

A DECIDUIDADE FOLIAR INDICA A VULNERABILIDADE DE ESPÉCIES LENHOSAS AO FOGO¹

Isabela Codolo de Lucena², Marcelo Boccia Leite² e Dalva Maria da Silva Matos³

RESUMO – Pesquisas indicaram que a ocorrência de queimadas pode ocasionar comportamentos fenológicos divergentes aos padrões comumente descritos. Este estudo teve como objetivo avaliar se a deciduidade foliar pode indicar a vulnerabilidade de espécies lenhosas ao fogo. Os índices de atividade e intensidade de diferentes fenofases foram comparados entre indivíduos queimados e não queimados de espécies lenhosas com diferentes graus de deciduidade foliar (decídua, semidecídua e sempre-verde). Para a espécie decídua, as fenofases vegetativas foram similares entre indivíduos queimados e não queimados. Indivíduos queimados de uma espécie semidecídua apresentaram maior intensidade e atividade das fenofases vegetativas. Para as espécies sempre-verdes, foi registrado o estímulo à produção de novas folhas, retardamento de folhas expandidas e senescentes para indivíduos queimados. Quanto à fenologia reprodutiva, em indivíduos queimados, foram registradas menor intensidade e atividade de frutos verdes e maduros para espécies decídua e semidecídua, bem como o estímulo da floração e da frutificação para as espécies sempre-verdes. A periodicidade das fenofases pode ser modulada pela ocorrência do fogo mesmo após um intervalo de dois anos. O efeito do fogo foi gradualmente mais pronunciado de espécies decíduas às sempre-verdes, o que indica maior vulnerabilidade de espécies lenhosas sempre-verdes a esse distúrbio.

Palavras-chave: Fenologia reprodutiva; Fenologia vegetativa; Distúrbio ambiental.

LEAF FALL INDICATES VULNERABILITY OF WOODY SPECIES TO FIRE

ABSTRACT – Studies demonstrated that the occurrence of fires may cause phenological behaviours that diverge from commonly described patterns. The aim of this study was to evaluate whether the vulnerability of woody species to fire can be indicated by leaf deciduousness. The activity index and the intensity index of different phenophases were compared between burned and unburned individuals of woody species with different levels of leaf deciduousness (deciduous, semideciduous and evergreen). For the deciduous species, the vegetative phenophases were similar between burned and unburned individuals. For the semideciduous species, burned individuals showed higher intensity and activity of the vegetative phenophases. For the evergreen species, the stimulus for production of new leaves and retardation of expanded and senescent leaves was recorded in burned individuals. In terms of reproductive phenology, in burned individuals, lower intensity and activity of unripe and ripe fruits were recorded for deciduous and semideciduous species, whereas the stimulus for flowering and fruiting was recorded for evergreen species. The periodicity of the phenophases can be modulated by the occurrence of fire even after an interval of two years. The effect of the fire was gradually more pronounced from deciduous to evergreen species, indicating the higher vulnerability of evergreen woody species to this type of disturbance.

Keywords: Reproductive phenology; Vegetative phenology; Environmental disturbance.

¹ Recebido em 23.06.2014 aceito para publicação em 26.11.2014

² Universidade Federal de São Carlos, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, São Carlos, SP - Brasil. E-mail: <isabelaclucena@gmail.com> e <leite_bio@yahoo.com.br>.

³ Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Hidrobiologia, São Carlos, SP - Brasil. E-mail: <dmatos@ufscar.br>.



1. INTRODUÇÃO

A sazonalidade é o principal determinante para a ocorrência das formações savânicas, afetando diretamente o regime de chuvas, a irradiação, a temperatura e, conseqüentemente, os padrões fenológicos (SARMIENTO, 1983). O fogo também se apresenta como importante fator que modula a estrutura da vegetação (LOPES et al., 2009) e a periodicidade das fenofases (BULHÃO; FIGUEIREDO, 2002; NEVES; DAMASCENO-JUNIOR, 2011; ALVARADO et al., 2014) e atua sazonalmente sobre as populações vegetais (MEDINA; SILVA, 1990; HOFFMANN, 1996; HOFFMANN, 1998; HOFFMANN, 1999; MOREIRA, 2000). Além disso, provoca comportamentos fenológicos divergentes aos padrões comumente descritos para espécies lenhosas com diferentes graus de decíduidade (BULHÃO; FIGUEIREDO, 2002).

De modo geral, os padrões fenológicos das espécies apresentam diferentes sucessos e estratégias perante as distintas condições ambientais. A decíduidade foliar é estratégia utilizada para evitar possíveis danos provocados pela seca, sendo comum a perda total de folhas em espécies arbóreas decíduas durante essa estação (LENZA; KLINK, 2006). Para essas espécies, a restrição de água no solo não impede a renovação da folhagem e a ocorrência da floração (LENZA; KLINK, 2006). Espécies decíduas apresentam maiores valores para a área foliar individual e área foliar por ramo (SOUZA et al., 2009), além de maior eficiência do uso da água que as sempre-verdes (HASSELQUIST et al., 2010).

