

Efeito do fogo sobre o banco de sementes em faixa de borda de Floresta Estacional Semidecidual, SP, Brasil

Antônio Carlos Galvão de Melo^{1,3}, Giselda Durigan¹ e Maurício Romero Gorenstein²

Recebido em 12/06/2006. Aceito em 29/03/2007

RESUMO – (Efeito do fogo sobre o banco de sementes em faixa de borda de Floresta Estacional Semidecidual, SP, Brasil). Os incêndios estão entre as principais causas da perda de diversidade em florestas tropicais. O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito do fogo sobre o banco de sementes em fragmento de floresta estacional semidecidual e verificar se a intensidade desses efeitos se altera em função da distância da borda. O estudo foi realizado na Estação Ecológica dos Caetetus, Estado de São Paulo. Cinco dias após a passagem do fogo, foram coletadas amostras da camada superficial do solo (5 cm de profundidade), em duas faixas: 0 a 20 m e 20 a 50 m de distância da borda, na área atingida pelo fogo e em floresta não queimada adjacente utilizada como controle. Na floresta não atingida pelo fogo a densidade foi de 257 sementes.m⁻² e na área queimada de 97 sementes.m⁻². Quarenta espécies ocorreram na área não queimada e 26 espécies na área queimada. Ervas e gramíneas tiveram densidade relativa superior na área queimada. Para as espécies arbóreas as perdas decorrentes do fogo foram maiores na faixa mais externa do fragmento (menor riqueza e densidade), provavelmente devido à amplificação dos efeitos do fogo causada pelos efeitos de borda.

Palavras-chave: banco de sementes, efeitos de borda, incêndios florestais, floresta tropical, germinação

ABSTRACT – (Fire impact on the seed bank of a seasonal semideciduous forest edge, São Paulo State, Brazil). Fire has been one of the main causes of diversity loss in tropical forests. The aim of this study was to evaluate the effects of fire on the seed bank in a seasonal semideciduous forest fragment, and to verify whether these impacts are influenced by distance from the edge. The study was carried out at Caetetus Ecological Station (São Paulo state, Brazil). Surface soil samples (5 cm depth) were collected at two different distances from the edge (0-20 and 20-50 m), five days after fire. The same sampling procedure was applied to an unburned neighboring forest for comparison. In the unburned forest, density was 257 seeds.m⁻² and in the burned area it was 97 seeds.m⁻². Forty species occurred in the unburned forest and 26 species in the burned area. Relative density of herbs and grasses was higher in the burned area. The closer to the border, the higher were the losses observed for tree species, likely amplified by the interaction between fire and edge effects.

Key words: seed bank, edge effects, fire, tropical forest, germination

Introdução

O banco de sementes do solo tem grande importância no processo de regeneração da floresta, especialmente quando ocorre a abertura do dossel (Uhl *et al.* 1981; Baider *et al.* 1999). Entretanto, com a ocorrência do fogo, o potencial de regeneração da floresta através do banco de sementes pode ser afetado pela intensidade e frequência dos eventos de fogo (Whelan 1995; Kennard *et al.* 2002), profundidade das sementes (Brinkman & Vieira 1971; Moore & Wein 1977) e umidade do solo (Whelan 1995). A depender deste conjunto de variáveis, o fogo pode tanto estimular

quanto destruir o banco de sementes, mesmo em ecossistemas cujas espécies evoluíram tendo o fogo como fator de seleção (Young *et al.* 1987; McGee & Feller 1993; Quintana-Ascencio *et al.* 1996; Garcia-Nuñez *et al.* 2003).

