo. Para fenologia foram amostrados 10 indivíduos queimados e 10 não queimados de cada espécie. A densidade e altura dos indivíduos em parcelas queimadas não diferiram estatisticamente de parcelas não queimadas, com exceção de *M. ligustroides* e *E. suberosum* que apresentaram maior densidade e altura em parcelas queimadas, respectivamente. No entanto, *E. suberosum*, *S. vinosa* e *M. ligustroides* não se recuperaram quanto ao diâmetro, sendo necessário um intervalo superior a dois anos. A forma de “J” invertido para distribuição dos indivíduos de *E. suberosum* e *D. hispida* pode indicar equilíbrio dessas populações por estar associada a um potencial constante de regeneração. A distribuição de *S. vinosa* e de *M. ligustroides* indica que o fogo não afetou a estrutura populacional. Tanto em parcelas queimadas como em não queimadas a distribuição foi agregada. Quanto à fenologia, o fogo estimulou a produção de folhas de *E. suberosum*. O número de indivíduos e a intensidade para folhas expandidas e senescentes foram semelhantes, exceto *M. ligustroides* que apresentou menor índice para os indivíduos queimados. Foi registrado estímulo da floração e da frutificação para *E. suberosum*, *S. vinosa* e *M. ligustroides* e menor frutificação para indivíduos queimados de *D. hispida*. *D. hispida*, *E. suberosum*, *M. ligustroides* e *S. vinosa* apresentaram densidade, estrutura de tamanho, distribuição espacial e fenologia típicos de populações em regeneração, indicando o potencial que estas espécies possuem de se recuperar de incêndios. No entanto, é necessário um intervalo superior a dois anos para que todas as características analisadas se assemelhem às parcelas e indivíduos não queimados.

Palavras-chave - cerrado, fogo, estrutura de tamanho, distribuição espacial, fenologia

ABSTRACT

This study was carried out in a cerrado reserve area at São Carlos Federal University. The objective was to evaluate fire effects on size structure, spatial distribution, and phenology of *Diospyros hispida*, *Erythroxylum suberosum*, *Schefflera vinosa* and *Miconia ligustroides*. The study area was hit by a fire about two years before the study, leaving 53 burnt and 47 unburnt plots. All individuals were numbered, and their height and diameter at soil level were measured. For the study of phenology, 10 burnt and 10 unburnt individuals of each species were sampled. Density and individual height in burnt and unburnt plots were not statistically different, except for *M. ligustroides* and *E. suberosum*, whose density and height, respectively, were higher in burnt plots. However, *E. suberosum*, *S. vinosa* and *M. ligustroides* did not recover from the fire regarding their diameters; for this, a larger interval would probably be necessary. The "reverse J" shape of the size distribution for *E. suberosum* and *D. hispida* may indicate that these populations are in equilibrium, since it is associated with a constant regeneration potential. Spatial structure of *S. vinosa* and *M. ligustroides* was not affected by the fire, and spatial structure of all species was aggregated in both burnt and unburnt plots. As to phenology, fire stimulated production of new leaves for *E. suberosum*. The number of individuals and the intensity of the phenophases expanded and senescent leaves were similar between burnt and unburnt plants except for *M. ligustroides*, with smaller values for burnt individuals. Flowering and fruiting stimuli were registered for *E. suberosum*, *S. vinosa* and *M. ligustroides*; smallest fruiting was observed for burnt individuals of *D. hispida*. Density, size structure, spatial distribution, and phenology of *D. hispida*, *E. suberosum*, *M. ligustroides* and *S. vinosa* were typical of regenerating populations, indicating the potential these species have to recover after a fire. Still, an interval of more than two years is probably necessary for all the studied characteristics to be similar between burnt and unburnt plots and individuals.

Key-words – cerrado, fire, size structure, spatial distribution, phenology

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	8
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	10
CAPÍTULO I – Efeito do fogo sobre a estrutura de tamanho e a distribuição espacial de <i>Diospyros hispida</i> , <i>Erythroxylum suberosum</i> , <i>Miconia ligustroides</i> e <i>Schefflera vinosa</i> em cerrado <i>sensu stricto</i>	12
RESUMO.....	12
INTRODUÇÃO.....	13
MATERIAL E MÉTODOS.....	14
Área de estudo.....	14
Espécies estudadas.....	15
Procedimentos de campo.....	16
Análise de dados	16
RESULTADOS.....	17
DISCUSSÃO.....	21
REFERÊNCIAS.....	22
CAPÍTULO II – Efeito do fogo sobre a fenologia vegetativa e reprodutiva de <i>Diospyros hispida</i> , <i>Erythroxylum suberosum</i> , <i>Schefflera vinosa</i> e <i>Miconia ligustroides</i> em área de reserva de cerrado <i>sensu stricto</i>	28
RESUMO.....	28
INTRODUÇÃO.....	29
MATERIAL E MÉTODOS.....	30
Área de estudo.....	30
Espécies estudadas.....	30
Procedimentos de campo.....	31
Análise de dados.....	32
RESULTADOS.....	32
DISCUSSÃO.....	46
REFERÊNCIAS.....	47
CONCLUSÃO GERAL.....	52
REFERÊNCIAS.....	53

INTRODUÇÃO GERAL

O Cerrado estende-se pelo Planalto Central ocupando cerca de dois milhões de km². Apresenta um mosaico de formações vegetais que variam quanto à composição florística, à densidade e a altura da cobertura vegetal. Estudos florísticos e fitossociológicos, sobretudo do componente arbóreo e arbustivo, foram realizados nas áreas centrais bem como nas áreas disjuntas do Cerrado (Felfili *et al.* 1993, Mantovani e Martins 1993, Miranda 1993, Ratter *et al.* 1996, Araújo *et al.* 1997, Rossi *et al.* 1998). Tais estudos demonstram que a vegetação do Cerrado apresenta fisionomias típicas, elevada diversidade florística e espécies com ampla distribuição geográfica.

O Cerrado é considerado um complexo de formações oreádicas com fisionomias diferentes, desde o campo limpo (fisionomia campestre) até o cerradão (fisionomia florestal), representando as formas savânicas intermediárias (campo sujo, campo cerrado e cerrado *sensu stricto*) um longo ecótono entre aquelas duas fisionomias extremas (Coutinho 1978). Entre as fitofisionomias se encontra o cerrado *sensu stricto*, composto por um estrato herbáceo dominado principalmente por gramíneas, e um estrato de árvores e arbustos tortuosos, com ramificações irregulares e retorcidas, variando em cobertura de 10 a 60 % (Eiten 1994).

No Estado de São Paulo estima-se a existência de 140.493 ha de cerrado *sensu stricto*, 68.571 ha de cerradão, 1.010 ha de campo cerrado e apenas 1.851 ha de campo, totalizando apenas 211.925 ha remanescentes (Kronka 2005). Nesse Estado, o Cerrado ocupa menos de 7% da sua área original, distribuídos em fragmentos isolados (Durigan *et al.* 2003). Essa perda está relacionada à frequência e à intensidade das atividades antrópicas como o uso indiscriminado do fogo, o impacto da agricultura e do pastoreio (Durigan *et al.* 1994). O fogo pode atuar sazonalmente sobre as populações de espécies do cerrado (Medina e Silva 1990, Hoffmann 1996, Hoffmann 1998, Hoffmann 1999, Moreira 2000), cuja frequência tem nítida influência na distribuição (Furley & Ratter 1988; Ribeiro & Walter 1998) e no comportamento fenológico das espécies lenhosas (Bulhão & Figueiredo 2002).

Em área de cerrado *sensu stricto* foi registrada a redução do estabelecimento de plântulas após um ano da ocorrência de um fogo antrópico enquanto o número de plântulas não diferiu de áreas não queimadas após dois anos do fogo para onze espécies lenhosas (Hoffmann 1996). Em um intervalo de 2 a 3 anos foi registrado o estímulo da reprodução vegetativa e o estabelecimento de plântulas de espécies lenhosas (Hoffmann 1998). Nesse intervalo, no entanto, o fogo provocou a redução do número de flores e a produção de frutos

de *Stryphnodendron adstringens* em cerrado *sensu stricto* de Brasília e de dez lenhosas leguminosas em cerrado marginal do Maranhão (Felfili *et al.* 1999; Bulhão & Figueiredo 2002). E sob influência de queimas anuais, o modelo de matriz populacional prediz a redução em crescimento de *Periandra mediterranea*, *Miconia albicans*, *Myrsine guianensis* e *Roupala montana* (Hoffmann 1999), enquanto que em áreas protegidas o aumento populacional indica que a proteção permite a regeneração de espécies lenhosas (Moreira 2000).

As espécies lenhosas podem apresentar formato contorcido com espessura e casca resistente ao fogo (Furley e Ratter 1988). A suberização dos ramos pode contribuir no isolamento térmico dos tecidos internos das plantas. Estudos demonstram que a casca espessa permite a sobrevivência de espécies lenhosas em áreas frequentemente queimadas (Hoffmann e Solbrig 2003, Gignoux *et al.* 1997). A capacidade de rebrota também contribui para a sobrevivência de plantas de cerrado às queimadas (Hoffmann e Moreira 2002).

Além das características intrínsecas das espécies lenhosas, a frequência de ocorrência do fogo também é um fator que influencia sobre a recuperação das espécies (Hoffmann e Solbrig 2003). Sob queimadas frequentes, indivíduos menores, por exemplo, podem rebrotar mas não atingir a fase reprodutiva, influenciando sobre o crescimento populacional de determinada espécie (Hoffmann e Solbrig 2003).

As espécies *Diospyros hispida* A. DC. (Ebenaceae), *Erythroxylum suberosum* A. St.-Hill. (Erythroxilaceae), *Schefflera vinosa* (Cham & Schltdl.) Frodin. (Araliaceae) e *Miconia ligustroides* (DC.) Naudin. (Melastomataceae) são lenhosas frequentemente encontradas em levantamentos florísticos no Estado de São Paulo (Durigan *et al.* 2003, Gomes *et al.* 2004). No entanto, não há registros sobre a estrutura populacional e o comportamento fenológico dessas espécies em áreas queimadas.

Com o objetivo de compreender os impactos causados pelo fogo sobre as populações vegetais em cerrado *sensu stricto*, este trabalho apresenta o tema sobre duas perspectivas:

- Capítulo I – (Efeito do fogo sobre a estrutura de tamanho e a distribuição espacial de *Diospyros hispida*, *Erythroxylum suberosum*, *Miconia ligustroides* e *Schefflera vinosa* em cerrado *sensu stricto*) referente à estrutura de tamanho e à distribuição espacial de *Diospyros hispida*, *Erythroxylum suberosum*, *Miconia ligustroides* e *Schefflera vinosa* em áreas queimadas e não queimadas por um incêndio registrado em agosto de 2006 na Reserva da Universidade Federal de São Carlos;

- Capítulo II – (Efeito do fogo sobre a fenologia vegetativa e reprodutiva de *Diospyros hispida*, *Erythroxylum suberosum*, *Schefflera vinosa* e *Miconia ligustroides* em área de reserva de cerrado *sensu stricto*) fenologia vegetativa (cobertura foliar, folhas jovens,

expandidas e senescentes) e reprodutiva (botão floral, floração e frutificação) de indivíduos queimados e não queimados das quatro espécies.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO G. M. et al. Estrutura comunitária de vinte áreas de cerrados residuais no município de Uberlândia, MG. *Daphne*, v. 7, p. 7-14, 1997.

BULHÃO, C. F.; FIGUEIREDO, P. S. Fenologia de leguminosas arbóreas em uma área de cerrado marginal no nordeste do Maranhão. *Revista Brasileira de Botânica* v. 25, p. 361-369, 2002.

COUTINHO, L. M. O conceito de Cerrado. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 1, p. 17-23, 1978.

DURIGAN, G.; LEITÃO FILHO, H. F.; RODRIGUES, R. R. Phytosociology and structure of a frequently burnt cerrado vegetation in SE- Brazil. *Flora* v. 189, p.153-160, 1994.

DURIGAN, G. et al. The vegetation of priority areas for cerrado conservation in São Paulo state, Brazil. *Edinburgh Journal of Botany* v. 60, p. 217–241, 2003.

EITEN G. 1994. Vegetação do Cerrado, p. 17-73. In M.N. Pinto (org.). *Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas*. Brasília: Ed. UnB/SEMATEC.

FELFILI J. M. et al. Análise comparativa da florística e fitossociologia da vegetação arbórea do cerrado *sensu stricto* na Chapada Pratinha, DF, Brasil. *Acta Botanica Brasílica*, v. 6, p. 27-46, 1993.

FELFILI, J. M. et al. Estudo fenológico de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville no cerrado *sensu stricto* da Fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 22, p.83-90, 1999.

FURLEY, P. A; RATTER, J. A. Soil Resources and Plant Communities of Central Brazilian Cerrado and their Development. *Journal of Biogeography*, v. 15, p.97-108, 1988.

GOMES, B. Z.; MARTINS, F. R.; TAMASHIRO, J. Y. Estrutura do cerradão e da transição entre cerradão e floresta paludícola num fragmento da International Paper do Brasil Ltda., em Brotas, SP. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 27, p. 249-262, 2004.

- HOFFMANN, W. A. The effects of fire and cover on seedling establishment in a Neotropical Savanna. *The Journal of Ecology*, v. 84, p. 383-393, 1996
- HOFFMANN, W.A. Post burn reproduction of woody plants in a neotropical savanna the relative importance of sexual and vegetative reproduction. *Journal of Applied Ecology*, v. 35, p. 422- 433, 1998.
- HOFFMANN, W. A. Fire and Population Dynamics of Woody Plants in a Neotropical Savanna: Matrix Model Projections. *Ecology*, v. 80, p. 354-1369, 1999.
- HOFFMANN, W.A.; MOREIRA A.G. 2002. The role of fire in population dynamics of woody plants. In: P.S. Oliveira & R.J. Marquis (eds.). *The Cerrado of Brazil. Ecology and natural history of a neotropical savanna*. p. 159-177. Nova York: Columbia University Press.
- KRONKA F.J.N. Inventário florestal da vegetação natural do Estado de São Paulo. São Paulo, Instituto Florestal. 200 p. 2005.
- MANTOVANI W. & MARTINS F. R. Florística do cerrado na reserva biológica de Moji Guaçu, SP. *Acta Botanica Brasilica*, v. 7, p. 33-60, 1993.
- MEDINA E.; SILVA, J.F. Savannas of northern South America: a steady state regulated by water-fire interactions on a background of low nutrient availability. *Journal of Biogeography*, v. 17, p. 403-413, 1990.
- MIRANDA I. S. Estrutura do estrato arbóreo do cerrado amazônico em Alter-do-Chão, Pará, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 16, p. 143-150, 1993.
- MOREIRA, A. G. Effects of fire protection on savanna structure in Central Brazil. *Journal of Biogeography*, v. 27, p. 1021-1029, 2000.
- RATTER J. A. et al. Analysis of the floristic composition of the brazilian cerrado vegetation II: comparison of the woody vegetation of 98 areas. *Edinburgh Journal of Botanic*, v. 53, p. 153-180, 1996.
- RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. 1998. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. Pp. 89-166. In SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (eds.). *Cerrado: ambiente e flora*. Brasília: EMBRAPA-CPAC.
- ROSSI C. V.; SILVA-JÚNIOR M. C.; SANTOS C. E. N. Fitossociologia do estrato arbóreo do cerrado (sensu stricto) no Parque Ecológico Norte, Brasília- DF. *Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer*, v. 2, p. 49-56, 1998.