As espécies semidecíduas e sempre-verdes mantêm, entretanto, as folhas, tornando-as mais vulneráveis aos danos decorrentes de herbivoria e do fogo, uma vez que as decíduas podem evitar esses danos com a perda total das folhas (BIE et al., 1998). Após o fogo, espécies lenhosas investem preferencialmente na reposição de órgãos vegetativos (MEDEIROS; MIRANDA, 2008). No entanto, esse distúrbio aumenta a herbivoria sobre essas espécies (LOPES; VASCONCELOS, 2011). Assim, a ação do fogo pode alterar o período de produção de folhas de espécies decíduas, semidecíduas e sempre-verdes de modo distinto, bem como o tempo de recuperação após a ocorrência do distúrbio.

Para confirmar essa hipótese, respondem-se às seguintes perguntas: espécies decíduas, semidecíduas e sempre-verdes são afetadas de modo distinto pela ação do fogo? Um intervalo de dois anos após a

ocorrência de um incêndio é suficiente para espécies com diferentes graus de decíduidade se recuperarem?

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

O estudo foi realizado entre maio de 2008 e janeiro de 2009, na reserva de Cerrado da Universidade Federal de São Carlos, em 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) (KÖPPEN; GEIGER, 1928). As médias anuais históricas de precipitação e temperatura são de 1.532 mm e 21,8°C, respectivamente (CIIAGRO, 2008). A estação seca, caracterizada por pluviosidade < 50 mm, ocorreu entre os meses de maio e novembro de 2008, enquanto a estação chuvosa, ≥ 50 mm ocorreu entre dezembro de 2008 e abril de 2009. A temperatura mínima foi de 18,2 °C durante a estação seca e a máxima, de 24,1 °C durante a estação chuvosa.

2.2. Espécies estudadas

As espécies foram selecionadas por pertencerem a gêneros comumente encontrados no Cerrado *sensu stricto* (DURIGAN et al., 2002) e pela decíduidade foliar das espécies. Foram selecionadas *Diospyros hispida* A. DC. (Ebenaceae) por apresentar hábito foliar decíduo, *Erythroxylum suberosum* A. St. – Hill. (Erythroxilaceae) de hábito semidecíduo e duas espécies sempre-verdes, *Schefflera vinosa* (Cham & Schltldl.) Frodin (Araliaceae) e *Miconia ligustroides* (DC.) Naudin. (Melastomataceae) (PAULA, 2002).

Diospyros hispida apresenta forma de arbusto ou árvore pequena e tortuosa (DURIGAN et al., 2004). As folhas são simples e coriáceas (PAULA, 2002). Comumente florescem durante os meses de agosto a novembro, e seus frutos amadurecem entre dezembro e março (LORENZI, 1998). *Erythroxylum suberosum* é um arbusto, ou arvoretta, de até 4 m de altura. As folhas são coriáceas (PAULA, 2002). Em área sem a influência do fogo, foi registrada a presença de flores entre agosto e dezembro e de frutas de setembro a janeiro (MENDONÇA; AMARAL JR., 2002). *Schefflera vinosa* é um arbusto, ou arvoretta, com caules e ramos geralmente cobertos por pelos, 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).

2.3. Procedimentos de campo

De acordo com as variações intrínsecas, bem como diferenças de habitats entre membros de uma população, um mínimo de cinco indivíduos por espécie deve ser observado em estudo fenológico (FRANKIE et al., 1974). Para descrever a fenologia das espécies e verificar possíveis alterações da fenofases vegetativa e reprodutiva, foram marcados aleatoriamente 10 indivíduos reprodutivos queimados em agosto de 2006 e 10 reprodutivos não queimados de cada espécie, com altura entre 1,5 e 1,7 m. O fogo ocorreu durante a estação seca e no mês em que foi registrada perda total de folhas da espécie decídua *D. hispida*, perda parcial de folhas das espécies semidecíduas *E. suberosum* e sempre-verdes *M. ligustroides* e *S. vinosa*. A coleta de dados foi realizada dois anos após a incidência do fogo.

A cada 15 dias, a presença ou ausência das fenofases folha jovem, expandida e senescente, botão floral, flor e fruto foi registrada e agrupada de acordo com o método de Fournier (1974). Esse método é comumente utilizado para estudos fenológicos em Cerrado (BULHÃO; FIGUEIREDO, 2002; SAN-MARTIN-GAJARDO; MORELLATO, 2003). O método de Fournier (1974), classificado como método semiquantitativo (D'EÇA-NEVES; MORELLATO, 2004), consiste no registro das fenofases em 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 abril de 2009.

2.4. Análise de dados

A fenologia de indivíduos queimados e não queimados foi comparada considerando a proporção de ramos que apresentassem determinada fenofase. Para indivíduos queimados e não queimados, a fenofase foi calculada quinzenalmente:

1) Índice de atividade – correspondente à porcentagem de indivíduos que estivesse manifestando determinada fenofase.

2) Índice de intensidade – a escala intervalar semiquantitativa de cinco categorias (0 a 4) permitiu estimar a porcentagem de intensidade da fenofase. Em

cada coleta quinzenal, fez-se a soma dos valores de intensidade, obtidos para todos os indivíduos de cada espécie. O valor total da soma foi dividido pelo valor máximo possível de indivíduos (10) e multiplicado por 4, visto que são quatro classes. O valor foi multiplicado por 100 para obter um valor percentual da intensidade, conforme descrito por Fournier (1974).

Índices médios de indivíduos queimados e não queimados de uma mesma espécie foram comparados com o valor médio obtido por teste de aleatorização. Para cada data de coleta e cada categoria (se queimado ou não queimado), foi obtida a diferença média entre indivíduos queimados e não queimados de cada fenofase; os indivíduos foram aleatorizados e, assim, obtida a diferença entre os dados aleatorizados; a aleatorização foi repetida 10.000 vezes, para obter a significância dos dados originalmente coletados. Essa análise de dados foi realizada no programa R 2.14.2 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2012).