Diversos estudos têm sido desenvolvidos abordando os efeitos do fogo sobre o banco de sementes em florestas tropicais úmidas (Uhl *et al.* 1982; Putz 1983; Uhl & Clark 1983; Uhl 1987). Em Floresta Estacional Semidecidual, porém, são raros os estudos acerca dos efeitos do fogo sobre a comunidade vegetal, destacando-se aqueles que analisam as alterações estruturais e monitoram o desenvolvimento pós-fogo

¹ Instituto Florestal de São Paulo, Floresta Estadual de Assis, C. Postal 104, 19802-970 Assis, SP, Brasil

² Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Departamento de Ciências Florestais, Av. Pádua Dias 11, C. Postal 09, 13418-900 Piracicaba, SP, Brasil

³ Autor para correspondência: acgmelo@gmail.com

da comunidade de plantas lenhosas (Castellani & Stubblebine 1993; Rodrigues *et al.* 2005). Mais raros ainda são estudos que tratem dos efeitos do fogo sobre o banco de sementes, podendo ser citados Marod *et al.* (2002), para floresta tropical estacional na Tailândia, e Dalling *et al.* (1997) para floresta tropical úmida estacional em Barro Colorado, Panamá. Estes estudos apontam que bancos de sementes atingidos por fogo apresentam perdas de riqueza e de densidade.

Os efeitos de borda geralmente estão associados a alterações microclimáticas causadas pela fragmentação do habitat (Williams-Linera 1990; Kapos *et al.* 1997). Nas bordas ocorre aumento de iluminação e temperatura e decréscimo da umidade do ar e do solo (Matlack 1993; Forman 1995; Kapos *et al.* 1997). Em função de tais alterações, as bordas dos fragmentos florestais geralmente são mais secas que o seu interior (Forman 1995; Kapos *et al.* 1997). A distância dos efeitos de borda é bastante variável, em função do efeito que se analisa e da estrutura da floresta (Didham & Lawton 1999). Primack & Rodrigues (2001) relatam, para Floresta Estacional Semidecidual no Paraná, alterações em déficit de pressão de vapor e em composição florística em largura de 35 metros da borda; Kapos (1989) relatou aumentos de temperatura e déficit de pressão de vapor em faixa de borda de pelo menos 60 metros de largura de fragmento florestal na Amazônia; Laurance (1991), também na Amazônia, encontrou variações fisionômicas e florísticas em faixa de 200 metros de borda.

As alterações da comunidade vegetal nas bordas são proporcionais à intensidade das alterações ambientais e ao tempo decorrido desde a fragmentação. É comum a ocorrência de desequilíbrios populacionais e invasão por espécies exóticas que ocorram na matriz (Forman 1995). Como consequência, as bordas comumente apresentam acúmulo de biomassa de gramíneas e lianas (Primack & Rodrigues 2001) e menor umidade, tornando-se mais suscetíveis a incêndios mais intensos do que o interior das florestas (Tabanez *et al.* 1997; Cochrane 2003).

Este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito do fogo sobre a riqueza e a densidade do banco de sementes em fragmento de floresta estacional semidecidual, e verificar se a intensidade das alterações varia em função da distância da borda.

Material e métodos

Local do estudo – A Estação Ecológica dos Caetetus, EEC, unidade de conservação administrada pelo

Instituto Florestal da Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, está situada nos municípios de Gália e Alvinlândia, São Paulo. O clima apresenta estação seca definida, entre abril e agosto, sendo classificado como Cwa (Chagas *et al.* 2004).

Com área de 2.200 ha, é um dos maiores fragmentos remanescentes da Floresta Estacional Semidecidual (conforme a classificação de Veloso *et al.* 1991), que hoje se encontra reduzida a cerca de 3% de sua cobertura original no Estado de São Paulo (Durigan *et al.* 2005). O desmatamento ao redor da EEC ocorreu por volta da década de 1940. A floresta apresenta alta concentração de lianas e gramíneas invasoras em todo o seu perímetro. Há registros também de que a maior parte da floresta sofreu exploração seletiva de madeiras nobres.

A área de estudo encontra-se na face Norte da EEC (22°23'17"S e 49°41'47"W) a 642 m s.n.m. Como ocorre em quase todo o perímetro da Estação, as terras que fazem divisa com a área deste estudo são ocupadas por plantação de café. Separando a floresta da lavoura há um carreador com 5 m de largura, ao longo do qual prolifera o capim colônio (*Panicum maximum* Jacq.).