CAPÍTULO I – Efeito do fogo sobre a estrutura de tamanho e a distribuição espacial de *Diospyros hispida*, *Erythroxylum suberosum*, *Miconia ligustroides* e *Schefflera vinosa* em cerrado *sensu stricto*

RESUMO

A estrutura de tamanho e a distribuição espacial de *Diospyros hispida*, *Erythroxylum suberosum*, *Schefflera vinosa* e *Miconia ligustroides* foram descritas em uma área de cerrado *sensu stricto* que foi parcialmente queimada cerca de dois anos antes desse estudo. O objetivo foi avaliar o efeito do fogo sobre a estrutura de população dessas espécies. Em 100 parcelas de 25 m² (53 queimadas e 47 não queimadas), todos os indivíduos foram numerados e medidos a altura e o diâmetro na altura do solo. Foram registradas maior densidade e altura em parcelas queimadas para *M. ligustroides* e *E. suberosum*, respectivamente. Quanto a distribuição dos indivíduos em classes de altura, *E. suberosum*, *S. vinosa* e *M. ligustroides* apresentaram maior número de indivíduos nas classes reprodutivas em parcelas queimadas. *E. suberosum* e *D. hispida* apresentaram distribuição característica de “J” invertido. Para *S. vinosa* e *M. ligustroides* a presença significativa de indivíduos de todas as classes de altura, em parcelas queimadas, indica que a população tende a se recuperar. A distribuição foi agregada para as quatro espécies tanto em parcelas queimadas como em não queimadas. A estrutura de tamanho e a distribuição espacial indicam a capacidade de recuperação de *D. hispida*, *E. suberosum*, *M. ligustroides* e *S. vinosa*.

Palavras-chave - cerrado, fogo, estrutura de tamanho, distribuição espacial

INTRODUÇÃO

O Cerrado apresenta fisionomias típicas, elevada diversidade florística e espécies com ampla distribuição geográfica (Felfili *et al.* 1993; Mantovani & Martins 1993; Miranda 1993; Ratter *et al.* 1996; Rossi *et al.* 1998). No entanto, o volume de informações disponíveis sobre as populações é limitado, considerando que o Cerrado possui 11.049 espécies de fanerógamas registradas (Walter 2006) e apenas cerca de 7 estudos sobre populações arbóreas (Hoffmann 1998; Hoffmann 1999; Hay *et al.* 2000; Marques & Joly 2000; Hoffmann 2002; Souza & Coimbra 2005; Souza & Silva 2005).

Diversos fatores atuam sobre a estrutura populacional de espécies do cerrado, entre eles o fogo (Hoffmann 1996; Moreira 2000), cuja frequência tem nítida influência na distribuição das espécies (Furley & Ratter 1988; Ribeiro & Walter 1998).

As pesquisas sobre o impacto do fogo em populações vegetais estão concentradas em áreas de cerrado *sensu stricto* de Brasília, DF (Hoffmann 1996; Hoffmann 1998; Hoffmann 1999; Moreira 2000; Hoffmann 2002). No primeiro após a ocorrência de um incêndio antrópico, foi registrado redução do estabelecimento de plântulas de *Alibertia macrophylla*, *Ocotea pomaderroides*, *Pera glabrata*, *Brosimum gaudichaudii*, *Guapira noxia*, *Kielmeyera coriácea*, *Miconia albicans*, *Myrsine guianensis*, *Periandra mediterranea*, *Roupala montana*, *Rourea induta*, *Zeyheria montana*, enquanto que no segundo ano o estabelecimento retomou nível semelhante à área não queimada (Hoffmann 1996).

No ano seguinte ao fogo, também foi registrada redução de tamanho dos indivíduos de perda das estruturas reprodutivas e conseqüentemente da estrutura de tamanho da população (Hoffmann 1998). Para *Miconia albicans*, por exemplo, o número de inflorescências de indivíduos em áreas queimadas somente se assemelhou aos de áreas não queimadas a partir do segundo da ocorrência do incêndio (Hoffmann 1998).

O crescimento das espécies *Periandra mediterranea*, *Miconia albicans*, *Myrsine guianensis* e *Roupala montana* também apresentou redução sob influência de queimas anuais quando comparado às áreas não queimadas quanto ao modelo de matriz populacional (Hoffmann 1999). De forma geral, o fogo também pode exercer influência sobre a distribuição espacial em função do aumento da mortalidade e na redução do recrutamento (Hutchings 1997).

No Estado de São Paulo, foi registrado apenas o efeito do fogo sobre a população de uma espécie, *Zanthoxylum rhoifolium* em cerrado *sensu stricto* (Silva et al. não publicado).

Não foi registrada diferença significativa entre a estrutura da população antes e após o fogo e a distribuição espacial da população permaneceu agregada após o fogo.

As espécies *Diospyros hispida* A. DC. (Ebenenaceae), *Erythroxylum suberosum* A. St.-Hill. (Erythroxilaceae), *Schefflera vinosa* (Cham & Schltl.) Frodin. (Araliaceae) e *Miconia ligustroides* (DC.) Naudin. (Melastomataceae) são lenhosas frequentemente encontradas em levantamentos florísticos no Estado de São Paulo (Durigan *et al.* 2003; Gomes *et al.* 2004). No entanto, não há registros sobre a estrutura populacional dessas espécies. Considerando que os estudos realizados demonstraram que grande parte das espécies lenhosas do cerrado tendem a se recuperar a partir do segundo após a ocorrência do fogo, supomos que essas quatro espécies apresentem diferenças quanto ao tamanho e a distribuição espacial em áreas queimadas e não queimadas. Diferenças como o aumento do número de indivíduos em diferentes classes de tamanho em áreas queimadas devem refletir a capacidade de recuperação dessas espécies num intervalo aproximado de dois anos após o registro de um incêndio antrópico em uma área de cerrado *sensu stricto*.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de um incêndio antrópico, registrado à aproximadamente dois anos, sobre a estrutura de tamanho e a estrutura espacial de *D. hispida*, *E. suberosum*, *M. ligustroides* e *S. vinosa*.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado em uma área de cerrado *sensu stricto*, na Reserva de Cerrado da Universidade Federal de São Carlos, Estado de São Paulo, Brasil (21° 58' e 22° 00' S e 47° 51' e 47° 52' L). A reserva apresenta topografia levemente ondulada em uma altitude média de 850 m (Kanno 1998). A fisionomia cerrado *sensu stricto* caracteriza-se por um dossel descontínuo composto por árvores e arbustos, sobre uma camada quase contínua de espécies herbáceas, principalmente gramíneas (Ribeiro & Walter 1998). O clima da região é quente com verão úmido e inverno seco (Cwa) segundo a classificação de Köppen. As médias anuais históricas de precipitação e temperatura são 1532 mm e 21,8°C, respectivamente (Ciiagro 2008).

A área de estudo não havia sido queimada há seis anos até o registro de um incêndio antrópico em agosto de 2006. Devido ao acúmulo de biomassa seca durante esse intervalo de tempo, o fogo atingiu a área de forma severa e heterogênea, com queima de copas de lenhosas e morte de indivíduos adultos (Silva et al., não publicados).

Espécies estudadas

As espécies foram selecionadas por pertencerem a gêneros comumente encontrados no cerrado *sensu stricto* (Ratter et al. 1996; Mendonça et al. 1998; Durigan et al. 2002; Fidelis & Godoy 2003). As características de suberosidade, e reprodução sexuada ou assexuada também foram considerados, visto que o súber contribui para proteger os indivíduos de altas temperaturas (Miranda et al. 1993), além do fogo estimular a reprodução vegetativa para espécies lenhosas de cerrado *sensu stricto* (Hoffmann 1999).

Tais características foram observadas em campo para a escolha das espécies. Foram selecionadas *Diospyros hispida* e *Erythroxylum suberosum* por apresentarem casca espessa. E que durante a estação seca, em específico no mês de agosto, ocorre a perda de folhas, além de ser observada apenas reprodução sexuada para essas espécies na área de estudo

D. hispida pode apresentar forma de arbusto ou árvore pequena e tortuosa, com casca fendilhada (Durigan et al. 2004). As folhas são simples e coriáceas e apresenta hábito decíduo (Paula 2002). *E. suberosum* é um arbusto ou arvoreta de até 4 m de altura, com ramos suberosos e flexíveis, súber esfoliativo (Silva Junior 2005). As folhas são coriáceas de hábito semidecíduo (Paula 2002).

E duas espécies *Schefflera vinosa* e *Miconia ligustroides* que apresentam ramos sem casca espessa, com produção contínua de folhas e reprodução tanto sexuada como vegetativa na área de estudo. *S. vinosa* é um arbusto ou arvoreta com caules e ramos jovens geralmente cobertos por pêlos, com folíolos sésseis (Durigan et al. 2004), enquanto *M. ligustroides* é uma árvore pequena de ramos glabros, com folhas simples e glabras (Durigan et al. 2004). Tanto *S. vinosa* como *M. ligustroides* são descritas como espécies de hábito sempre-verde em cerrado *sensu stricto* de São Paulo (Paula 2002).

Procedimentos de campo

Foram delimitados cinco transectos (5 m x 100 m) paralelos entre si e separados por 20 m, subdivididos em 20 parcelas de 25 m². No total foram delimitadas 100 parcelas. O fogo, ocorrido em 26 de agosto de 2006, atingiu os transectos de forma heterogênea. Consequentemente, foram obtidas 53 parcelas queimadas intercaladas as 47 não queimadas pelo incêndio de 2006. Elas estão distribuídas de forma aleatória em quatro dos cinco transectos (“Runs Test” de Wald-Wolfowitz; $p > 0,07$; executado no software Past 1.88 - Hammer *et al.* 2001).

Em maio de 2008 todos os indivíduos das espécies selecionadas, presentes nas parcelas, foram marcados e tiveram o diâmetro na altura do solo e a altura total medidos. Considerando que a maioria das espécies de cerrado pode regenerar-se por brotação e gerar vários indivíduos geneticamente idênticos, a partir de um único pré-existente (Durigan *et al.* 2002), um indivíduo correspondeu a todo eixo aéreo que não apresentasse ligação no nível do solo com qualquer outro eixo aéreo (Araújo 2005).

Análise de dados

A normalidade da distribuição do número de indivíduos por parcelas e a distribuição dos valores de altura e diâmetro de *D. hispida*, *E. suberosum*, *M. ligustroides* e *S. vinosa* foi testada por meio do teste D’Agostino (Zar 1999). Como os dados apresentaram distribuição não normal, foi utilizado o teste não-paramétrico de Mann-Whitney para comparar o número de indivíduos por parcela, valores de altura e de diâmetro entre as parcelas queimadas e não queimadas.

Os indivíduos de cada espécie foram agrupados em classes de tamanho utilizando-se as medidas de altura, uma vez que é possível fazer inferências sobre a capacidade reprodutiva (Sakurán *et al.* 1984). Para definição das classes, foi considerada a altura mínima dos indivíduos reprodutivos de cada população. Assim, a classe 1 foi correspondente aos indivíduos não reprodutivos e as classes seguintes aos reprodutivos (tabela 1). O teste χ^2 de contingência foi utilizado para verificar diferenças quanto à distribuição dos indivíduos em classes de altura entre parcelas queimadas e não queimadas.

Tabela 1. Intervalos de classes de altura para população de *Diospyros hispida*, *Erythroxylum suberosum*, *Schefflera vinosa* e *Miconia ligustroides* em cerrado *sensu stricto*, São Carlos, SP.

Classe de tamanho (cm)	<i>D. hispida</i>	<i>E. suberosum</i>	<i>S. vinosa</i>	<i>M. ligustroides</i>
1	≤ 60	≤ 50	≤ 50	≤ 60
2	> 60 ≤ 120	> 50 ≤ 100	> 50 ≤ 100	> 60 ≤ 120
3	> 120 ≤ 180	> 100 ≤ 150	> 100 ≤ 150	> 120 ≤ 180
4	> 180	> 150	> 150 ≤ 200	> 180
5	----	----	> 200 ≤ 250	----
6	----	----	> 250	----

O padrão de distribuição espacial para as classes de tamanho de cada espécie em por parcelas queimadas e não queimadas foi estimado pelo índice de Morisita padronizado (I_p) (Smith-Gill 1975). Este índice foi utilizado por ser uma medida independente da densidade populacional e do tamanho da amostra (Myers 1978). Possui escala absoluta de -1 a +1. Quando $I_p = 0$ a distribuição é aleatória, $I_p > 0$ a distribuição é agregada, $I_p < 0$ distribuição é uniforme. As análises foram realizadas por meio do programa BioEstat 4.0 (Ayres *et al.* 2005) e do programa Microsoft Excel 2003.

RESULTADOS

Foram amostrados 77, 118, 593 e 1.068 indivíduos em parcelas queimadas e 40, 96, 396, 583 indivíduos em parcelas não queimadas para *Diospyros hispida*, *Erythroxylum suberosum*, *Schefflera vinosa* e *Miconia ligustroides*, respectivamente. Quanto ao número de indivíduos, apenas *M. ligustroides* apresentou diferença significativa, sendo que nas parcelas queimadas foram amostrados até 77 indivíduos por parcela enquanto que em parcelas não queimadas foi registrado um número máximo de 34 indivíduos por parcela (tabela 2). Apenas para *E. suberosum* foi registrada diferença em função da altura, com indivíduos maiores em parcelas queimadas (tabela 2). Quanto ao diâmetro, apenas *S. vinosa* apresentou indivíduos com menor diâmetro em parcelas queimadas (tabela 2).

Tabela 2. Teste de Mann-Whitney para o número de indivíduos por parcela, diâmetro na altura do solo, altura para uma população de *Diospyros hispida*, *Erythroxylum suberosum*, *Schefflera vinosa* e de *Miconia ligustroides* em parcelas queimadas e não queimadas, em um cerrado *sensu stricto*.

	Parcelas queimadas		Parcelas não queimadas		U	P
	MD	A	MD	A		
<i>Diospyros hispida</i>						
Número de indivíduos por parcela	3,5	0 - 7	2,0	0 - 8	1130,5	0,335
Diâmetro na altura do solo (mm)	13,84	3,79 - 91,3	13,25	3,35 - 77	1493,5	0,789
Altura (cm)	41	8 - 300	38,5	4 - 220	1518,0	0,899
<i>Erythroxylum suberosum</i>						
Número de indivíduos por parcela	1	0 - 13	0	0 - 16	1226,5	0,757
Diâmetro na altura do solo (mm)	10,8	1,5 - 142,5	8,61	1,7 - 88,8	4806,5	0,057
Altura (cm)	33,5	1-350	23,5	1 - 300	4616,0	0,020
<i>Schefflera vinosa</i>						
Número de indivíduos por parcela	7	0 - 60	7	0 - 25	1188,00	0,827
Diâmetro na altura do solo (mm)	15	5,97 - 43,00	12,95	0,4 - 68,6	1090,2	0,056
Altura (cm)	128	7-300	120	5-400	1133,7	0,358
<i>Miconia ligustroides</i>						
Número de indivíduos por parcela	17	0 - 77	12	0 - 34	938,0	0,033
Diâmetro na altura do solo (mm)	7,96	0,91 - 82,00	8,09	0,91 - 72,87	2946,4	0,071
Altura (cm)	82,5	4-260	80,00	1-310	3025,3	0,342

* Valores expressos em mediana (MD) e amplitude (A), considerando significância de $p < 0,05$. U = teste de Mann-Whitney.

Para *D. hispida* não foi encontrada diferença significativa entre parcelas queimadas e não queimadas quanto à distribuição dos indivíduos em classes de altura (figura 1; $\chi^2 = 2,98$, $p = 0,3935$). Para *E. suberosum*, entretanto, foi registrada diferença devido a frequência de indivíduos na classe 3, correspondente aos indivíduos com capacidade reprodutiva, que foi maior em parcelas queimadas (figura 1, $\chi^2 = 7,93$, $p = 0,0475$), visto que na ausência dessa classe não foi verificada diferença entre as parcelas ($\chi^2 = 4,382$, $p = 0,1118$).

Para *S. vinosa* a diferença (figura 1, $\chi^2 = 43,64$, $p < 0,0001$) ocorreu em função da contribuição dos valores de qui-quadrado das classes 2 a 6 ($\chi^2 = 12,05$ $p = 0,0005$). Foi registrada presença de um maior número de indivíduos com capacidade reprodutiva em parcelas queimadas das classes 2 a 5 e maior número de indivíduos da classe 6 em parcelas não queimadas (Figura 1). *M. ligustroides* também apresentou diferença significativa (Figura 1, $\chi^2 = 60,52$, $p < 0,0001$) devido a contribuição das classes 2, com maior número de indivíduos em parcelas queimadas, e 4 em não queimadas ($\chi^2 = 15,39$ $p = 0,0005$).