3. RESULTADOS

Para a espécie lenhosa decídua *Diospyros hispida*, os índices médios de intensidade e de atividade das fenofases vegetativas foram similares entre indivíduos queimados e não queimados (Figura 1a-d). Quanto à fenologia reprodutiva, apenas a produção de frutos verdes e maduros diferiram, sendo os índices médios de intensidade (0,4% e 0%, respectivamente) e de atividade (0,8% e 0%, respectivamente) inferiores para os indivíduos queimados (Figura 1agh). A presença de botões florais e flores foram similares (Figura 1ef).

A fenologia de espécies semidecídua e sempre-verdes foram afetadas pelo fogo. Diferenças significativas foram registradas tanto para as fenofases vegetativas quanto para as reprodutivas de uma espécie semidecídua, *Erythroxylum suberosum* (Figura 2). Os índices de intensidade de folhas novas e a senescência (19,3% e 21,8%, respectivamente) e de atividade dessas fenofases (38% e 45,2%, respectivamente) foram significativamente maiores em indivíduos queimados (Figura 2bd). No entanto, a fenologia reprodutiva foi significativamente menor nos indivíduos queimados (Figura 2ae-h).

Para as espécies sempre-verdes foram registrados o estímulo à produção de novas folhas, retardamento de folhas expandidas e senescentes e estímulo às fenofases reprodutivas (Figuras 3 e 4). Os índices médios de intensidade e de atividade de folhas novas de *Miconia*