O fogo teve início em uma propriedade vizinha, no dia 5 de outubro/2003, ao final de uma estação seca excepcionalmente prolongada, em que a precipitação acumulada nos meses de maio a setembro foi de apenas 144,5 mm, quando a média histórica para o mesmo período é de 298,7 mm. O incêndio propagou-se pelas áreas ripárias invadidas por colônio, até atingir a floresta da EEC, e lá avançou em faixa paralela à borda, com largura variando de 60 até cerca de 80 m, em uma extensão de cerca de 300 m, totalizando aproximadamente dois hectares de área queimada.

Amostragem – A área experimental representa quatro condições ambientais distintas, sendo floresta queimada e não queimada, em duas faixas de distância da borda: 0 a 20 m e 20 a 50 m. Cada uma delas estava representada em campo numa extensão de 300 m. Cinco dias após o fogo cada uma das situações ambientais descritas foi dividida em quatro áreas e de cada uma delas foi retirada uma amostra de solo, composta por 30 sub-amostras de 50 cm² de área e 5 cm de profundidade, totalizando 0,03 m³ de solo amostrado. A coleta das subamostras foi feita por caminhamento em ziguezague no campo observando-se, entre elas, a distância média de 7 metros. Na área não queimada utilizada como controle foi respeitada uma distância mínima de 40 m a partir da linha de fogo para coleta das amostras de solo.

A análise do banco de sementes no solo foi realizada pela contagem de plântulas germinadas (Roberts 1981). Logo que coletadas em campo as amostras de solo foram armazenadas em sacos plásticos pretos e, dois dias depois, separadas de eventual material orgânico da serapilheira e colocadas para germinar, em viveiro, em caixas plásticas com as dimensões de 26×38×10 cm de altura. O solo coletado foi disposto nas caixas em uma camada com espessura de 3,5 cm. No viveiro, as caixas ficaram suspensas em bancadas, a 1 m de altura em relação ao nível do terreno. Oito caixas adicionais, preenchidas com areia lavada e esterilizada, foram distribuídas, por sorteio, entre as caixas com as amostras de solo, para monitoramento da contaminação. As caixas receberam três irrigações diárias, equivalentes a um total de 10 mm de lâmina d'água, durante todo o período de observação. A cada dez dias identificavam-se as plântulas emergentes, as quais eram retiradas ou, quando a identificação não era possível, transplantadas para sacos plásticos para completar seu desenvolvimento, até que fosse possível a identificação, que foi feita por comparação com material de herbário e auxílio de especialistas. Oitenta dias após a instalação das caixas no viveiro o solo foi revolvido e foi feito o acompanhamento por mais 80 dias, até que se certificasse de que não ocorreria a emergência de novas plântulas.

As espécies identificadas foram classificadas quanto à forma de vida, nas seguintes categorias: árvore, arbusto, trepadeira, erva ou gramíneas, conforme adotado por outros autores (Uhl & Buschbacher 1985; Grombone-Guaratini & Rodrigues 2002). Os valores estimados de densidade de plantas germinadas e riqueza de espécies foram comparados entre as diferentes condições ambientais por meio de análise de variância, após serem submetidos à transformação por log (n+1). Foram consideradas como fontes de variação a ocorrência de fogo, a distância da borda da floresta e a interação entre elas.

Os resultados de germinação foram analisados para todas as espécies conjuntamente e, em separado, para espécies arbóreas, uma vez que este grupo tem maior importância na recuperação da estrutura da comunidade florestal.

Resultados e discussão

A ocorrência do fogo mostrou-se fator determinante da perda de riqueza florística na comunidade, com base nas espécies que compõem o banco de sementes. A área queimada, considerando-se todas as formas de vida e agrupadas as duas faixas de distância da borda, apresentou redução de 35% no número de espécies ($F_{3,11} = 22,63$; $P = 0,0006$) quando comparada à área não atingida pelo fogo (Tab. 1 e 2). Para espécies arbóreas, analisadas separadamente, a redução foi de 38% ($F_{3,11} = 20,1$; $P = 0,0009$).