A distribuição espacial se mostrou agregada para as quatro espécies em estudo, tanto em parcelas queimadas como em não queimadas (tabela 3). A distribuição dos indivíduos em classes de altura para *D. hispida* e *E. suberosum* demonstra a predominância de indivíduos menores e redução do número de indivíduos nas classes de maior altura tanto em parcelas queimadas como em não queimadas, apresentando tendência a uma distribuição na forma

exponencial negativa (“J” invertido) (figura 1). A distribuição de *S. vinosa* e de *M. ligustroides* indicam a capacidade de recuperação quanto ao número de indivíduos nas diferentes classes de altura, exceto para a última classe cuja presença de maior número de indivíduos se concentrou em parcelas não queimadas (Figura 1).

Tabela 3. Índice de Morisita padronizado para *Diospyros hispida*, *Erythroxylum suberosum*, *Schefflera vinosa* e de *Miconia ligustroides* em parcelas queimadas e não queimadas, em um cerrado *sensu stricto*.

Espécies	Parcelas queimadas	Parcelas não queimadas
<i>Diospyros hispida</i>	0,512	0,530
<i>Erythroxylum suberosum</i>	0,515	0,5
<i>Schefflera vinosa</i>	0,510	0,505
<i>Miconia ligustroides</i>	0,506	0,504

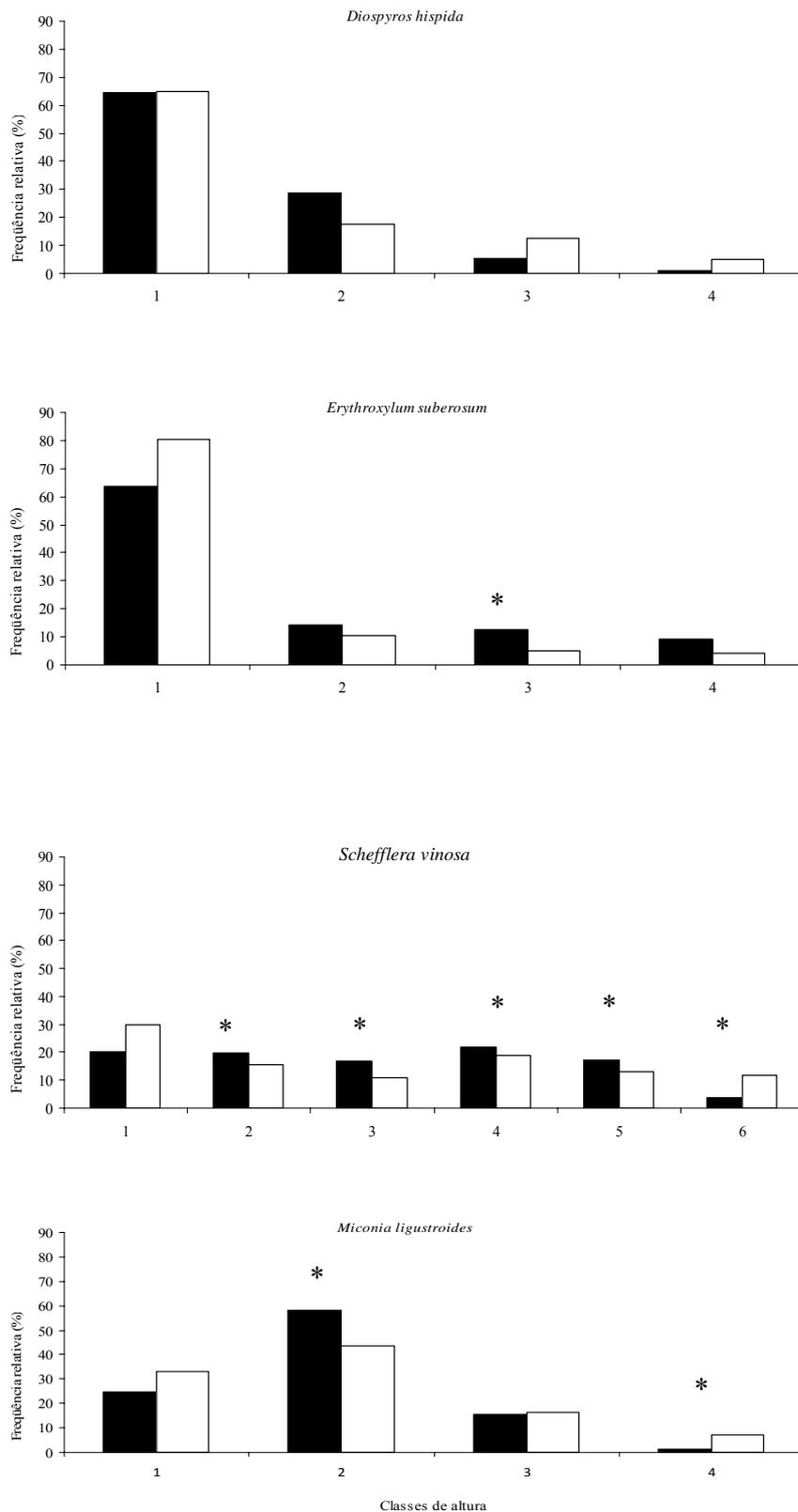


Figura 1. Distribuição dos indivíduos (%) em classes de altura de *D. hispida* (A), *E. suberosum* (B), *S. vinosa* (C), *M. ligustroides* (D) em cerrado *sensu stricto*, reserva da Universidade Federal de São Carlos, SP.

Parcelas queimadas - ■

Parcelas não queimadas - □

* Diferença estatística para a freqüência de indivíduos por classe entre as parcelas (considerando χ^2 de contingência, $p < 0,05$).

DISCUSSÃO

De forma geral, a densidade em parcelas queimadas foi estatisticamente similar ou maior do que nas não queimadas, indicando que o regime de queima não foi prejudicial ao estabelecimento e sobrevivência das quatro espécies. A presença de casca espessa em *Diospyros hispida* e *Erythroxylum suberosum* pode ter contribuído para resistência dos indivíduos ao fogo. Assim como descrito por Guedes (1993) cuja presença de casca provém proteção ao câmbio na ocorrência do fogo. O significativo aumento da densidade de *Miconia ligustroides* em parcelas queimadas e a semelhança de densidade de *Schefflera vinosa* às parcelas não queimadas pode estar relacionado à reprodução vegetativa, assim como observado para *M. albicans* no cerrado de Brasília (Hoffmann 1999). Resultado semelhante foi encontrado para outras duas espécies de cerrado, *Roupala montana* e *Myrsine guianensis*, em que a reprodução vegetativa foi maior no ano seguinte ao fogo (Hoffmann 1998).

A altura dos indivíduos queimados de *D. hispida*, *M. ligustroide* e *S. vinosa* não diferiu estatisticamente dos indivíduos não queimados, exceto *E. suberosum* cuja altura dos indivíduos queimados foi maior, possivelmente por estes terem resistido à passagem do fogo. A rápida recuperação, em termos de altura, pode garantir aos indivíduos uma maior resistência a novos incêndios, especialmente aos adultos reprodutivos (Gignoux *et al.* 1997).

A presença de nutrientes que permanecem intactos no solo mesmo após a ocorrência de um incêndio (Kauffman *et al.* 1994) também pode ter contribuído para o aumento em densidade, altura e a sobrevivência de indivíduos com maior diâmetro em parcelas queimadas para *E. suberosum*, ausência de diferença quanto ao diâmetro entre parcelas queimadas e não queimadas para *D. hispida* e *M. ligustroides*. A semelhança de *Myrsine guianensis* e *Roupala montana* entre áreas queimadas há um ano e a sete ou mais anos após o fogo também foi registrada em cerrado *sensu stricto* de Brasília (Hoffmann 2002).

A forma de “J” invertido para distribuição dos indivíduos de *E. suberosum* e *D. hispida* pode indicar equilíbrio dessas populações por estar associada a um potencial constante de regeneração (Henriques & Hay 2002; Fidelis & Godoy 2003), neste caso em decorrência de reprodução sexuada e/ ou vegetativa. A distribuição de *S. vinosa* indica que o fogo não afetou a estrutura populacional, pois, apresentou uma distribuição praticamente uniforme em todas as classes de tamanho, em parcelas queimadas e não queimadas. *M. ligustroides* também respondeu positivamente ao fogo, uma vez que esta espécie apresentou o maior número de indivíduos na classe 2 nas parcelas queimadas. O intervalo de aproximadamente dois anos sem a ocorrência de fogo na área de estudo pode ter contribuído

para o crescimento dos indivíduos queimados da classe 1 para a classe 2, que já inclui indivíduos com capacidade reprodutiva.

A distribuição espacial agregada é, aparentemente, comum para espécies arbóreo-arbustivas do Cerrado (Hay *et al.* 2000, Souza & Coimbra 2005; Lima-Ribeiro & Prado 2007) e espécies ocorrentes em savanas como as arbóreas dos Llanos venezuelanos (San Jose *et al.* 1991). Considerando que o fogo atinge de forma heterogênea a vegetação e que, algumas espécies de cerrado respondem positivamente ao fogo, é possível que os indivíduos ocorram em manchas ambientais propícias para o desenvolvimento da espécie (Hay *et al.* 2000).

Os resultados encontrados mostram que o intervalo de dois anos sem a ocorrência do fogo é, aparentemente, suficiente para a recuperação das populações estudadas que sofreram com a queimada. Os resultados obtidos para as populações de *D. hispida*, *E. suberosum*, *M. ligustroides* e *S. vinosa* indicam o potencial que estas espécies possuem de se recuperar de incêndios em um intervalo de aproximadamente dois anos. Para manter a população de *Myrsine guianensis*, *Periandra mediterranea*, *Miconia albicans*, *Roupala montana*, por exemplo, é necessário um intervalo de 2 a 9 anos entre as queimadas (Hoffmann 1999). Entretanto, repetidas queimadas causam a redução da cobertura e da densidade de espécies lenhosas (Hoffmann 1999).

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, E. L. et al. Diversidade de herbáceas em microhabitats rochoso, plano e ciliar em uma área de caatinga, Caruaru, PE, Brasil. *Acta Botanica Brasílica*, v.19, p. 285-294, 2005.
- AYRES, M. et al. BioEstat 4.0: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas. Imprensa Oficial do Estado do Pará, Belém, 2005.
- CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AGROMETEOROLÓGICAS (Ciiagro), Estado de São Paulo, 2008. Disponível em: www.ciiagro.com.br

- DURIGAN, G.; LEITÃO FILHO, H. F.; RODRIGUES, R. R. Phytosociology and structure of a frequently burnt cerrado vegetation in SE- Brazil. *Flora*, v.189, p. 153-160, 1994.
- DURIGAN, G. et al. Caracterização de dois estratos da vegetação em uma área de cerrado no município de Brotas, SP, Brasil. *Acta Botanica Brasílica*, v.16, p. 251-262, 2002.
- DURIGAN, G. et al. The vegetation of priority areas for cerrado conservation in São Paulo state, Brazil. *Edinburgh Journal of Botany*, v. 60, p. 217–241, 2003.
- DURIGAN, G.; BAITELLO, J. B.; FRANCO, G. A. D. C. Plantas do Cerrado Paulista: Imagens de uma paisagem ameaçada. São Paulo: Páginas & Letras, 2004, 475 p.
- FELFILI, J.M. et al. Análise comparativa da florística e fitossociologia da vegetação arbórea do cerrado *sensu stricto* na Chapada Pratinha, DF, Brasil. *Acta Botanica Brasílica*, v. 6, p. 27-46, 1993.
- FIDELIS, A. T, GODOY, G. S. A. P. Estrutura de um cerrado *stricto sensu* na Gleba Cerrado Pé-de-Gigante, Santa Rita do Passa Quatro, SP. *Acta Botanica Brasílica*, v. 17, p. 531-539, 2003.
- FURLEY, P. A, RATTER J. A. Soil Resources and Plant Communities of Central Brazilian Cerrado and their Development. *Journal of Biogeography*, v. 15, p. 97-108, 1988.
- GUEDES, D. M. *Resistência das árvores do Cerrado ao fogo: Papel da casca como isolante térmico*. Brasília, 1993. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade de Brasília.
- GIGNOUX, J.; CLOBERT, J. MENAUT, J. C. Alternative fire resistance strategies in savanna trees. *Oecologia*, v. 110, p. 576–583, 1997.

- GOMES, B. Z.; MARTINS, F. R.; TAMASHIRO, J. Y. Estrutura do cerradão e da transição entre cerradão e floresta paludícola num fragmento da International Paper do Brasil Ltda., em Brotas, SP. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 27, p. 249-262, 2004.
- HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. Past: Palaeontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontology Electronic*, 2001. Disponível em: http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- HAY, J. D. et al. Comparação do padrão da distribuição espacial em escalas diferentes de espécies nativas do cerrado, em Brasília, DF. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 23, p. 341-347, 2000.
- HENRIQUES, R. P. B.; HAY, J. D. Patterns and dynamics of plant populations. In: Oliveira P S, Marquis R J (eds) *The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna*. New York: Columbia University Press, pp.140-158, 2002.
- HOFFMANN, W. A. The effects of fire and cover on seedling establishment in a Neotropical Savanna. *Journal of Ecology*, v. 84, p. 383-393, 1996.
- HOFFMANN, W. A. Post burn reproduction of woody plants in a neotropical savanna the relative importance of sexual and vegetative reproduction. *Journal of Applied of Ecology*, v. 35, p. 422- 433, 1998.
- HOFFMANN, W. A. Fire and Population Dynamics of Woody Plants in a Neotropical Savanna: Matrix Model Projections. *Ecology*, v. 80, p. 354-1369, 1999.
- HOFFMANN, W. A. Direct and indirect effects of fire on radial growth of cerrado savanna trees. *Journal Tropical of Ecology*, v. 18, p. 137–142, 2002.
- HUTCHINGS, M. J. The structure of plant populations. In Crawley M J (org.). *Plant Ecology*. London: Blackwell Science Ltda, 1997, p. 97-137.

- KANNO, S. S. *Estudo ecofisiológico de duas espécies nativas do cerrado: Kielmeyera coriacea e Kielmeyera variabilis - a disponibilidade hídrica e sua relação com as trocas gasosas, o potencial hídrico foliar e a fenologia*. São Carlos, 1998. 181 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos.
- KAUFFMAN, J. B.; CUMMINGS, D. L.; WARD, D. E. Relationships of Fire, Biomass and Nutrient Dynamics along a Vegetation Gradient in the Brazilian Cerrado. *Journal of Ecology*, v. 82, p. 519-531, 1994.
- KRONKA, F. J. N. et al. Áreas de domínio do cerrado no Estado de São Paulo. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Instituto Florestal, 1998.
- LIMA-RIBEIRO, M. S.; PRADO, E. C. Distribuição espacial de uma população de *Vernonia aurea* Mart. Ex Dc. (asteraceae) em um fragmento de cerradão no município de Caiapônia, GO, Brasil. *Bioscience Journal*, v. 23, p. 81-89, 2007.
- MANTOVANI, W.; MARTINS, F. R. Florística do cerrado na reserva biológica de Moji Guaçu, SP. *Acta Botanica brasílica*, v. 7, p. 33-60, 1993.
- MARQUES, M. C. M.; JOLY, C. A. Estrutura e dinâmica de uma população de *Calophyllum brasiliense* Camb. Em floresta higrófila do sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 23, p. 107-112, 2000.
- MENDONÇA, J. O.; AMARAL, J. R. A. Erythroxylaceae. In: Wanderley M G L, Shepherd G J, Giulietti A M (coord) *Flora fanerogâmica do estado de São Paulo* São Paulo: Hucitec, 2002, p.115-116.
- MENDONÇA, R. C. et al. Flora vascular do cerrado. In: Sano M S, Almeida S P (eds.) *Cerrado: ambiente e flora*. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998, p. 287-556.