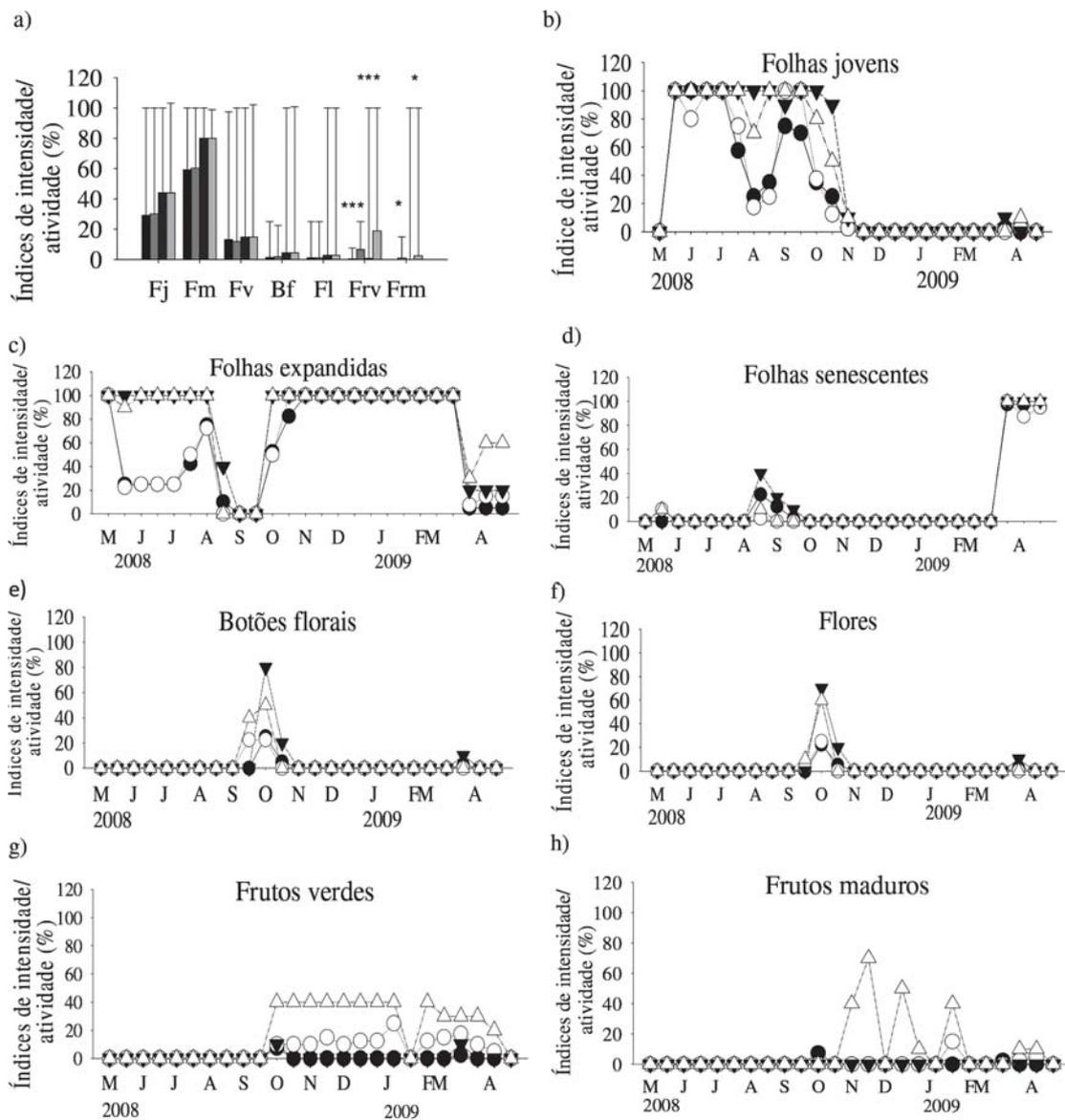


Figura 1 – Fenologia de uma espécie lenhosa decídua (*Diospyros hispida*). Figura 1a: porcentagem média, limite inferior e superior do índice de intensidade de indivíduos queimados ■ e não queimados □; índice de atividade de indivíduos queimados ■ e não queimados □ para as fenofases: Fj = folhas jovens, Fe = folhas expandidas, Fs = folhas senescentes, Bf = botões florais, Fl = flores, Frv = frutos verdes e Frm = frutos maduros. Figuras 1b-h: índice de intensidade para indivíduos queimados —●— e não queimados —○—; índice de atividade para indivíduos queimados —▼— e não queimados —△—. Asteriscos indicam diferença significativa entre os valores médios de intensidade e de atividade de indivíduos queimados e não queimados * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Figure 1 – Phenology of a deciduous woody species (*Diospyros hispida*). Figure 1a: mean percentage, lower and upper limits of the intensity index of burned ■ and unburned individuals □; activity index of burned ■ and unburned □ individuals for the phenophases: Fj = young leaves, Fe = expanded leaves, Fs = senescent leaves, Bf = flower buds, Fl = flowers, Frv = unripe fruits, Frm = ripe fruits. Figures 1b–h: intensity index for burned —●— and unburned —○— individuals; activity index for burned —▼— and unburned —△— individuals. Asterisks (*) indicate a significant difference between the mean intensity and activity values of burned and unburned individuals: * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$.