Ervas e gramíneas apresentaram alta densidade e riqueza de espécies, independente da distância da borda e da ocorrência do fogo (Fig. 1 e Tab. 2), sendo comuns espécies ruderais e exóticas (Tab. 2). Em fragmento de Floresta Estacional Semidecidual, Grombone-Guaratini & Rodrigues (2002) consideraram que a grande proporção de sementes de espécies herbáceas ocorrente no banco de sementes de fragmentos florestais reflete a entrada de sementes procedentes de áreas perturbadas do entorno, possivelmente a mesma explicação para os resultados do presente estudo.

Além da perda de espécies, o efeito do fogo foi ainda maior sobre a densidade de sementes germinadas, que, nas amostras da floresta queimada, foi 62% inferior à obtida para a floresta não queimada ($F_{3,11} = 7,9$; $P = 0,017$). A redução, pelo fogo, da densidade de plântulas germinadas foi um fenômeno genérico que atingiu 38 do total de 49 espécies amostradas. Para as raras espécies cuja densidade foi maior na área queimada, a diferença no número de plântulas germinadas entre as áreas é pequena, o

Tabela 1. Densidade e número de espécies do banco de sementes para diferentes distâncias de borda, em área queimada e não queimada de fragmento de Floresta Estacional Semidecidual, na Estação Ecológica de Caetetus, São Paulo, Brasil.

Distância da borda (m)		Floresta não queimada		Floresta queimada	
		0 a 20	20 a 50	0 a 20	20 a 50
Todas as formas de vida	Densidade (sementes.m ⁻²)	267	247	87	108
	Número de espécies	32	24	16	20
Árvores	Densidade (sementes.m ⁻²)	35	25	2	12
	Número de espécies	5	3	1	2

Tabela 2. Espécies, formas de vida e respectivo número de plântulas germinadas a partir do banco de sementes em áreas queimada e não queimada na Estação Ecológica de Caetetus, São Paulo, Brasil (A = árvore; Arb = arbusto; G = gramínea; E = erva; Li = liana; I = indeterminada).

Família/Espécie	Forma de vida	Plântulas germinadas	
		Não queimada	Queimada
ASTERACEAE			
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	H	6	3
<i>Bacharis dracunculifolia</i> DC.	Arb	6	2
<i>B. trinervis</i> Pers.	H	1	0
<i>Bidens pilosa</i> L.	H	0	1
<i>Cichorium intybus</i> L.	H	4	5
<i>Conyza bonariensis</i> L.	H	2	0
<i>Eclipta alba</i> (L.) Hassk	H	1	0
<i>Eupatorium</i> sp.	I	4	0
<i>Mikania</i> sp.	I	17	1
<i>Vernonia</i> sp.2	Arb	2	0
AMARANTHACEAE			
<i>Amaranthus deflexus</i> L.	H	51	1
<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	H	1	0
BRASSICACEAE			
<i>Brassica rapa</i> L.	H	0	1
CANNABACEAE			
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	A	27	3
CARYOPHYLLACEAE			
<i>Drymaria cordata</i> (L.) Willd. ex Schult.	H	3	0
COMMELINACEAE			
<i>Commelina benghalensis</i> L.	H	1	0
CONVOLVULACEAE			
<i>Ipomoea grandifolia</i> (Dammer) O'Donell	Li	1	0
CYPERACEAE			
<i>Cyperus iria</i> L.	H	0	1
EUPHORBIACEAE			
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	A	3	0
<i>Croton</i> sp.	I	0	1
<i>Dallechampia scandens</i> L.	Li	0	1
LILIACEAE			
Liliaceae	H	5	5
MALPIGHIACEAE			
<i>Banisteriopsis oxyclada</i> (A. Juss.) B. Gates	Li	6	1
MALVACEAE			
<i>Heliocarpus popayanensis</i> Kunth	A	1	0
MORACEAE			
<i>Ficus insipida</i> Willd.	A	3	0
MYRSINACEAE			
<i>Anagalis tenella</i> (L.) L.	H	3	2
PIPERACEAE			
<i>Piper aduncum</i> (L.)	Arb	1	0
POACEAE			
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	G	0	3
<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	G	3	5
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn	G	1	0
<i>Olyra latifolia</i> L.	G	1	0
<i>Panicum maximum</i> Jacq.	G	4	0
<i>P. selowii</i> Nees	G	25	7
<i>Sorghum bicolor</i> Moench.	G	1	0

continua

Tabela 2 (continuação)