- MYERS, J. H. Selecting a measure of dispersion. *Environmental Entomology*, v. 7, p. 619-621, 1978.
- MIRANDA, I. S. Estrutura do estrato arbóreo do cerrado amazônico em Alter-do-Chão, Pará, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 16, p. 143-150, 1993.
- MOREIRA, A. G. Effects of fire protection on savanna structure in Central Brazil. *Journal of Biogeography*, v. 27, p. 1021-1029, 2000.
- PAULA, N. F. *Capacidade fotossintética, deciduidade e teor de nitrogênio e fósforo em espécies lenhosas do cerrado*. São Carlos, 2002. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos.
- RATTER, J. A. et al. Analysis of the floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation II: comparison of the woody vegetation of 98 areas. *Edinburgh Journal of Botany* v. 53, p. 153-180, 1996.
- RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (eds) *Cerrado: Ambiente e flora*. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998, p. 87-167.
- ROSSI, C. V.; SILVA-JÚNIOR, M. C.; SANTOS, C. E. N. Fitossociologia do estrato arbóreo do cerrado (*sensu stricto*) no Parque Ecológico Norte, Brasília- DF. *Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer*, v. 2, p. 49-56, 1998.
- SAKURÁN J.; MARTINEZ-RAMOS M.; PIÑERO, D. The analysis of demographic variability at the individual level and population consequences. In: *Dirzo R.; Sakurán J.* (eds.) *Perspectives on Plant Population Ecology*, Sianuer: Sunderland, 1984, p. 83-106.

- SAN JOSE, J. J.; FARINAS, M. R.; ROSALES, J. S. Spatial patterns of trees and structuring factors in a *Trachypogon* savanna of the Orinoco Llanos. *Biotropica*, v. 23, p. 114-123, 1991.
- SILVA, I. A.; VALENTI, M. W.; SILVA MATOS, D. M. Fire effects on the population structure of *Zanthoxylum rhoifolium* Lam. (Rutaceae) in a Brazilian savanna. *Brazilian Journal of Biology*. Não publicado
- SILVA JÚNIOR, M. C. *100 Árvores do Cerrado: guia de campo*. Brasília: Rede de Sementes do Cerrado, 2005, 278 p.
- SMITH-GILL, S. J. Citophysiological basis of disruptive pigmentary patterns in the leopard frog *Rana pipiens* II. Wild type and mutant cell specific patterns. *Journal of Morphology*, v. 146, p. 35-54, 1975.
- SOUZA, J. P.; COIMBRA, F. G. Estrutura populacional e distribuição espacial de *Qualea parviflora* Mart. em um cerrado *sensu stricto*. *Bioscience Journal*, v. 21, p. 65-70, 2005.
- SOUZA, V. L.; SILVA, O. A. Estrutura e distribuição espacial de uma população de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville em Cerrado da Reserva Biológica e Estação Experimental de Mogi Guaçu, Estado de São Paulo, Brasil. *Holos Environmental*, v. 6, p. 55-69, 2005.
- WALTER, B. M. T. *Fitofisionomias do bioma Cerrado: síntese terminológica e relações florísticas*. Brasília, 2006, 389 p. Tese (Doutorado em Ecologia), Universidade de Brasília.
- ZAR, J. H. *Biostatistical analysis*. New Jersey: Prentice Hall, 1999, 663 p.

CAPÍTULO II – Efeito do fogo sobre a fenologia vegetativa e reprodutiva de *Diospyros hispida*, *Erythroxylum suberosum*, *Schefflera vinosa* e *Miconia ligustroides* em área de reserva de cerrado *sensu stricto*

RESUMO

O comportamento fenológico das espécies do cerrado influenciadas pelo fogo é pouco conhecido. Pesquisas demonstraram que a ocorrência de queimadas pode ocasionar comportamentos fenológicos divergentes aos padrões comumente descritos. À cerca de dois anos foi registrado um incêndio em área de cerrado *sensu stricto*, Reserva da Universidade Federal de São Carlos, SP. Esse estudo teve como objetivo comparar os índices de atividade, de intensidade e a correlação entre o número de indivíduos com determinadas fenofases e as variáveis climáticas entre indivíduos queimados e não queimados *Diospyros hispida*, *Erythroxylum suberosum*, *Miconia ligustroides* e *Schefflera vinosa*. O fogo estimulou a produção de folhas durante a estação chuvosa para *E. suberosum*. Para folhas expandidas o índice de atividade e de intensidade foi semelhante para indivíduos queimados e não queimados de *E. suberosum*, *D. hispida*, *S. vinosa*, e redução dos índices para a fenologia foliar de indivíduos queimados de *M. ligustroides*. Também foi registrado maior índice de atividade e de intensidade para folhas senescentes de indivíduos queimados de *D. hispida*. Quanto a fenologia reprodutiva, ocorreu estímulo de floração e da frutificação para *E. suberosum*, *S. vinosa* e de *M. ligustroides* e reduziu a frutificação de *D. hispida*. Cerca de dois anos após a ocorrência do incêndio, o fogo afetou, de maneira acentuada a fenologia das espécies lenhosas, com estímulo ou redução da atividade e da intensidade das fenofases de forma diferente para cada espécie.

Palavras-chave – fenologia, cerrado *sensu stricto*, fogo, São Paulo, Brasil

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento dos padrões fenológicos é regulado por ritmos endógenas, associadas às condições climáticas, além dos fatores bióticos e abióticos que exercem pressão seletiva (Janzen 1967; Janzen 1975). O período em que ocorrem os eventos reprodutivos nas plantas é determinante para o sucesso da população, ao assegurar a sobrevivência e o estabelecimento dos indivíduos jovens (Ferraz *et al.* 1999).

Embora vários fatores ambientais sazonais, como o fogo e a herbivoria, possam modular a periodicidade das fenofases (Huxley & Van Eck 1974; Medina & Silva 1990), em espécies arbóreas de florestas tropicais, a restrição hídrica parece ser o principal fator determinante da fenologia foliar (Daubenmire 1972; Lieberman 1982; Borchert 1994; Bulhão & Figueiredo 2002). No entanto, é possível que a floração e o brotamento possam, nestes casos, ocorrer durante a seca (Borchert 1994). Em savanas tropicais, o padrão temporal de crescimento e de reprodução está relacionado às variações sazonais (Williams *et al.* 1997). No Estado de São Paulo, as espécies lenhosas do cerrado florescem principalmente entre o fim da estação seca e o início da estação chuvosa (Batalha & Mantovani 2000; Batalha & Martins 2004).

O comportamento fenológico das espécies do cerrado influenciado pelo fogo é pouco conhecido. A ocorrência de queimadas pode ocasionar comportamentos fenológicos divergentes aos padrões comumente descritos (Bulhão & Figueiredo 2002). Os resultados de Munhoz & Felfili (2005) mostram que o fogo estimulou a floração e a frutificação de 61 espécies do estrato herbáceo-subarbustivo. Também atuou como agente sincronizador da floração de *Spiranthera odoratissima*, espécie subarbustiva (Silva & Santos 2008). Em cerrado *sensu stricto*, na região central do Brasil, o fogo causou impacto negativo sobre a reprodução sexual devido à destruição das estruturas reprodutivas de espécies lenhosas (Hoffmann 1998). Resultado semelhante foi observado para espécies leguminosas arbóreas em cerrado marginal no Nordeste do Maranhão, onde a ocorrência de queimadas também diminuiu o número de flores e a produção de frutos (Bulhão & Figueiredo 2002).

Considerando que as espécies do Cerrado podem apresentar diferentes estratégias fenológicas para superar as diferentes condições ambientais, supomos que o fogo pode alterar o padrão fenológico de *Diospyros hispida*, *Erythroxylum suberosum*, *Schefflera vinosa* e *Miconia ligustroides* em cerrado *sensu stricto*.

O fogo pode ter estimulado a produção de folhas, floração e frutificação dos indivíduos queimados das quatro espécies e, considerando as condições de precipitação e temperatura, as espécies podem apresentar diferentes estratégias como a produção de folhas ao longo do período chuvoso para as sempre-verdes (Lenza & Klink 2006) e intensa produção no final da estação seca para os outros grupos fenológicos foliares (Lenza & Klink 2006; Batalha & Mantovani 2000)

Dessa forma, objetivo desse estudo foi descrever o comportamento fenológico de indivíduos queimados e não queimados para as espécies lenhosas *Diospyros hispida*, *Erythroxylum suberosum*, *Miconia ligustroides* e *Schefflera vinosa* em área de cerrado *sensu stricto*. Mais especificamente, neste estudo, procuramos responder as seguintes questões: 1) os eventos fenológicos vegetativos e reprodutivos diferem entre indivíduos queimados e não queimados? 2) os índices de atividade e de intensidade das fenofases de indivíduos queimados e não queimados são diferentes? 3) estes parâmetros estão correlacionados à precipitação e à temperatura?

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

Este estudo foi realizado entre maio de 2008 e janeiro de 2009, na reserva de Cerrado da Universidade Federal de São Carlos, Estado de São Paulo, Brasil (21° 58' e 22° 00' S e 47° 51' e 47° 52' L). O clima da região é quente com verão úmido e inverno seco (Cwa) segundo a classificação de Köppen. As médias anuais históricas de precipitação e temperatura são, respectivamente, de 1532 mm e 21,8°C (Ciiagro 2008).

Espécies estudadas

A espécie *Diospyros hispida* pode apresentar forma de arbusto ou árvore pequena e tortuosa, com casca fendilhada (Durigan *et al.* 2004). As folhas são simples e coriáceas e apresenta hábito decíduo (Paula 2002). Florescem durante os meses de agosto a novembro e

frutos amadurecem entre dezembro e março (Lorenzi 1998). *Erythroxylum suberosum* é um arbusto ou arvoreta de até 4 m de altura, com ramos suberosos e flexíveis, súber esfoliativo (Silva Junior 2005). As folhas são coriáceas de hábito semidecíduo (Paula 2002). Em área sem a influência do fogo foram coletadas flores de agosto a dezembro e com frutos de setembro a janeiro (Mendonça & Amaral Jr. 2002). As flores são hermafroditas, a polinização ocorre por meio de pequenos insetos e a dispersão por pássaros (Silva Jr. 2005). *Schefflera vinosa* é um arbusto ou arvoreta, com caules e ramos geralmente cobertos por pêlos, com folíolos sésseis (Durigan *et al.* 2004), enquanto *Miconia ligustroides* é uma árvore pequena de ramos glabros, com folhas simples e glabras (Durigan *et al.* 2004). Tanto *S. vinosa* como *M. ligustroides* são descritas como espécies de hábito sempre-verde em cerrado *sensu stricto* (Paula 2002).

Procedimentos de campo

De acordo com Frankie *et al.* (1974), considerando as variações intrínsecas bem como diferenças de habitats entre membros de uma população, um mínimo de 5 indivíduos por espécie deve ser observado em um estudo fenológico. Para descrever a fenologia das espécies e verificar possíveis alterações da fenologia vegetativa e reprodutiva foram marcados aleatoriamente 10 indivíduos reprodutivos queimados e 10 indivíduos reprodutivos não queimados para cada espécie, após o registro de um incêndio em agosto de 2006.

Os indivíduos foram marcados e a cada 15 dias os dados foram coletados e agrupados de acordo com o método de Fournier (1974) e utilizado para estudos fenológicos de plantas do cerrado (Bulhão & Figueiredo 2002; San-Martin-Gajardo & Morellato 2003; Silva & Santos 2008). O método de Fournier (1974), classificado como método semi-quantitativo (D'Eça-Neves & Morellato 2004), consiste no registro das fenofases por intervalo de classes de 0 a 4, sendo: 0 – ausência do evento; 1 – 1 a 25% do evento em copa; 2 – 26 a 50% do evento em copa; 3 – 51 a 75% do evento em copa; e 4 – 76 a 100% do evento em copa. Foi determinada a proporção de copa com folhas (folhas jovens, expandidas e senescentes), floração (botões florais e flores abertas) e frutificação (frutos verdes e maduros), no período de maio de 2008 a janeiro de 2009. Também foi registrado o número de indivíduos que manifestou cada fenofase para determinar o índice de atividade.

Análise de dados

A soma dos valores atribuídos quinzenalmente para cada fenofase foi dividida por $4 \times 10 = 40$ (já que 4 é a máxima nota possível para cada indivíduos e 10 é o número de indivíduos analisados para os grupos queimados e não queimados). A proporção obtida foi multiplicada por 100 para transformá-lo em um valor percentual.

O índice de atividade foi utilizado para estimar a porcentagem de indivíduos de uma população que está manifestando determinado evento fenológico, além de estimar a sincronia entre os indivíduos de uma população (Bencke e Morellato 2002).

As variáveis climáticas foram obtidas no Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (Ciiagro) do Estado de São Paulo. Para verificar a existência de correlação entre as variáveis climáticas e a frequência das fenofases foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson. Foi analisada a correlação entre temperatura média e precipitação mensal, de um mês anterior e de dois meses anteriores ao evento fenológico.

RESULTADOS

O clima da região apresentou marcante sazonalidade. O período de menor precipitação, inferior a 50 mm de chuva, ocorreu de maio a novembro de 2008, o que caracteriza a estação seca (figura 1). A estação chuvosa teve início em dezembro de 2008. As quatro espécies apresentaram cobertura foliar durante todo o período de estudo (figura 2), justificando a ausência de correlação dessa fenofase com as condições de temperatura e de precipitação (tabelas 1 e 2).