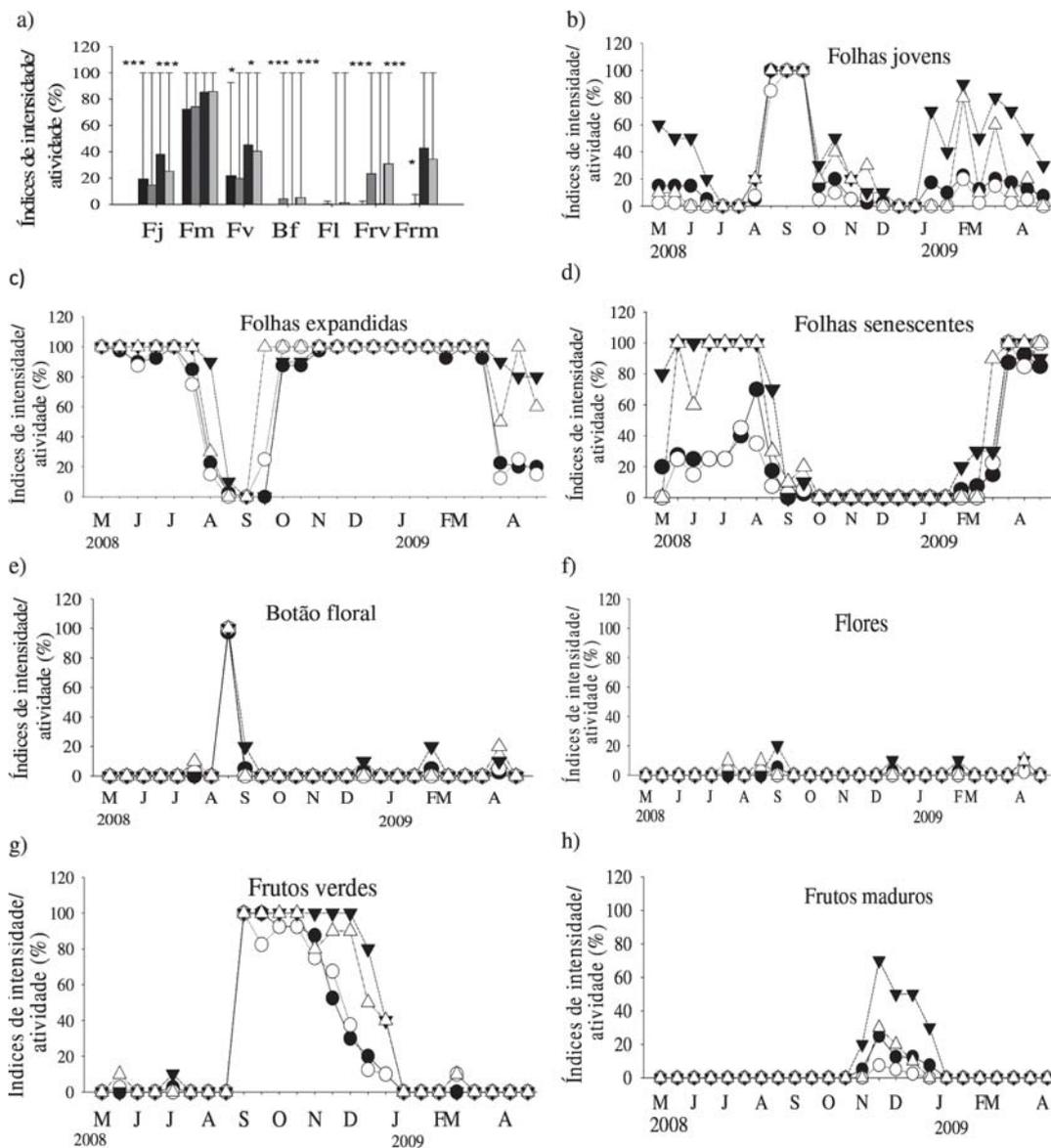


Figura 2 – Fenologia de uma espécie lenhosa semidecídua (*Erythroxylum suberosum*). Figura 2a: porcentagem média, limite inferior e superior do índice de intensidade de indivíduos queimados ■■ e não queimados □□; índice de atividade de indivíduos queimados ■■ e não queimados □□ para as fenofases Fj = folhas jovens, Fe = folhas expandidas, Fs = folhas senescentes, Bf = botões florais, Fl = flores, Frv = frutos verdes, Frm = frutos maduros. Figuras 2b-h: índice de intensidade para indivíduos queimados —●— e não queimados ---○---; índice de atividade para indivíduos queimados ---▼--- e não queimados ---△---. Asteriscos indicam diferença significativa entre os valores médios de intensidade e de atividade de indivíduos queimados e não queimados * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Figura 2 – Phenology of a semideciduous woody species (*Erythroxylum suberosum*). Figure 2a: mean percentage, lower and upper limits of the intensity index of burned ■■ and unburned □□ individuals; activity index of burned ■■ and unburned □□ individuals for the phenophases: Fj = young leaves, Fe = expanded leaves, Fs = senescent leaves, Bf = flower buds, Fl = flowers, Frv = unripe fruits, Frm = ripe fruits. Figures 2b-h: intensity index for burned —●— and unburned ---○--- individuals; activity index for burned ---▼--- and unburned ---△--- individuals. Asterisks (*) indicate a significant difference between the mean intensity and activity values of burned and unburned individuals: * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$.