Família/Espécie	Plântulas germinadas		
	Forma de vida	Não queimada	Queimada
PORTULACACEAE			
<i>Portulaca oleracea</i> L.	H	28	21
<i>Talinum paniculatum</i> (Jacq.) Gaertn	H	0	1
RUBIACEAE			
<i>Richardia brasiliensis</i> Gomes	H	5	0
SAPINDACEAE			
<i>Paulinia trigonia</i> Vell.	Li	0	1
SOLANACEAE			
<i>Solanum americanum</i> Mill.	H	67	41
URTICACEAE			
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	A	2	5
VERBENACEAE			
<i>Lantana trifolia</i> L.	H	2	1
Morfoespécie 1	I	4	1
Morfoespécie 2	I	9	2
Morfoespécie 3	I	1	0
Morfoespécie 4	I	1	0
Morfoespécie 5	I	1	0
Morfoespécie 6	I	1	0
Morfoespécie 7	I	0	1
Morfoespécie 8	I	3	0
Total		308	117

somatário correspondendo a apenas 14% do total do banco da área queimada (Tab. 2). Portanto, é pouco provável que a ação do fogo tenha facilitado a germinação dessas espécies. Estes resultados seguem a tendência apontada por outros estudos. Cochrane (2003) afirma que, em média, o fogo reduz em 60% a disponibilidade de sementes nos primeiros 1,5 cm do solo. A redução média de 70% na germinação para as sementes de espécies arbóreas da floresta amazônica enterradas a até 5 cm de profundidade do solo foi documentada por Brinkmann & Vieira (1971). Também na Amazônia, Uhl *et al.* (1981) registraram redução em cerca de 80% da densidade do banco de sementes em área submetida a incêndio; para floresta seca na Bolívia, Kennard *et al.* (2002) relataram a que a densidade de sementes foi reduzida em 94% em área submetida a fogo de alta intensidade e em 19% após fogo de baixa intensidade, quando comparados à floresta controle.

Considerando as espécies arbóreas separadamente, a densidade também foi menor ($F_{3,11} = 24,35$; $P = 0,0004$) na área queimada (7 sementes.m⁻²) que na floresta não queimada (36 sementes.m⁻²). Algumas espécies pioneiras apresentaram forte redução no

número de indivíduos (e.g. *Trema micrantha*) ou não ocorreram na área queimada, podendo ter sido eliminadas pelo fogo (e.g. *Croton floribundus*, *Ficus insipida* e *Heliocarpus popayanensis*) (Tab. 2).

Na área não queimada a densidade de sementes (N.m⁻²) de todas as formas de vida foi de 267 na faixa de 0 a 20 m da borda e de 247 na faixa de 20 a 50 m. Para a área queimada, as densidades nessas faixas foram, respectivamente, de 87 e 108 sementes.m⁻² (Tab. 1). Não foram observadas diferenças significativas na densidade de sementes entre as duas faixas de distância da borda ($F_{3,11} = 0,002$; $P = 0,969$) e não houve interação entre ocorrência de fogo e distância da borda ($F_{3,11} = 0,234$; $P = 0,638$).

Para espécies arbóreas, analisadas separadamente, a densidade do banco de sementes da área queimada apresentou redução de 94% na faixa de 0 a 20 m e de 52% na faixa de 20 a 50 m de distância da borda (Tab. 1), em comparação com os valores registrados para a floresta não queimada. Foi constatada interação entre fogo e distância da borda ($F_{3,11} = 4,57$; $P = 0,056$) e a análise de variância em separado comprovou a diferença de densidade entre faixas de distância da área queimada ($F_{2,11} = 6,5$; $P = 0,027$).