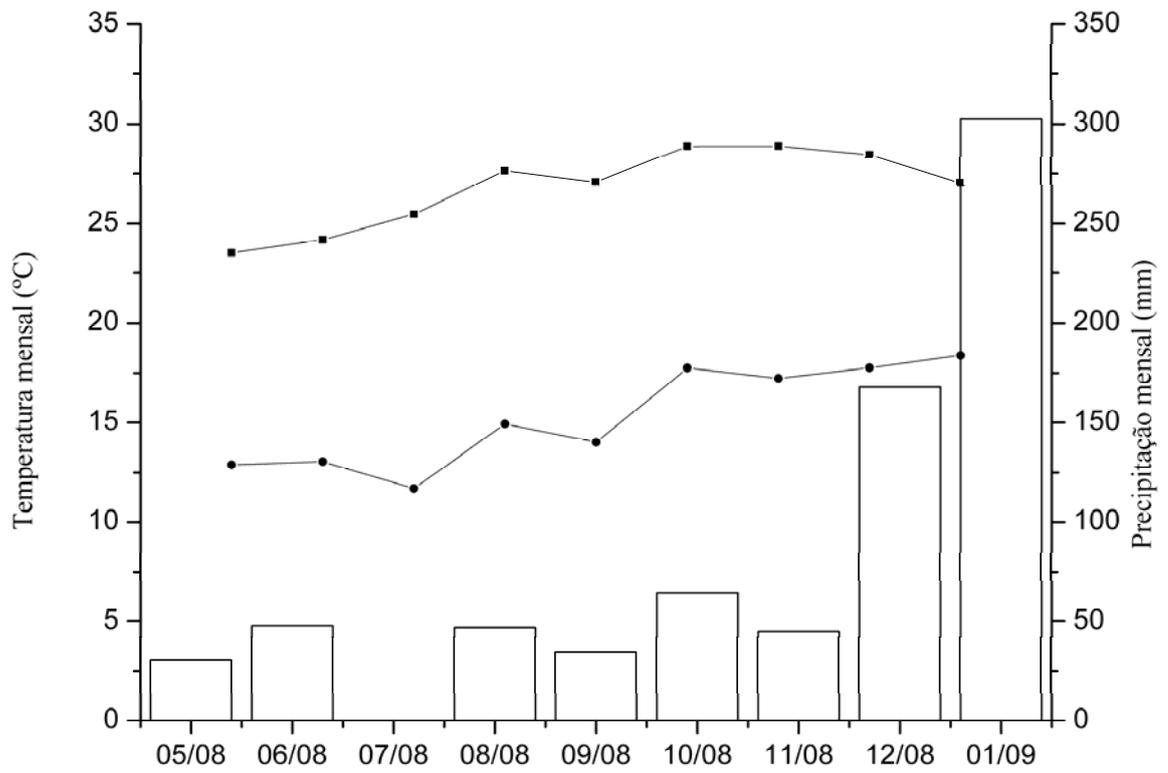
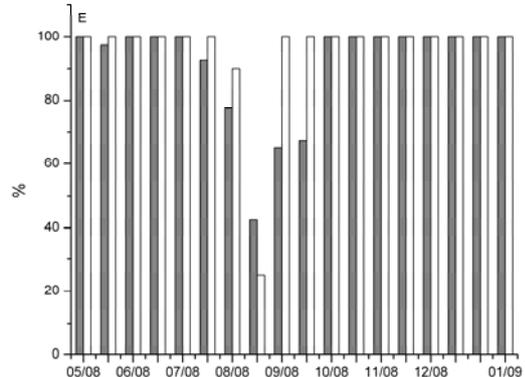
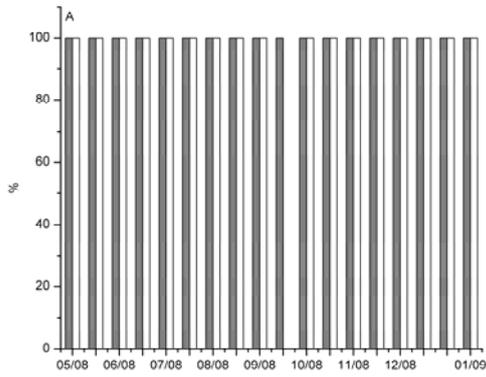
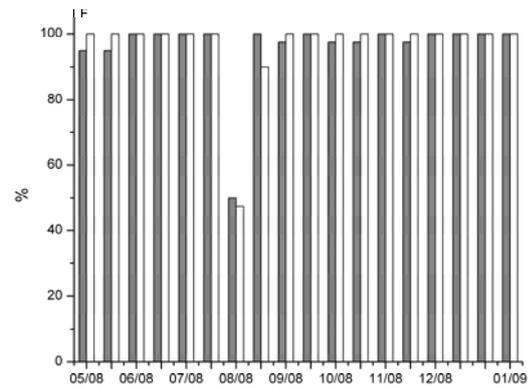
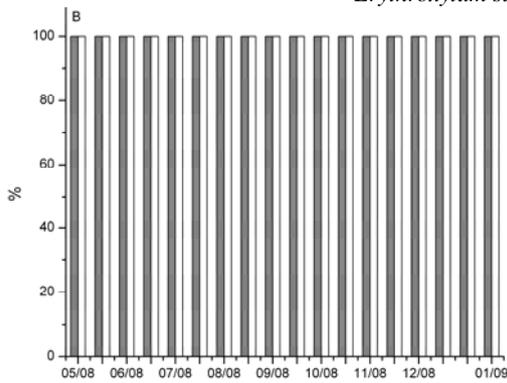


Figura 1. Temperatura máxima ■ , mínima ● , precipitação mensal do município de São Carlos/ SP. Dados obtidos pelo Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas do Estado de São Paulo.

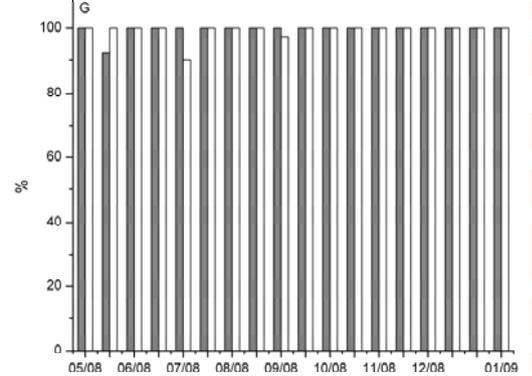
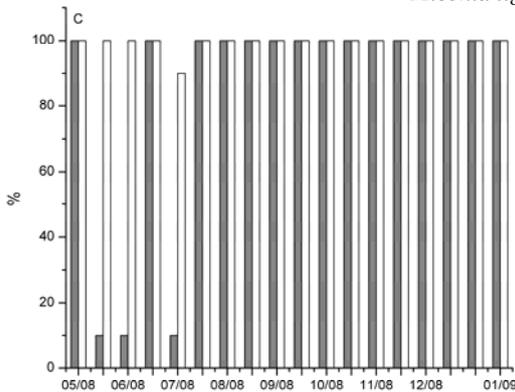
Diospyros hispida



Erythroxylum suberosum



Miconia ligustroides



Schefflera vinosa

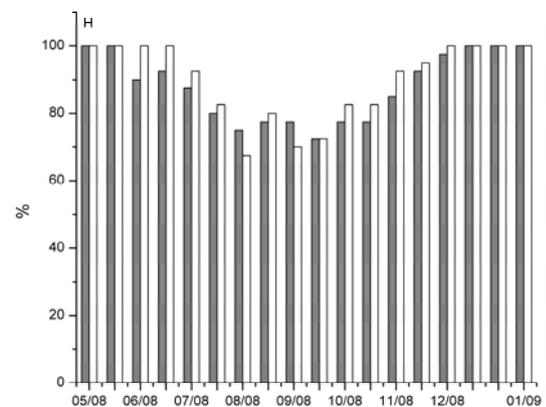
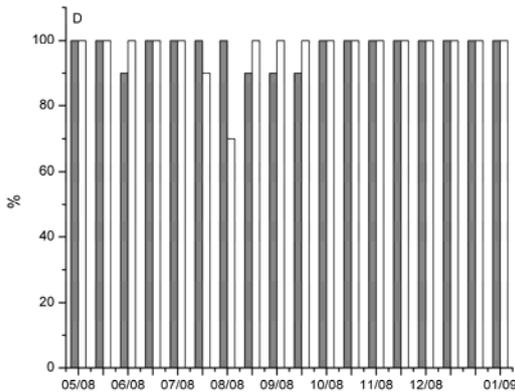


Figura 2. A, B, C, D – índice de atividade de cobertura foliar em (%). E, F, G, H – índice de intensidade de cobertura foliar (%). Barra cinza – indivíduos queimados. Barra branca – indivíduos não queimados.

Tabela 1. Correlação de Pearson entre as fenofases e a precipitação do mês em que ocorreu o evento fenológico (P0), precipitação do mês anterior (P1) e precipitação de dois meses anteriores (P2) para indivíduos queimados (Q) e não queimados (NQ). $P < 0,05$.

Fenofases	Espécies	P0		P1		P2	
		Q	NQ	Q	NQ	Q	NQ
Cobertura foliar	<i>E. suberosum</i>	---	---	---	---	---	---
	<i>D. hispida</i>			---	---	---	---
	<i>S. vinosa</i>	---	---	0.09	---	---	---
	<i>M. ligustroides</i>	---	---	---	---	---	---
Folha jovem	<i>E. suberosum</i>	0.07	0.35	-0.01	0.19	-0.06	-0.50
	<i>D. hispida</i>	-0.73	-0.74	-0.54	-0.53	0.16	0.18
	<i>S. vinosa</i>	-0.59	0.36	-0.88	-0.04	-0.31	-0.69
	<i>M. ligustroides</i>	-0.98	-0.89	-0.88	-0.04	0.08	0.11
Folha expandida	<i>E. suberosum</i>	0.21	0.14	0.16	0.46	0.50	0.08
	<i>D. hispida</i>	0.18	---	0.09	---	0.48	---
	<i>S. vinosa</i>	0.21	0.27	0.15	0.49	0.50	0.43
	<i>M. ligustroides</i>	-0.89	---	0.15	0.49	0.11	---
Folha senescente	<i>E. suberosum</i>	-0.52	-0.54	-0.34	---	0.50	0.47
	<i>D. hispida</i>	-0.22	-0.22	-0.48	-0.12	-0.30	-0.41
	<i>S. vinosa</i>	0.38	-0.36	0.52	-0.18	0.50	0.49
	<i>M. ligustroides</i>	-0.93	---	0.52	-0.18	-0.05	---
Botão floral	<i>E. suberosum</i>	-0.09	0.86	-0.35	0.81	-0.45	-0.14
	<i>D. hispida</i>	0.69	0.81	0.59	0.72	-0.15	-0.14
	<i>S. vinosa</i>	0.57	0.47	0.87	0.78	0.38	0.59
	<i>M. ligustroides</i>	0.68	0.66	0.87	0.78	-0.02	-0.13
Floração	<i>E. suberosum</i>	-0.03	-0.34	-0.14	-0.41	-0.43	-0.23
	<i>D. hispida</i>	-0.08	-0.18	-0.19	-0.20	-0.09	-0.49
	<i>S. vinosa</i>	0.07	-0.38	0.33	-0.28	-0.55	0.50
	<i>M. ligustroides</i>	0.12	0.17	0.33	-0.28	0.16	0.16
Fruto verde	<i>E. suberosum</i>	-0.09	-0.10	-0.23	-0.21	-0.47	-0.41
	<i>D. hispida</i>	-0.08	0.05	-0.19	-0.17	-0.09	-0.15
	<i>S. vinosa</i>	0.29	-0.48	0.28	-0.46	-0.06	-0.16
	<i>M. ligustroides</i>	0.70	0.63	0.28	-0.46	0.03	0.52
Fruto maduro	<i>E. suberosum</i>	0.06	0.05	-0.03	-0.03	-0.13	-0.14
	<i>D. hispida</i>	---	0.89	---	0.86	---	-0.11
	<i>S. vinosa</i>	-0.52	-0.66	-0.58	-0.75	-0.66	-0.40
	<i>M. ligustroides</i>	0.62	0.48	-0.58	-0.75	0.49	0.57

Tabela 2. Correlação de Pearson entre as fenofases e a temperatura do mês em que ocorreu o evento fenológico (T0), temperatura do mês anterior (T1), temperatura de dois meses anteriores (T2) para indivíduos queimados (Q) e não queimados (NQ). $P < 0,05$.

Fenofases	Espécies	T0		T1		T2	
		Q	NQ	Q	NQ	Q	NQ
Cobertura foliar	<i>E. suberosum</i>	--	--	--	--	---	---
	<i>D. hispida</i>	--	--	--	--	--	--
	<i>S. vinosa</i>	0.21	--	--	--	---	---
	<i>M. ligustroides</i>	--	--	--	--	--	--
Folha jovem	<i>E. suberosum</i>	-0.63	-0.55	-0.42	-0.17	-0.38	-0.06
	<i>D. hispida</i>	-0.63	-0.55	-0.79	-0.82	-0.66	0.74
	<i>S. vinosa</i>	-0.37	-0.06	-0.39	0.00	0.04	0.67
	<i>M. ligustroides</i>	-0.57	-0.35	-0.56	-0.44	-0.47	-0.29
Folha expandida	<i>E. suberosum</i>	--	--	0.65	0.22	-0.01	0.62
	<i>D. hispida</i>	0.21	--	0.62	--	-0.03	--
	<i>S. vinosa</i>	0.42	0.71	0.00	0.60	-0.17	0.11
	<i>M. ligustroides</i>	-0.35	--	-0.44	--	-0.29	---
Folha senescente	<i>E. suberosum</i>	-0.30	-0.21	-0.44	-0.49	-0.93	-0.93
	<i>D. hispida</i>	-0.30	-0.21	-0.50	-0.63	-0.57	-0.07
	<i>S. vinosa</i>	0.61	0.43	0.63	0.19	0.08	-0.22
	<i>M. ligustroides</i>	-0.50	--	-0.31	--	-0.42	---
Botão floral	<i>E. suberosum</i>	-0.13	0.03	-0.53	0.40	-0.07	0.21
	<i>D. hispida</i>	-0.13	0.03	0.40	0.44	0.52	0.47
	<i>S. vinosa</i>	0.42	0.47	0.36	0.44	-0.07	-0.14
	<i>M. ligustroides</i>	0.25	0.19	0.69	0.66	0.58	0.81
Floração	<i>E. suberosum</i>	-0.64	-0.50	-0.44	-0.33	0.22	-0.64
	<i>D. hispida</i>	-0.64	-0.50	0.04	-0.52	0.42	0.29
	<i>S. vinosa</i>	0.27	0.12	0.71	-0.07	-0.62	-0.64
	<i>M. ligustroides</i>	0.46	0.54	0.34	0.23	-0.01	0.30
Fruto verde	<i>E. suberosum</i>	-0.64	-0.05	0.10	0.08	0.72	0.70
	<i>D. hispida</i>	-0.64	-0.05	0.04	0.53	0.42	0.75
	<i>S. vinosa</i>	0.11	-0.20	-0.17	-0.88	-0.12	-0.54
	<i>M. ligustroides</i>	0.60	0.79	0.55	0.05	0.60	0.16
Fruto maduro	<i>E. suberosum</i>	---	0.35	0.57	0.57	0.51	0.50
	<i>D. hispida</i>	---	0.35	--	0.44	---	0.29
	<i>S. vinosa</i>	-0.82	-0.59	-0.46	-0.84	-0.22	-0.30
	<i>M. ligustroides</i>	0.50	0.50	0.50	0.34	-0.09	-0.12

Todos os indivíduos de *D. hispida* produziram folhas apenas durante a estação seca, de forma sincrônica (figura 3). A correlação entre precipitação e número de indivíduos indica que a seca corresponde à estação favorável para essa fenofase independente do fator fogo (tabela 2).

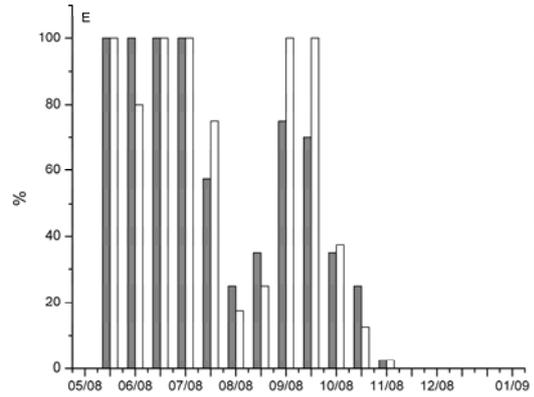
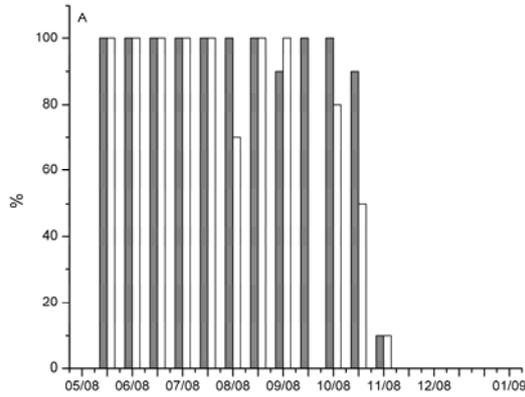
O pico de atividade e intensidade de *E. suberosum* também foram registrados na estação seca, com interrupção apenas em julho de 2008. A diferença foi registrada no início da estação chuvosa, com presença de até 70% dos indivíduos queimados contra 20% dos não queimados com folhas jovens (figura 3). A fraca correlação obtida entre as variáveis climáticas e o número de indivíduos queimados e não queimados com folhas jovens deve-se a ocorrência da mesma em ambas as estações (tabelas 1 e 2), tendo que no início da estação chuvosa foi registrada redução da intensidade de produção de folhas.

M. ligustroides e *S. vinosa* apresentaram produção contínua de folhas (figura 3). Apenas os indivíduos queimados de ambas as espécies apresentaram redução de 100% para 10% do índice de atividade no início da estação seca (maio e junho de 2008) (figura 3). Essa redução está correlacionada, de forma negativa, à precipitação do mês anterior (figura 1, tabela 1). E à precipitação do mês para todos os indivíduos de *M. ligustroides* (tabela 1).