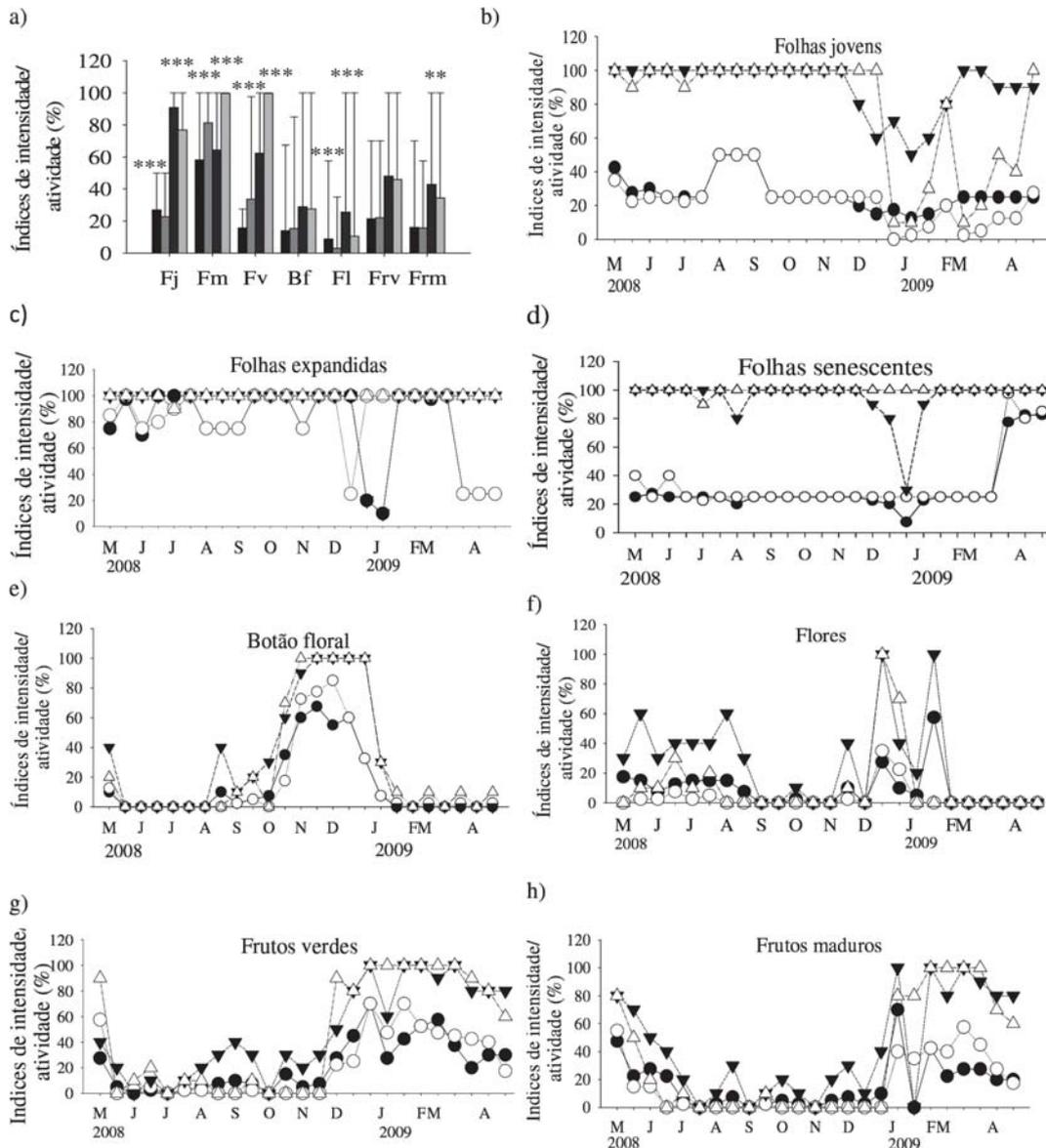


Figura 3 – Fenologia de uma espécie lenhosa sempre-verde (*Miconia ligustroides*). Figura 3a: porcentagem média, limite inferior e superior do índice de intensidade de indivíduos queimados ■ e não queimados □; índice de atividade de indivíduos queimados ■ e não queimados □ para as fenofases Fj = folhas jovens, Fe = folhas expandidas, Fs = folhas senescentes, Bf = botões florais, Fl = flores, Frv = frutos verdes e Frm = frutos maduros. Demais figuras: índice de intensidade para indivíduos queimados —●— e não queimados —○—; índice de atividade para indivíduos queimados —▼— e não queimados —△—. Asteriscos indicam diferença significativa entre os valores médios de intensidade e de atividade de indivíduos queimados e não queimados * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Figure 3 – Phenology of an evergreen woody species (*Miconia ligustroides*). Figure 3a: mean percentage, lower and upper limits of the intensity index of burned ■ and unburned □ individuals; activity index of burned ■ and unburned □ individuals for the phenophases: Fj = young leaves, Fe = expanded leaves, Fs = senescent leaves, Bf = flower buds, Fl = flowers, Frv = unripe fruits, and Frm = ripe fruits. Other figures: intensity index for burned —●— and unburned —○— individuals; activity index for burned —▼— and unburned —△—. Asterisks (*) indicate a significant difference between the mean intensity and activity values of burned and unburned individuals: * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$.