A riqueza florística do conjunto de todas as formas de vida não foi afetada pela distância da borda ($F_{3,11} = 0,09$; $P = 0,771$) e não foi detectada interação entre ocorrência de fogo e distância ($F_{3,11} = 3,63$; $P = 0,083$). A área não queimada apresentou 32 espécies na faixa de 0 a 20 m da borda e 24 espécies na faixa de 20 a 50 m. Na área queimada foram amostradas, respectivamente 16 e 20 espécies (Tab. 1).

Exceto para trepadeiras, o fogo reduziu a riqueza de todas as formas de vida na faixa de 0 a 20 m da borda (Fig. 1). Na faixa de 20 a 50 m de distância da borda ocorreu redução da riqueza apenas para gramíneas e árvores. Ervas, arbustos e trepadeiras apresentaram riqueza semelhante entre as faixas de distância de borda, embora com algumas diferenças decorrentes da variação espacial esperada para bancos de sementes (Dalling *et al.* 1997). A presença de material combustível e a umidade do solo, fatores condicionantes dos efeitos do fogo, apresentam grande variação espacial (Whelan 1995) e podem, também, ter influenciado tal resultado.

Para as espécies arbóreas, a interação entre a ocorrência de fogo e distância da borda afetou a riqueza do banco de sementes ($F_{3,11} = 6,6$; $P = 0,026$). Na área queimada a riqueza das sementes foi maior ($F_{2,11} = 8,3$; $P = 0,015$) na faixa de 20 a 50 m de distância da borda que na faixa de 0 a 20 m. Esta forma de vida foi a que apresentou maior decréscimo proporcional no espectro biológico florístico (Fig. 1): o número de espécies arbóreas diminuiu 80% na faixa mais externa e 66% na faixa mais interna, em comparação com a floresta não queimada.

As espécies arbóreas registradas neste estudo ocorrem em formações florestais nas quais o fogo não deve ter exercido grande importância como elemento de pressão evolutiva. Por isso, além de terem tido as populações reduzidas ou eliminadas pela ocorrência do fogo, apresentaram resposta mais expressiva na faixa mais externa da borda. Comparada ao interior da floresta, a borda é mais seca (Forman 1995; Kapos *et al.* 1997) e geralmente apresenta maior acúmulo de biomassa de alta combustibilidade, como gramíneas e cipós (Tabanez *et al.* 1997; Primack & Rodrigues 2001;