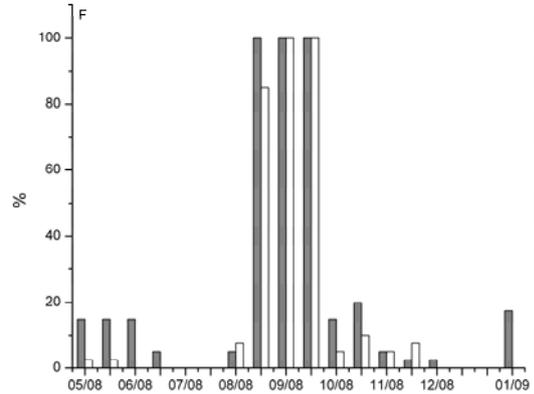
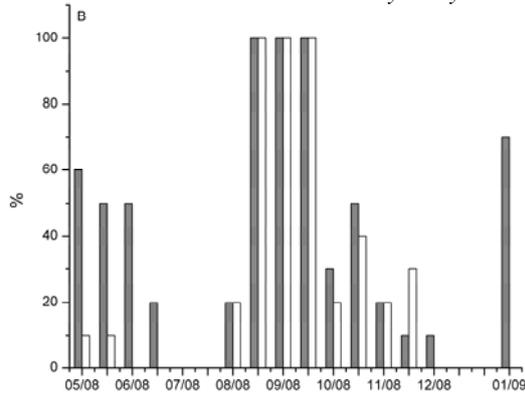
Independente da ocorrência do fogo, ocorreu redução do índice de atividade e de intensidade de folhas expandidas e senescentes para *E. suberosum* e *D. hispida* na estação seca (figuras 4 e 5). O fogo também não alterou os índices de *S. vinosa*. Os resultados obtidos para *E. suberosum* pode ser compreendido pela correlação negativa dessas fenofases com a precipitação do mês (tabela 1). Para *D. hispida*, no entanto não há correlação com as variáveis climáticas, enquanto *S. vinosa* apresentou correlação positiva apenas entre os indivíduos não queimados e a temperatura de dois meses anteriores (tabelas 1 e 2).

A influência do fogo sobre as folhas expandidas e senescentes foi observada apenas para *M. ligustroides* (figuras 4 e 5). Assim como as folhas jovens, os indivíduos queimados apresentaram uma redução do índice de atividade dessas fenofases no início da estação seca e da estação chuvosa, devido a correlação negativa com a precipitação do mês (figuras 4 e 5, tabela 1). *M. ligustroides* não se recuperou do incêndio quanto a atividade dessas fenofases. Diferente do observado entre folhas expandidas e senescentes dos indivíduos não queimados e as variáveis em que a correlação foi fraca ou mesmo ausente (tabelas 1 e 2).

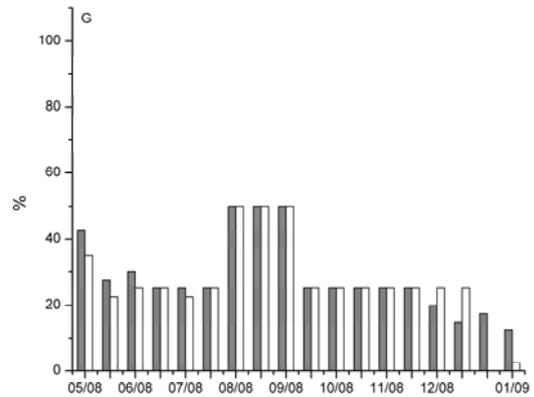
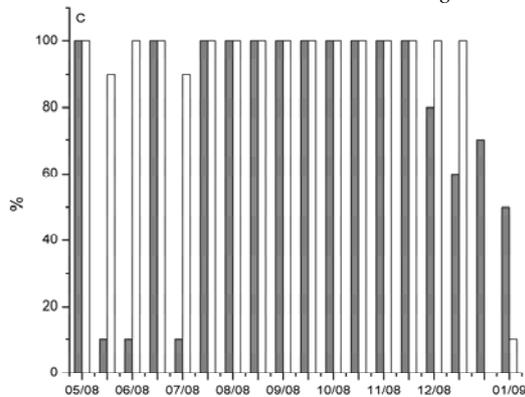
Diospyros hispida



Erythroxylum suberosum



Miconia ligustroides



Schefflera vinosa

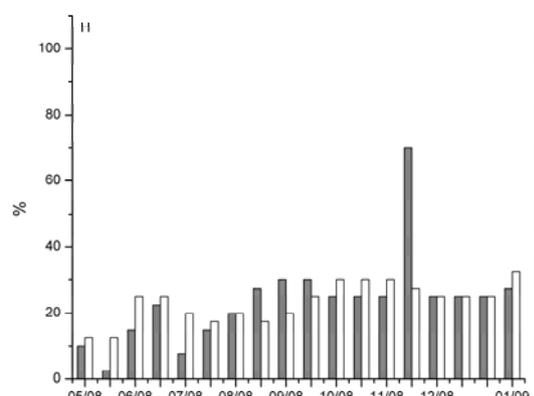
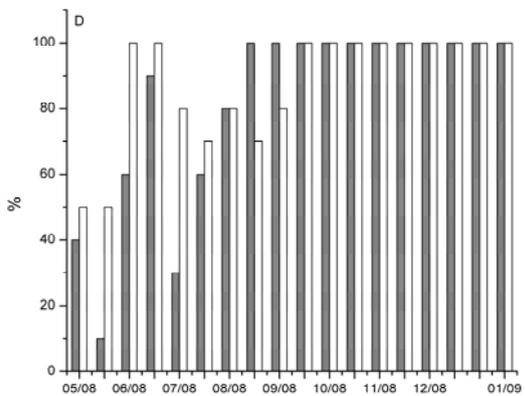


Figura 3. A, B, C, D – índice de atividade de folhas jovens em (%). E, F, G, H – índice de intensidade de folhas jovens em (%). Barra cinza – indivíduos queimados. Barra branca – indivíduos não queimados.

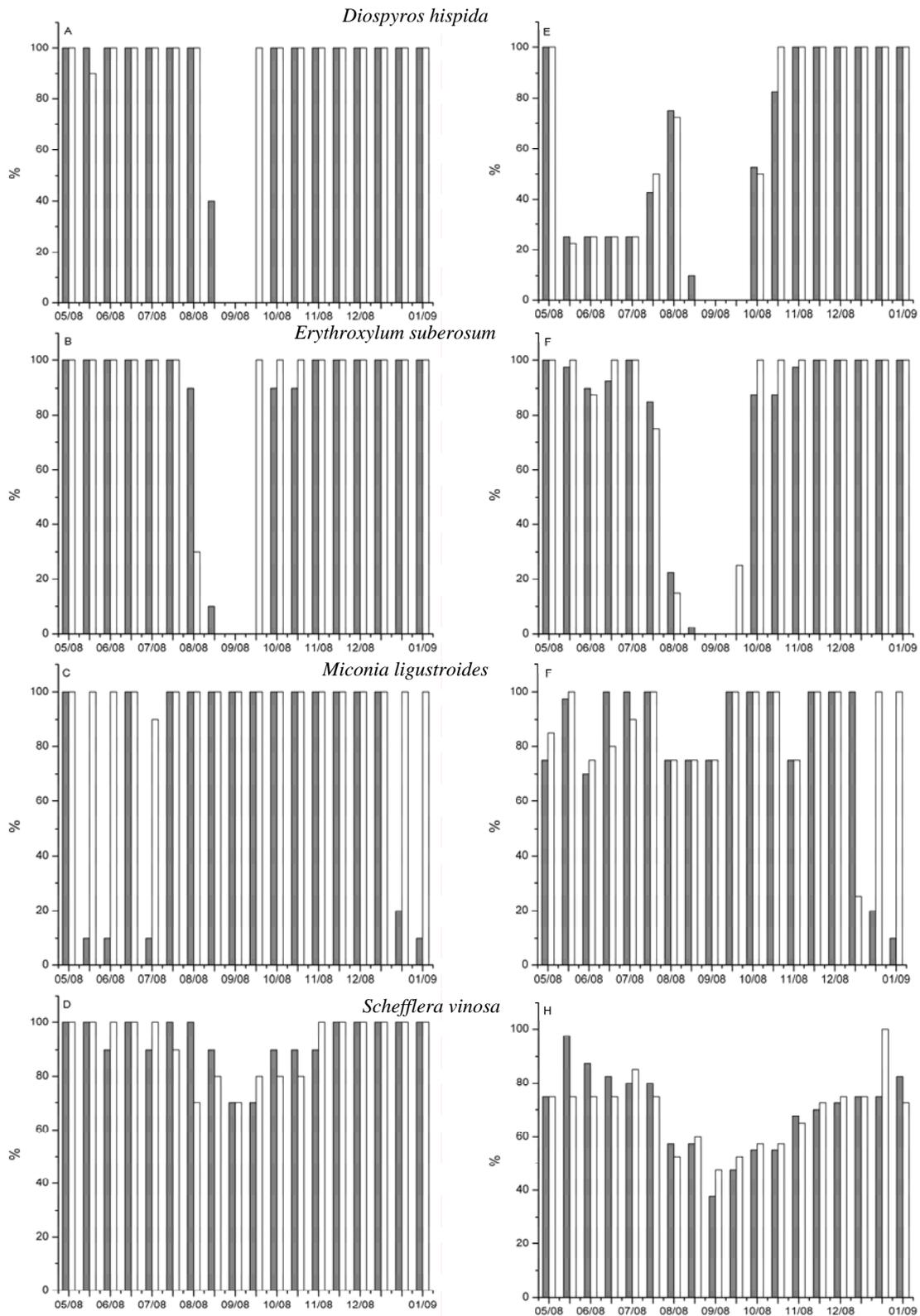


Figura 4 – A, B, C, D – índice de atividade de folhas expandidas em (%). E, F, G, H – índice de intensidade de folhas expandidas em (%). Barra cinza – indivíduos queimados. Barra branca – indivíduos não queimados.

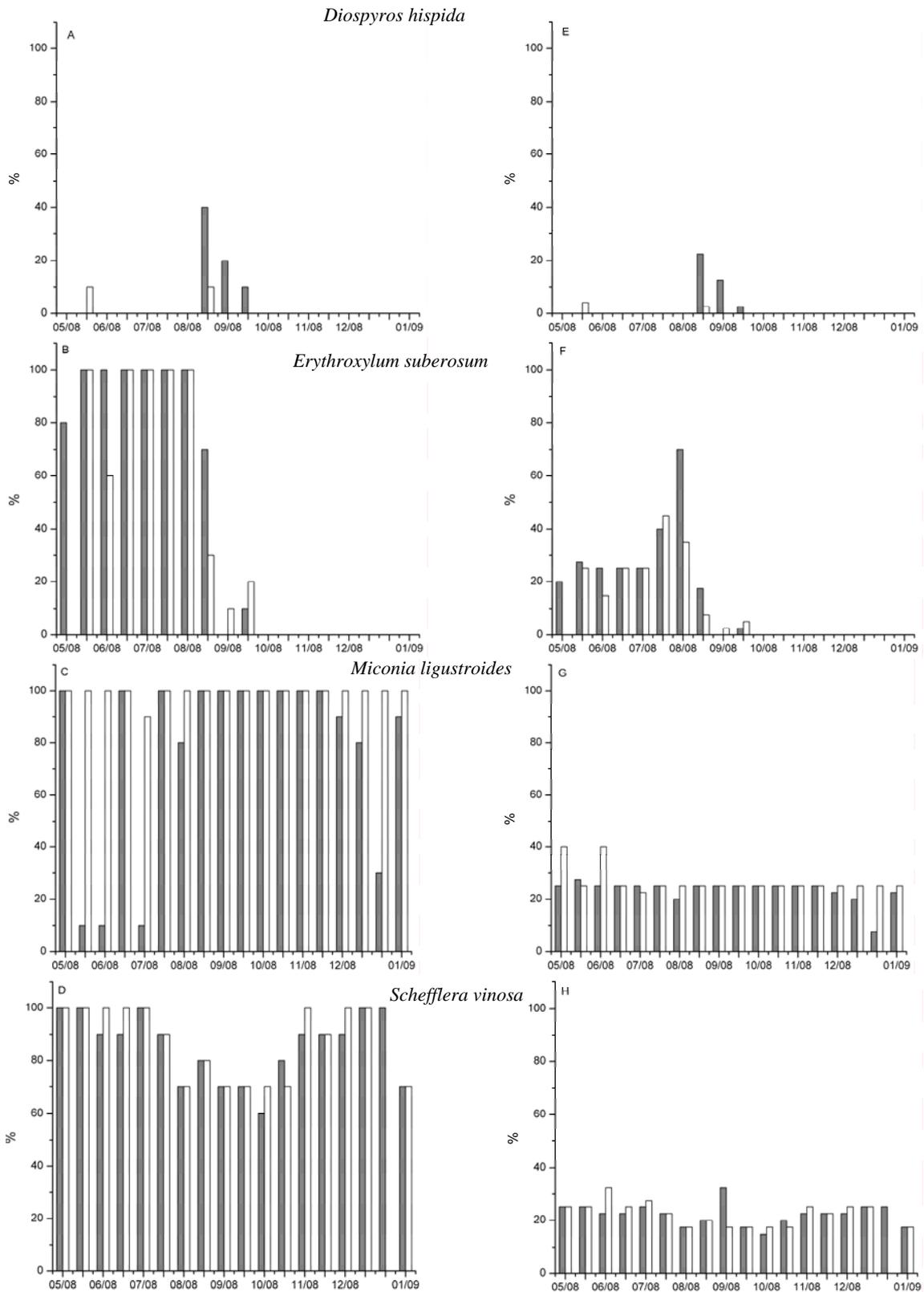


Figura 5 – A, B, C, D – índice de atividade de folhas senescentes em (%). E, F, G, H – índice de intensidade de folhas senescentes em (%). Barra cinza – indivíduos queimados. Barra branca – indivíduos não queimados.

Quanto a fenologia reprodutiva, a atividade e a intensidade de botão floral foi semelhante entre indivíduos queimados e não queimados das quatro espécies (figura 6). Essa fenofase está fortemente correlacionada à precipitação do mês ou do mês anterior, tendo que a influência da temperatura de dois meses anteriores foi verificada para *M. ligustroides* sobre essa fenofase de indivíduos não queimados (tabela 2).

A presença de flores e frutos também foi registrada durante a estação seca para todos os indivíduos das quatro espécies. Nos meses pertencentes à estação chuvosa, dezembro de 2008 e janeiro de 2009 *M. ligustroides* também produziu flores e frutos (figuras 7 e 8). O fogo retardou a fenologia reprodutiva de *D. hispida*. Indivíduos queimados dessa espécie apresentaram menor atividade para floração, entre 20% e 70% enquanto os não queimados variaram entre 60% e 100% (figura 7). O mesmo resultado foi obtido para a frutificação, com apenas 10% dos indivíduos queimados com frutos contra 40% de atividade dos não queimados entre outubro de 2008 e janeiro de 2009 (figura 8). Essa diferença também foi registrada para a intensidade dessas fenofases (figuras 7 e 8).

Diferente do observado para *E. suberosum*, *M. ligustroides* e *S. vinosa* em que de forma geral, os indivíduos queimados apresentaram maior índice de atividade e de intensidade de floração e frutificação que os não queimados (figuras 7, 8, 9). *M. ligustroides* apresentou atividade de até 60% dos indivíduos queimados com flores e apenas 10% dos não queimados entre agosto e outubro de 2008. *E. suberosum* apresentou entre 30% e 70% de indivíduos queimados com frutos maduros enquanto que a atividade dos não queimados foi igual ou inferior a 30% no mesmo período (figura 9).

As quatro espécies apresentaram fraca correlação entre as variáveis climáticas e o número de indivíduos com flores (tabelas 1 e 2). A correlação foi positiva entre a precipitação do mês e indivíduos queimados com frutos verdes de *M. ligustroides* e os indivíduos não queimados e a temperatura do mês e de dois meses anteriores para esta espécie e *D. hispida*, respectivamente (tabela 1). *S. vinosa* apresentou correlação negativa entre os indivíduos não queimados e a temperatura do mês anterior (tabela 2). Para frutos maduros a correlação foi negativa entre indivíduos queimados e não queimados de *S. vinosa* e *M. ligustroides* com a precipitação do mês anterior (tabela 1). Os indivíduos queimados dessas espécies apresentaram correlação negativa com a temperatura de dois meses anteriores e para os indivíduos não queimados com a temperatura do mês anterior (tabela 2).