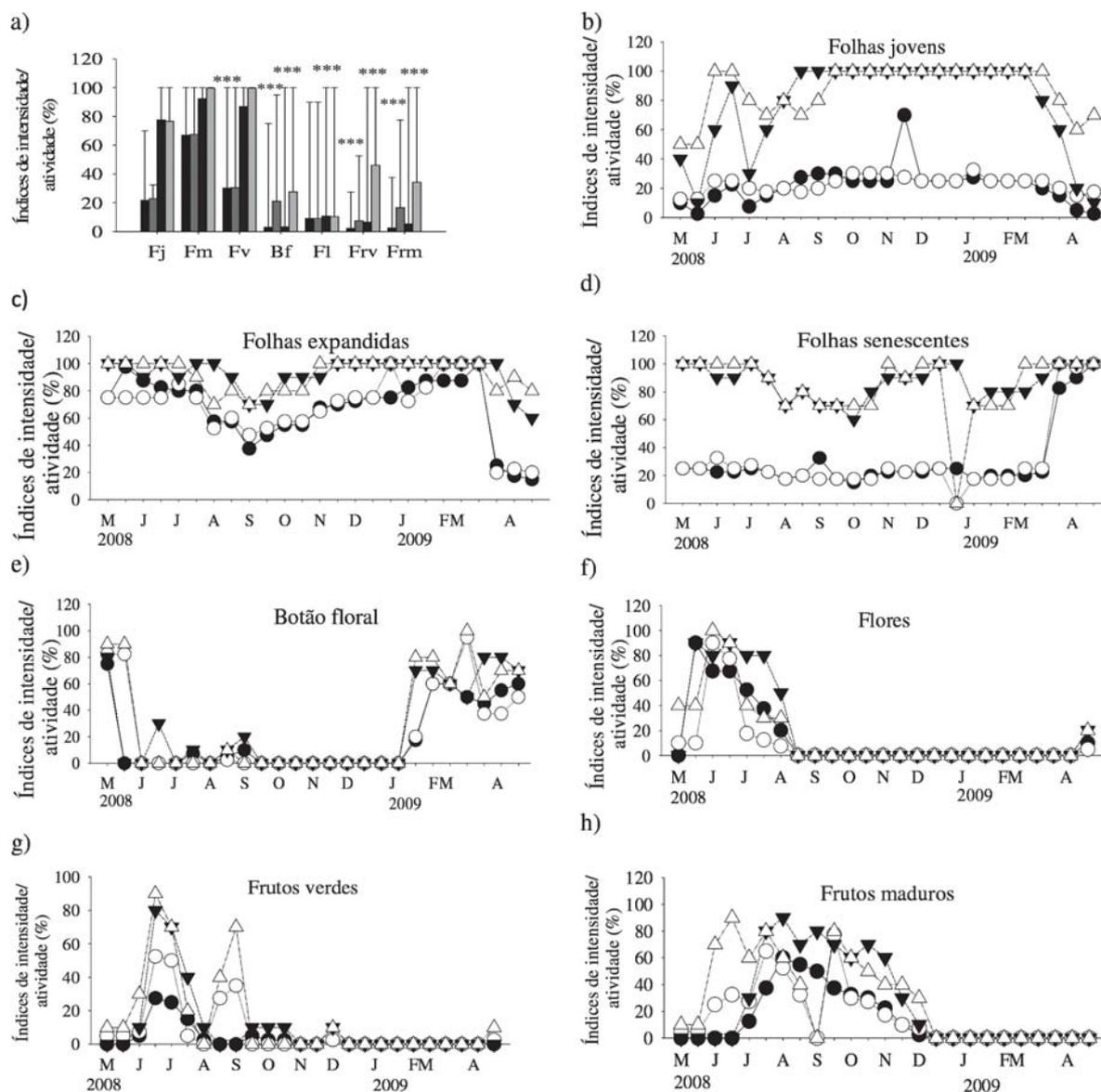


Figura 4 – Fenologia de uma espécie lenhosa sempre-verde (*Schefflera vinosa*). Figura 4a: porcentagem média, limite inferior e superior do índice de intensidade de indivíduos queimados ■ e não queimados □; índice de atividade de indivíduos queimados ■ e não queimados □ para as fenofases Fj = folhas jovens, Fe = folhas expandidas, Fs = folhas senescentes, Bf = botões florais, Fl = flores, Frv = frutos verdes e Frm = frutos maduros. Figuras 4b-h: índice de intensidade para indivíduos queimados —●— e não queimados ---○---; índice de atividade para indivíduos queimados ---▼--- e não queimados ---△---. Asteriscos indicam diferença significativa entre os valores médios de intensidade e de atividade de indivíduos queimados e não queimados * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Figure 4 – Phenology of an evergreen woody species (*Schefflera vinosa*). Figure 4a: mean percentage, lower and upper limits of the intensity index of burned ■ and unburned individuals □; activity index of burned ■ and unburned individuals □ for the phenophases: Fj = young leaves, Fe = expanded leaves, Fs = senescent leaves, Bf = flower buds, Fl = flowers, Frv = unripe fruits, and Frm = ripe fruits. Figures 4b–h: intensity index for burned —●— and unburned ---○--- individuals; activity index for burned ---▼--- and unburned ---△--- individuals. Asterisks (*) indicate a significant difference between the mean intensity and activity values of burned and unburned individuals: * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$.

ligustroides foram maiores para indivíduos queimados (27% e 90,8%, respectivamente) que não queimados (22,8% e 76,8%, respectivamente) (Figura 3ab). Para folhas expandidas e senescentes, os índices foram menores nos indivíduos queimados (Figuras 3acd). Por meio dos dois índices, foram observados estímulo à floração e maior intensidade para frutos maduros em indivíduos queimados (Figura 3afh). O mesmo resultado foi observado para a floração da espécie *Schefflera vinosa* (Figura 4a-f).

4. DISCUSSÃO

A similaridade das fenofases vegetativas entre indivíduos queimados e não queimados de uma espécie decídua indica que espécies com esse hábito foliar pode ser menos vulnerável à ação do fogo e o período de dois anos pode ter sido suficiente para a recuperação dessas espécies. Esse resultado pode estar associado a fatores fisiológicos, como a redução da transpiração, ocasionada pela abscisão das folhas, a utilização de água residual que permite a reidratação e a retomada do crescimento na estação seca (BORCHERT, 1994) e maior eficiência no uso da água de espécies decíduas (HASSELQUIST et al., 2010).

A ocorrência do fogo durante a estação seca reduz significativamente o número de folhas e retarda o brotamento e a renovação da biomassa foliar de espécies decíduas, sempre-verdes e semidecíduas (BULHÃO; FIGUEIREDO, 2002; FRANÇOSO et al., 2014). No entanto, neste estudo verificou-se a ausência de resultados significativos para a espécie decídua, sendo o efeito mais evidente em semidecíduas e sempre-verdes. Para a espécie semidecídua, *E. suberosum*, foi observado o estímulo da fenofase vegetativa e retardamento das fases reprodutivas em indivíduos queimados. Espécies sempre-verdes também foram mais vulneráveis ao fogo que a espécie decídua, em razão do estímulo à produção de novas folhas e das fenofases reprodutivas, retardamento de folhas expandidas e senescentes, mesmo após dois anos da ocorrência do distúrbio.

Após o fogo, espécies lenhosas investem preferencialmente na reposição de órgãos vegetativos (MEDEIROS; MIRANDA, 2008). No entanto, este distúrbio provoca o aumento da herbivoria sobre essas espécies (LOPES; VASCONCELOS, 2011). Assim, a ação do fogo pode alterar o período de produção de folhas de espécies decíduas, semidecíduas e sempre-verdes, de maneira distinta.

De modo geral, nas espécies lenhosas de Cerrado *sensu stricto* (HOFFMANN, 1998), de Cerrado marginal no Nordeste do Brasil (BULHÃO; FIGUEIREDO, 2002), do campo sujo (NEVES; DAMASCENO, 2011) e da savana africana (ALVARADO et al., 2014), o fogo provoca impacto negativo sobre as estruturas reprodutivas. No entanto, neste estudo foi registrado que o fogo estimulou a floração e a frutificação de espécies lenhosas semidecíduas *E. suberosum* e sempre-verdes, *M. ligustroides* e *S. vinosa* mesmo após dois anos da ocorrência do distúrbio, assim como descrito em 61 espécies de estrato herbáceo-subarbusivo (SILVA; SANTOS, 2008) e em lenhosas (PALERMO; MIRANDA, 2012).

5. CONCLUSÃO

A periodicidade das fenofases de espécies decíduas, semidecíduas e sempre-verdes pode ser modulada pela ocorrência do fogo mesmo após um intervalo de dois anos da ocorrência desse distúrbio. Os indivíduos queimados sofreram com a redução ou estímulo das fenofases vegetativas e reprodutivas, sendo esse efeito gradualmente mais pronunciado desde em espécies decíduas até as sempre-verdes.

6. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e à Capes, pela bolsa concedida à primeira autora e ao segundo autor, respectivamente; à PavelDodonov (pdodonov@gmail.com), por ter desenvolvido o código para análise estatística no Programa R.

7. REFERÊNCIAS

- ALVARADO, S.T.; BUISSON, E.; RABARISON, H.; RAJERARISON, C.; BIRKINSHAW, C.; LOWRY II, P. P.; MORELLATO, L. P. C. Fire and the reproductive phenology of endangered Madagascar sclerophyllous tapia woodlands. *South African Journal of Botany*, v.94, n.1, p.79-87, 2014.
- BIE, S.; KETNER, P.; PAASSE, M.; GEERLING, C. Woody plant phenology in the West Africa savanna. *Journal of Biogeography*, v.25, p.883-900, 1998.
- BORCHERT, R. Soil and stem water storage determine phenology and distribution of tropical dry forest trees. *Ecology*, v.75, n.5, 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 - CIIAGRO. Disponível em: <www.ciiagro.com.br.> Acesso em: 14 de maio de 2009.
- D'ÊÇA-NEVES, F. F.; MORELLATO, L. P. C. Métodos de amostragem e avaliação utilizados em estudos fenológicos de florestas tropicais. **Acta Botânica Brasilica**, v.18, n.1, p.99-108, 2004.
- DURIGAN, G.; NISHIKAWA, D. L. L.; ROCHA, E.; SILVEIRA, E.R.; PULITANO, F. M.; REGALADO, L. B.; CARVALHAES, M. A.; PARANAGUÁ, P.A.; RANIERI, V. E. L. Caracterização de dois estratos da vegetação em uma área de Cerrado no município de Brotas, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.16, n.3, p.251-262, 2002.
- DURIGAN, G.; BAITELLO, J. B.; FRANCO, G. A. D. C.; SIQUEIRA, M. F. Plantas do Cerrado Paulista: Imagens de uma paisagem ameaçada. São Paulo: Páginas & Letras, 2004. 475p.
- 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**, v.62, p.881-919, 1974.
- FRANÇOSO, R. GUARALDO, A.C.; PRADA, M.; PAIVA, A.O.; MOTA, E.H.; PINTO, J.R.R. Fenologia e Reprodução de frutos de *Caryocar brasiliense* Cambess e *Enterolobium gummiferum* (Mart.) J.F.Macbr. em diferentes regimes de queima. **Revista Árvore**, v.38, n.4, p.579-590, 2014.
- FOURNIER, L. A. Un método cuantitativo para La medición de características fenológicas em árboles. **Turrialba**, v.24, p.422-423, 1974.
- HASSELQUIST, N. J.; ALLEN, M. F.; SANTIAGO, L. S. Water relations of evergreen and drought-deciduous trees along a seasonally dry tropical forest chronosequence. **Oecologia**, v.164, p.881-890, 2010.
- 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.
- KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map 150 cm x 200 cm, 1928.
- 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.
- LOPES, S. F.; VALE, V. S.; SCHIAVINI, I. Efeito de queimadas sobre a estrutura e composição da comunidade vegetal lenhosa do cerrado sentido restrito em Caldas Novas, GO. **Revista Árvore**, v.33, n.4, p.695-704, 2009.
- LOPES, C. T.; VASCONCELOS, H. L. Fire increases insect herbivory in a Neotropical Savanna. **Biotropica**, v.43, n.5, p.612-618, 2011.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. São Paulo: Plantarum, 1998. 352p.
- MEDEIROS, M. B.; MIRANDA JR., H. S. Post-fire resprouting and mortality in Cerrado woody plant species. **Edinburgh Journal of Botany**, v.65, n.1, p.1-16, 2008.
- 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-JUNIOR, A. Erythroxyloaceae. In: WANDERLEY, M. G. L.; SHEPHERD, G. J.; GIULIETTI, A. M. (Ed.). **Flora Fanerogâmica de Estado de São Paulo**. São Paulo: FAPESP – HUCITEC, 2002. v.2. p.107-119.
- MOREIRA, A. G. Effects of fire protection on savanna structure in Central Brazil. **Journal of Biogeography**, v.27, p.1021-1029, 2000.
- NEVES, D. R. M.; DAMASCENO-JUNIOR, G. A. Post-fire phenology in a campo sujo vegetation in the Urucum plateau, Mato Grosso do Sul, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v.71, p.881-888, 2011.
- PALERMO, A. C.; MIRANDA, H. S. Efeito do fogo na produção de frutos de *Qualea parviflora* MART. (Vochysiaceae) em Cerrado *sensu stricto*. **Revista Árvore**, v.36, p.685-693, 2012.
- PAULA, N. F. **Capacidade fotossintética, deciduidade e teor de nitrogênio e fósforo em espécies lenhosas do cerrado**. 2002. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2002.
- R. DEVELOPMENT CORE TEAM **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2012.
- SAN-MARTIN-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, n.1, p.299-309, 2003.
- SARMIENTO, G. The savannas of tropical america. In: GOODALL, D. W. (Ed.) **Ecosystems of the world – tropical savannas**. Amsterdam: Elsevier, 1983. p.245-288.
- 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, n.1, p.29-39, 2008.
- SOUZA, J. P.; PRADO, C. H. B. A.; ALBINO, A. L. S.; DAMASCOS, M. A. Shoot-foilage relationships in deciduous, semideciduous, and evergreen cerrado tree species. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 21, n.1, 2009.