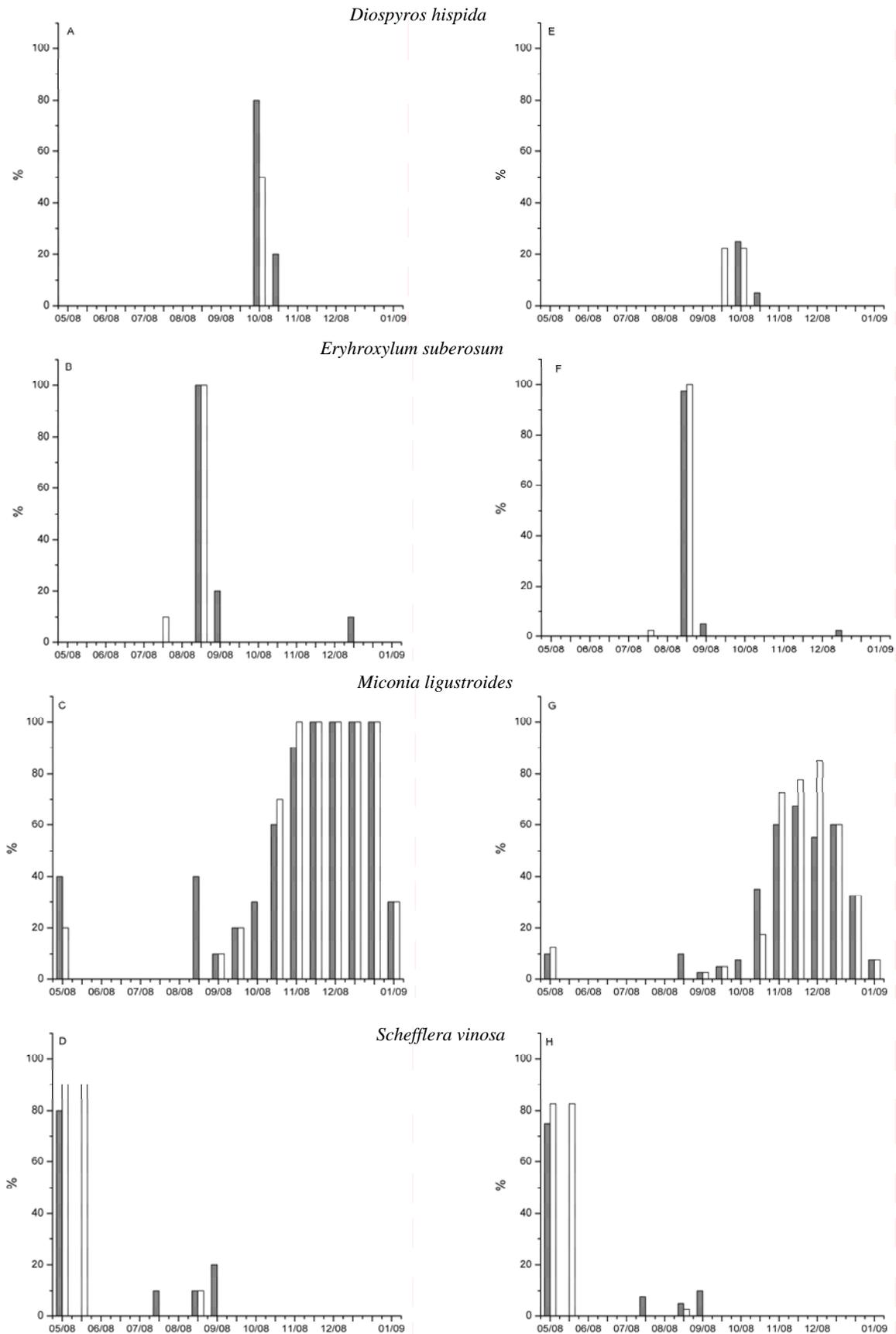
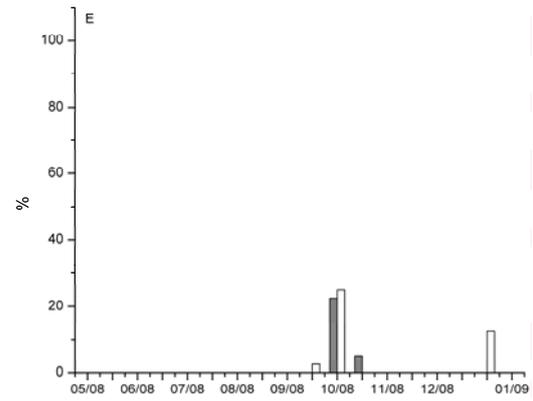
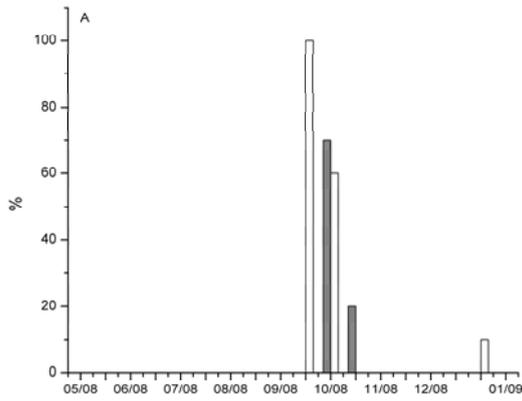
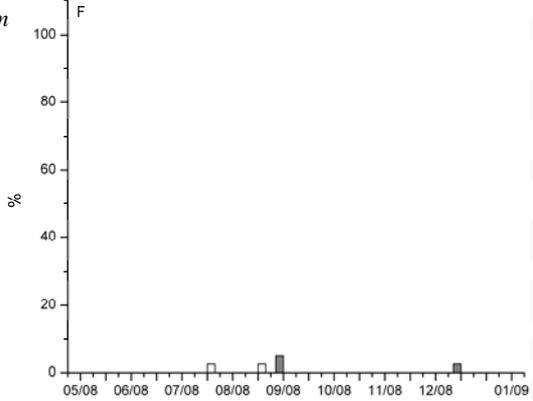
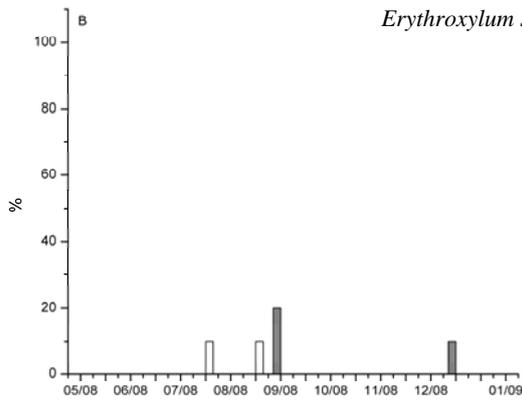


Figura 6 - A, B, C, D – índice de atividade de botões florais em (%). E, F, G, H – índice de intensidade de botões florais em (%). Barra cinza – indivíduos queimados. Barra branca – indivíduos não queimados.

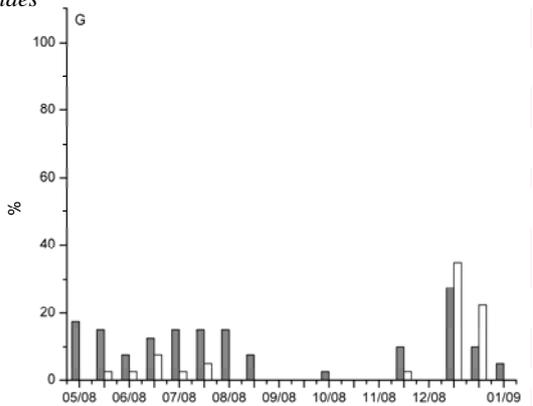
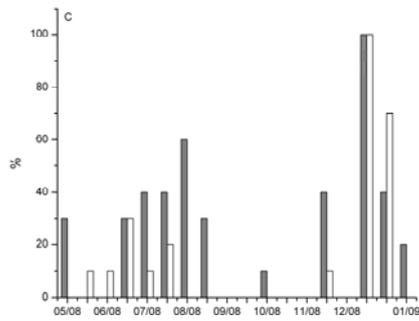
Diospyros hispida



Erythroxylum suberosum



Miconia ligustroides



Schefflera vinosa

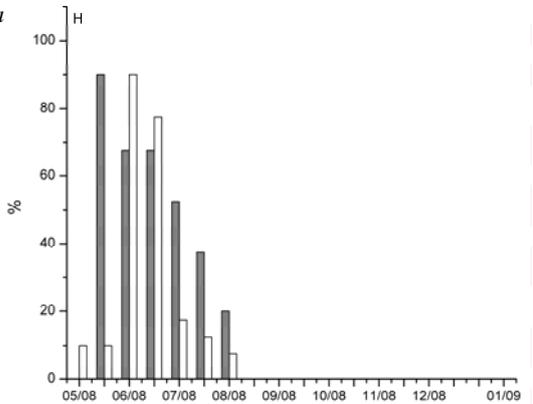
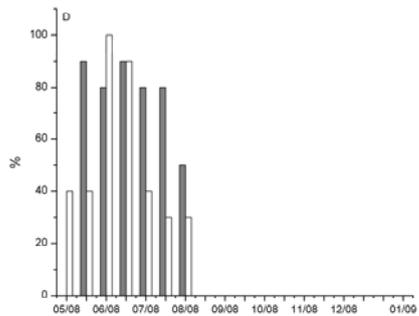


Figura 7 - A, B, C, D – índice de atividade de flores em (%). E, F, G, H – índice de intensidade de flores em (%). Barra cinza – indivíduos queimados. Barra branca – indivíduos não queimados.

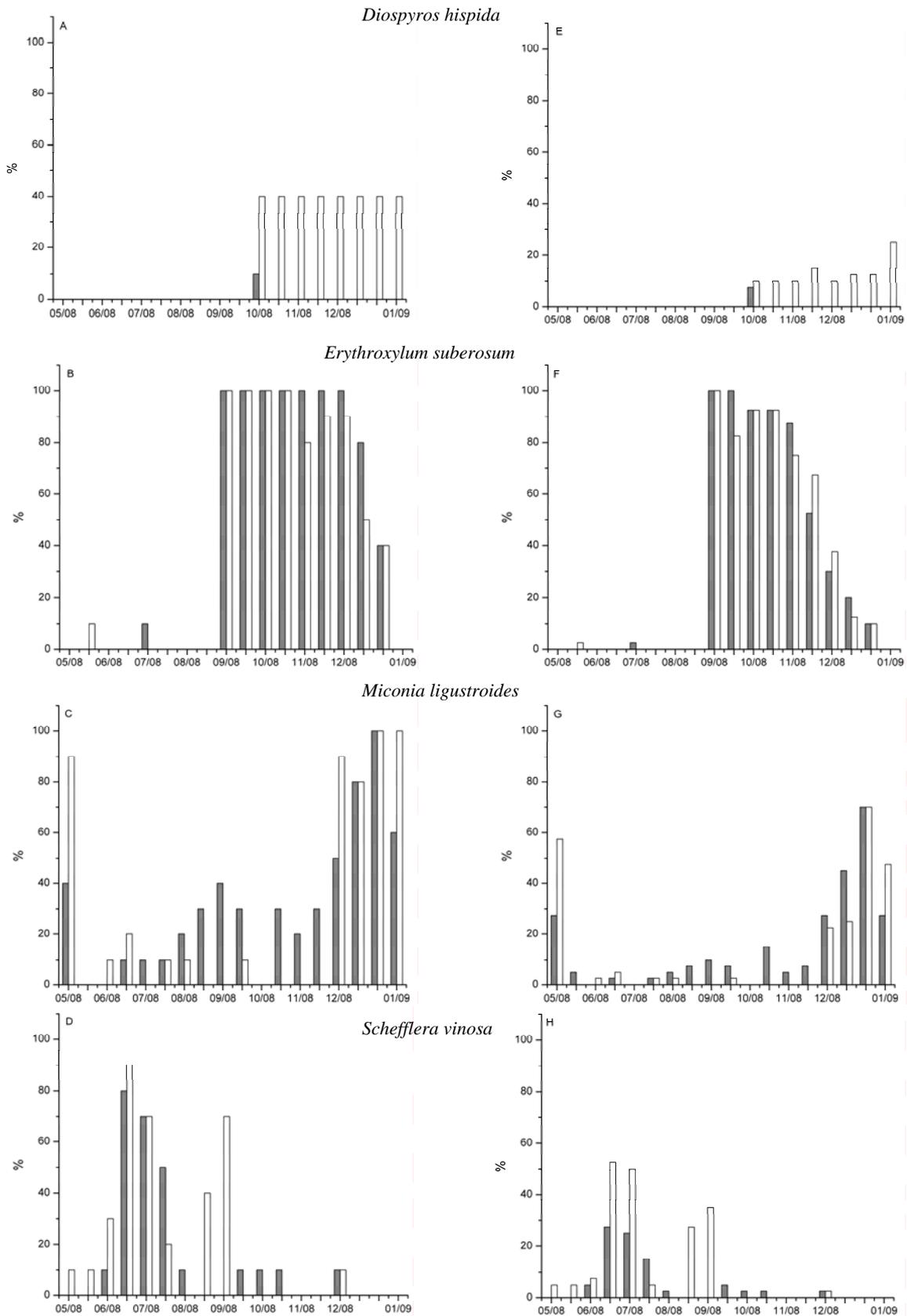


Figura 8 – A, B, C, D – índice de atividade de frutos verdes em (%). E, F, G, H – índice de intensidade de frutos verdes em (%). Barra cinza – indivíduos queimados. Barra branca – indivíduos não queimados.

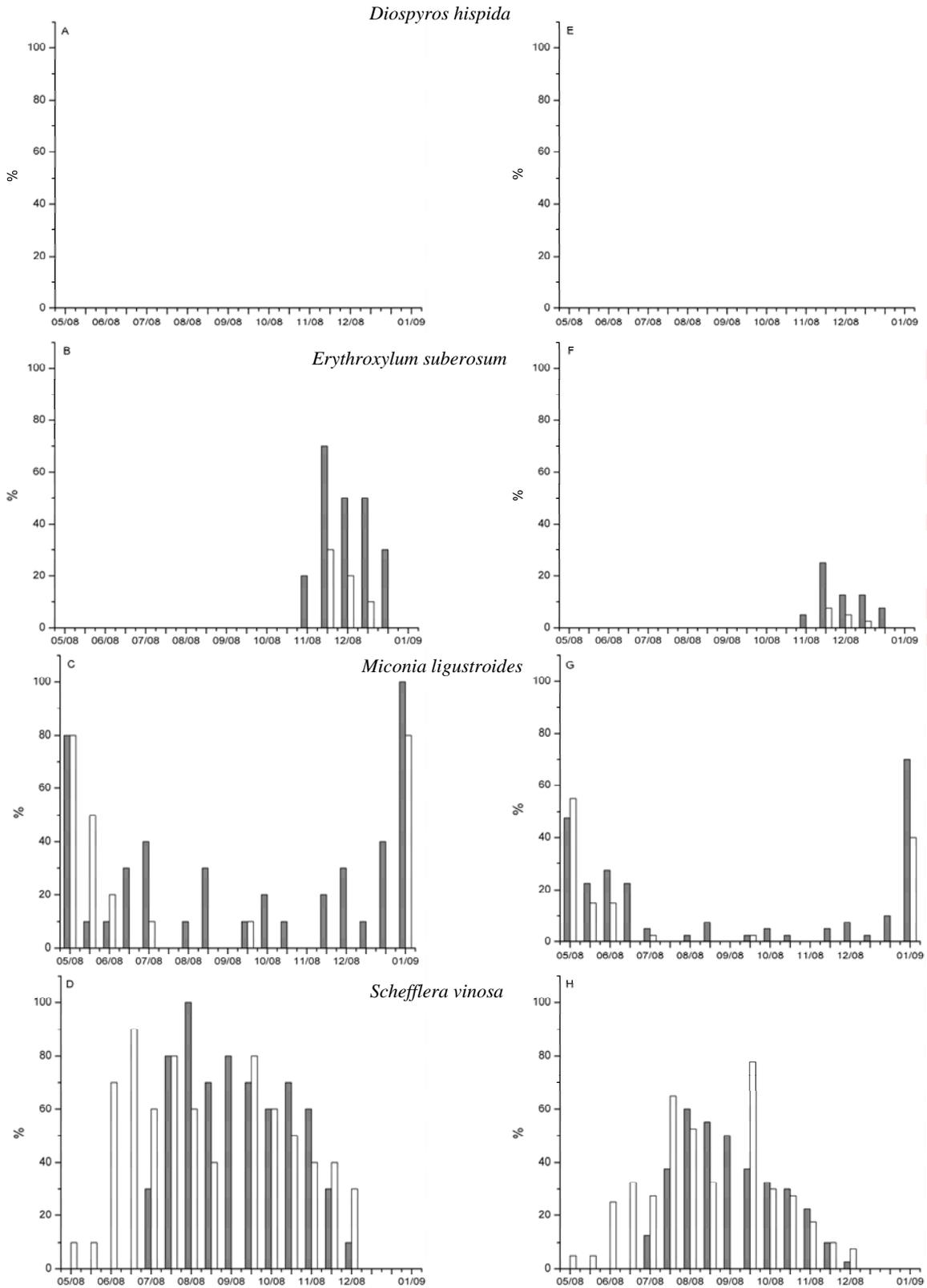


Figura 9 – A, B, C, D – índice de atividade de frutos maduros em (%). E, F, G, H – índice de intensidade de frutos maduros em (%). Barra cinza – indivíduos queimados. Barra branca – indivíduos não queimados.

DISCUSSÃO

O pico de produção de folhas ocorreu na estação seca para *Diospyros hispida*, *Erythroxylum suberosum*, *Miconia ligustroides* e *Schefflera vinosa*, assim como observado para espécies lenhosas em cerrado *sensu stricto* de Brasília, DF (Lenza & Klink 2006). A produção de folhas na seca pode estar relacionada à redução de perda de nutrientes por lixiviação, o que ocorre na estação chuvosa (Sarmiento *et al.* 1985). Esse mecanismo torna-se evidente para os indivíduos queimados de *Miconia ligustroides* que nos meses de maior precipitação, reduziu a produção e a manutenção de folhas na copa.

Independente das condições climáticas e da queima dos indivíduos, *Diospyros hispida* produziram folhas jovens na estação seca. O fogo, no entanto, estimulou a produção de folhas para indivíduos de *Erythroxylum suberosum* independente das variáveis climáticas. A estratégia de brotação de folhas, aparentemente, favorece as plantas investir no aparato fotossintético apresentando maior eficiência tanto na estação seca como na chuvosa (Felfili *et al.* 1999). O impacto negativo, no entanto, ainda pôde ser observado para *M. ligustroides* e *Schefflera vinosa* no início da estação seca.

A concentração de folhas expandidas e senescentes ocorreu na estação seca tanto para indivíduos queimados como para os não queimados das quatro espécies. Esse resultado pode estar relacionado à demanda evaporativa atmosférica e a incidência de radiação solar que aumentam no período seco (Franco 1998).

O período de produção de flores e frutos dos indivíduos queimados e não queimados para as quatro espécies nesse estudo foi semelhante ao descrito em outros estudos. A floração *D. hispida* foi registrada entre agosto e novembro (Lorenzi 1998), *E. suberosum* foi registrado entre agosto e dezembro (Mendonça & Amaral Jr. 2002). *M. ligustroides* apresentou flores de novembro a junho, assim como observado em área de cerrado no estado de São Paulo (Batalha & Mantovani 200). Lucena* constatou que *S. vinosa* também apresentou formação de botão floral em fevereiro de 2009. Portanto, tanto indivíduos queimados como não queimados dessas espécies seguem o padrão fenológico em cerrado *sensu stricto*, com possibilidade de floração ao longo do ano assim como observado para lenhosas de cerrado *sensu stricto* no Estado de São Paulo e em Brasília, DF (Mantovani & Martins 1998, Batalha & Mantovani 2000, Lenza & Klink 2006).

O fogo causou impacto negativo sobre as estruturas reprodutivas, conseqüentemente retardando a formação de flores e frutos de *D. hispida*. Assim como registrado para outras

espécies lenhosas de cerrado *sensu stricto* (Hoffmann 1998) e cerrado marginal no regiões Nordeste do Brasil (Bulhão e Figueiredo 2002). Diferente do observado para *E. suberosum*, *M. ligustroides* e *S. vinosa* em que o fogo estimulou a floração e à frutificação dos indivíduos amostrados. O estímulo à floração no cerrado foi registrado para sessenta e uma espécies de estrato herbáceo-subarbusivo (Munhoz & Felfili 2005, Silva & Santos 2008).

Foi verificado que os indivíduos queimados sofreram com a redução ou estímulo quanto ao número de indivíduos e a intensidade em que foram registradas as fenofases vegetativas e reprodutivas, diferindo dos índices de atividade e de intensidade registrados para os indivíduos não queimados das quatro espécies. De forma geral, o comportamento fenológico dos indivíduos queimados também está relacionado às condições climáticas. No entanto, a produção de folhas e a reprodução não foram limitadas pela precipitação e a temperatura. A periodicidade das fenofases, portanto, pode ser modulada pela ocorrência do fogo.

REFERÊNCIAS

- BATALHA, M.A.; MANTOVANI, W. 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*, v. 60, p. 129-145, 2000.
- BATALHA, M.A.; MARTINS, F. R. Reproductive phenology of the cerrado plant community in Emas National Park (central Brazil). *Australian Journal of Botany*, v. 52, p. 149-161, 2004.
- BORCHERT, R. Soil and Stem Water Storage Determine Phenology and Distribution of Tropical Dry Forest. *Trees*, v. 475, p. 1437-1449, 1994.

- BULHÃO, C. F.; FIGUEIREDO, P. S. Fenologia de leguminosas arbóreas em uma área de cerrado marginal no nordeste do Maranhão. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 25, p. 361-369. 2002.
- CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AGROMETEOROLÓGICAS (Ciagro),. Estado de São Paulo, 2008. Disponível em: www.ciagro.com.br
- DAUBENMIRE, R. Phenology and Other Characteristics of Tropical Semi-Deciduous Forest in North-Western Costa Rica. *Journal of Ecology*, v. 60, p. 147-170, 1972.
- DURIGAN, G. et al. Plantas do Cerrado Paulista: Imagens de uma paisagem ameaçada. São Paulo: Páginas & Letras, 475p., 2004.
- D'EÇA-NEVES, F. F.; MORELLATO, L. P. C. Métodos de amostragem e avaliação utilizados em estudos fenológicos de florestas tropicais. *Acta Botânica Brasilica* v. 18, p. 99-108, 2004.
- FELFILI, J. M. et al. Estudo fenológico de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville no cerrado *sensu stricto* da Fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 22, p. 83-90. 1999.
- FERRAZ, D. K. et al. Fenologia de árvores em fragmento de mata em São Paulo, SP. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 59, p. 305-317, 1999.
- FOURNIER, L.A. Un método cuantitativo para La medición de características fenológicas en árboles. *Turrialba* , v. 24, p. 422-423, 1974.
- FRANKIE, G. W.; BAKER, H. G.; OPLER, P.A. Comparative Phenological Studies of Trees in Tropical Wet and Dry Forests in the Lowlands of Costa Rica. *The Journal of Ecology*, 62: 881- 919. 1974.

- FRANCO, A.C. Seasonal patterns of gas exchange, water relations and growth of *Roupala montana*, an evergreen savanna species. *Plant Ecology*, v. 136, p. 69-76, 1998.
- LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. São Paulo: Plantarum, 352 p., 1998.
- HOFFMANN, W.A. Post burn reproduction of woody plants in a neotropical savanna the relative importance of sexual and vegetative reproduction. *Journal of Applied Ecology*, v. 35, p. 422- 433, 1998.
- HUXLEY P.A.; VAN ECK, W.A. Seasonal Changes in Growth and Development of Some Woody Perennials Near Kampala, Uganda. *The Journal of Ecology*, v. 62, p. 579-592, 1974.
- JANZEN, D.H. Synchronization of sexual reproduction of trees within the Dry Season in Central America. *Evolution*, v. 21, p. 620-637, 1967.
- JANZEN, D. H. Intra- and interhabitat variations in *Guazuma ulmifolia* (sterculiaceae) seed predation by *Amblycerus cistelinus* (bruchidae) in Costa Rica. *Ecology*, p. 1009-1013, 1975.
- LENZA, E.; KLINK, C. A. Comportamento fenológico de espécies lenhosas em um cerrado sentido restrito de Brasília, DF. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 29, p. 627-638, 2006.
- LIEBERMAN, D. Seasonality and Phenology in a Dry Tropical Forest in Ghana. *The Journal of Ecology*, v. 70, p. 791-806, 1982.
- MANTOVANI, W.; MARTINS, F. R. Variações fenológicas das espécies do cerrado da Reserva Biológica de Moji Guaçu, Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 11, p. 101-112, 1988.

- MEDINA, E.; SILVA, J. F. Savannas of northern South America: a steady state regulated by water-fire interactions on a background of low nutrient availability. *Journal of Biogeography*, v. 17, p. 403-413, 1990.
- MENDONÇA, J. O.; AMARAL J. R. A. Erythroxyloideae. *In: Flora fanerogâmica do estado de São Paulo* (M.G.L. Wanderley, G.J. Shepherd, A.M. Giulietti, coord.) São Paulo Hucitec, v. 2, p. 115-116, 2002.
- MUNHOZ, C. B. R.; FELFILI, J. M. Fenologia do estrato herbáceo-subarbustivo de uma comunidade de campo sujo na Fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brasil. *Acta Botânica Brasílica*, v. 19, p. 979-988, 2005.
- PAULA, N. F. *Capacidade fotossintética, deciduidade e teor de nitrogênio e fósforo em espécies lenhosas do cerrado*, 2002.. Tese Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos. 2002.
- SANMARTIN-GAJARDO, I.; MORELLATO, L. P. C. Inter and intraspecific variation on reproductive phenology of the Brazilian Atlantic forest Rubiaceae: ecology and phylogenetic constraints. *Revista de Biología Tropical*, v. 51, p. 299-309, 2003.
- SARMIENTO, G.; GOLDSTEIN, G.; MEINZER, F. Adaptive strategies of woody species in Neotropical Savannas. *Biological Reviews*, v. 60, p. 315-355. 1985
- SILVA, C. S. P.; SANTOS, M. L. Comportamento fenológico no evento pós-queima e biologia reprodutiva de *Spiranthera odoratissima* A. St.-Hil. (Rutaceae). *Biotemas*, v. 21, p. 29-39, 2008.
- SILVA JÚNIOR, M. C. 100 Árvores do Cerrado: guia de campo. Brasília: Rede de Sementes do Cerrado,. 278 p., 2005.

SEGHIERI, J.; FLORET, CH.; PONTANIER, R. Plant Phenology to water availability: herbaceous and wood species in the Savannas of Northern Cameroon. *Journal of Tropical Ecology*, v. 11, p. 237-254, 1995.

WILLIAMS, R. J. et al. Leaf Phenology of woody species in a north Australian tropical savanna. *Ecology*, v. 78, p. 2542-2558, 1997.

CONCLUSÃO GERAL

Na Reserva da Universidade Federal de São Carlos, o impacto do fogo sobre as populações de *D. hispida*, *E. suberosum*, *S. vinosa* e *M. ligustroides* ainda pôde ser registrado cerca de dois anos após o incêndio.

Para *Diospyros hispida* tanto a estrutura de população quanto a fenologia vegetativa demonstram que essa espécie apresenta capacidade de resistir ao fogo em um intervalo de aproximadamente dois anos. A densidade, a distribuição dos indivíduos em classes de altura e a distribuição espacial agregada foram semelhantes em parcelas queimadas e não queimadas. Além disso, o número de indivíduos e a intensidade de produção de folhas jovens foram semelhantes para os indivíduos queimados e os não queimados. Independente da ocorrência do fogo, também foi registrado redução do índice de atividade e de intensidade de folhas expandidas e senescentes com ausência de correlação com as condições climáticas. No entanto, a fenologia reprodutiva foi retardada pelo fogo, visto que os indivíduos queimados dessa espécie apresentaram menor atividade e intensidade para floração e para a frutificação.

Os resultados de estrutura e de fenologia de *Erythroxylum suberosum* também refletem a capacidade de recuperação dessa espécie assim como *D. hispida*. Foram registradas densidade semelhante em parcelas queimadas e não queimadas, presença de indivíduos com maior altura em parcelas queimadas e distribuição espacial agregada. Quanto a fenologia vegetativa, o número de indivíduos com folhas expandidas e senescentes e a intensidade dessas fenofases ocorreu independente do fator fogo, no entanto correlacionados às condições climáticas. O fogo parece ter estimulado a produção de folhas jovens, além das fenofases floração e frutificação.

A maior densidade de indivíduos de *Miconia ligustroides* em parcelas queimadas, o maior número de indivíduos da classe dois em parcelas queimadas, o maior índice de atividade e de intensidade de floração e frutificação de indivíduos queimados que os não queimados e a distribuição agregada tanto em parcelas queimadas como em não queimadas também confirma a recuperação dessa espécie ao fator fogo. No entanto a presença de um maior número de indivíduos na classe quatro em parcelas não queimadas pode ser um indício de que a espécie necessita de um intervalo superior a dois anos para apresentar indivíduos com altura semelhante às parcelas não queimadas. Assim como a redução do número de indivíduos queimados com folhas jovens, expandidas e senescentes de *M. ligustroides*.

Schefflera vinosa apresentou resultados semelhantes aos de *M. ligustroides*. Foi registrado um maior número de indivíduos com capacidade reprodutiva em parcelas queimadas das classes 2 a 5, estímulo da floração e da frutificação. No entanto, o maior número de indivíduos da classe 6 foi registrado em parcelas não queimadas. Essa espécie também apresentou redução do número de indivíduos queimados com folhas jovens, não diferindo quanto as fenofases folhas expandidas e senescentes e quanto a distribuição espacial que foi agregada tanto em parcelas queimadas como em não queimadas.

Os resultados obtidos corroboram com as pesquisas realizadas em Brasília, DF (Hoffmann 1996, 1998, 1999). No intervalo de 2 ou 3 anos foi registrado o estímulo ao estabelecimento de plântulas (Hoffmann 1996) e da reprodução vegetativa de espécies lenhosas (Hoffmann 1998) contribuindo para a recuperação das populações quanto à densidade de *M. ligustroides* e *S. vinosa* para esse estudo. Assim como observado para *E. suberosum*, o fogo estimulou a fenologia vegetativa de *Stryphnodendron adstringens* (Felfili *et al.* 1999), enquanto que o fogo provocou impacto negativo sobre as estruturas reprodutivas de *Periandra mediterranea*, *Rourea induta* e *Roupala Montana* em cerrado *sensu stricto* de Brasília (Hoffmann 1998) assim como observado para *D. hispida*.

REFERÊNCIAS

FELFILI, J. M. et al. Estudo fenológico de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville no cerrado *sensu stricto* da Fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 22, p.83-90, 1999.

HOFFMANN, W. A. The effects of fire and cover on seedling establishment in a Neotropical Savanna. *Journal of Ecology*, v. 84, p. 383-393, 1996.

HOFFMANN, W. A. Post burn reproduction of woody plants in a neotropical savanna the relative importance of sexual and vegetative reproduction. *Journal of Applied of Ecology*, v. 35, p. 422- 433, 1998.

HOFFMANN, W. A. Fire and Population Dynamics of Woody Plants in a Neotropical Savanna: Matrix Model Projections. *Ecology*, v. 80, p. 354-1369, 1999.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)