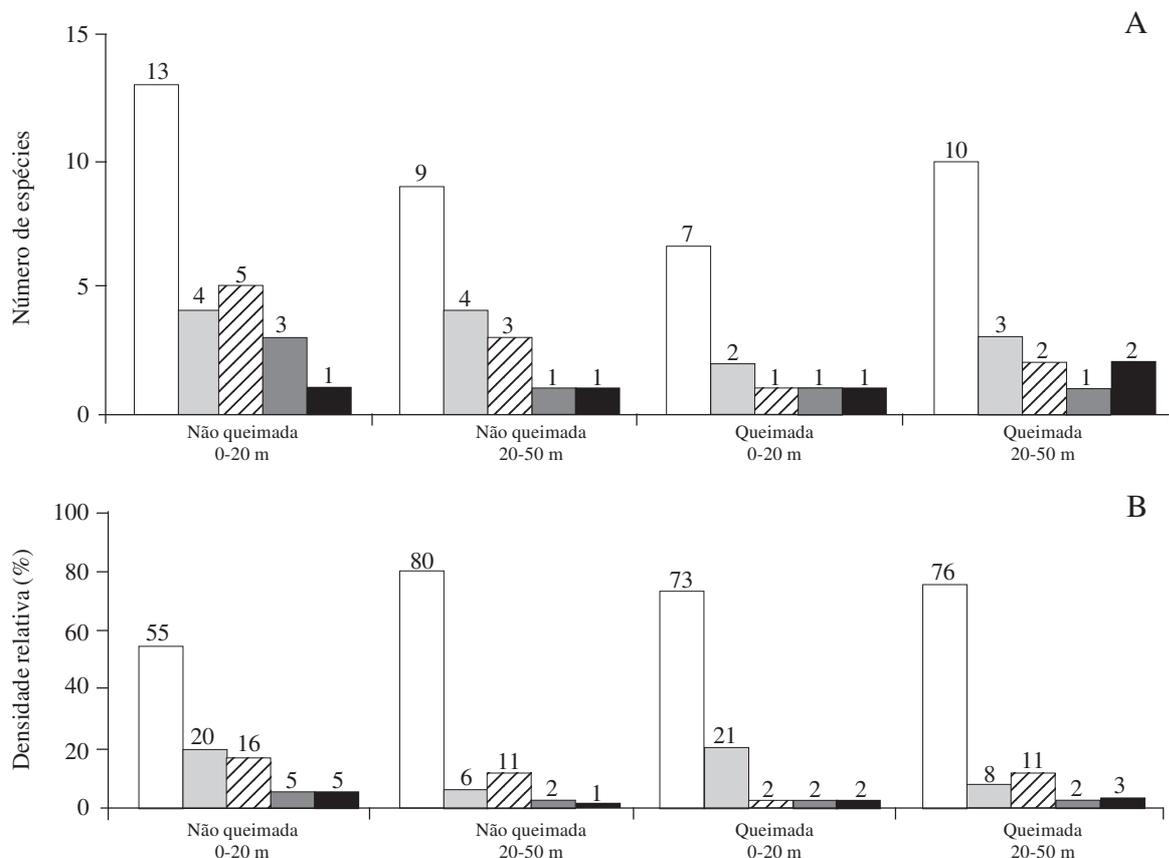


Figura 1. Espectros biológicos (A) florístico (número de espécies por forma de vida) e (B) vegetacional (densidade relativa por forma de vida), para as plantas germinadas e identificadas a partir do banco de sementes de área queimada e não queimada de Floresta Estacional Semidecidual, na Estação Ecológica de Caetetus, São Paulo, Brasil (□ = Ervas; ■ = Gramíneas; ▨ = Árvores; ▩ = Arbustos; ■ = Trepadeiras).

Cochrane 2003). Isto pode ter ocasionado maiores temperaturas e, conseqüentemente, maiores perdas no banco de sementes das espécies arbóreas, favorecendo a proliferação de outras formas de vida em um próximo ciclo da floresta.

Ao analisar o espectro biológico vegetacional verifica-se que, na faixa mais externa, as ervas e gramíneas aumentam em proporção na área queimada e as outras formas de vida, principalmente árvores, têm sua densidade relativa diminuída (Fig. 1). Aquelas duas formas de vida, portanto, tendem a ocupar o espaço deixado principalmente pelas árvores na área queimada, assim como relatado por Kruger (1984) para florestas da África e por Uhl *et al.* (1987), nos primeiros seis meses da sucessão pós-fogo, na Amazônia.

Trema micrantha, espécie importante na regeneração de clareiras em Floresta Estacional Semidecidual (Carvalho 2003), apresentou densidades de 22 e 23 sementes.m⁻² nas faixas de 0 a 20 m e de 20 a 50 m da floresta não queimada, respectivamente, valores muito próximos àqueles relatados na literatura (Putz 1983; Dalling *et al.* 1997). Por outro lado, no banco de sementes da floresta queimada a densidade desta espécie foi consideravelmente reduzida (respectivamente, 0 e 5 sementes.m⁻²).

A redução na densidade de sementes de espécies arbóreas, especialmente pioneiras, e o aumento da densidade relativa de sementes de gramíneas no solo na faixa mais externa da borda confirmam uma tendência preocupante no que diz respeito à conservação de fragmentos florestais que é da ocupação da borda predominantemente pelas ervas e gramíneas e não por árvores, como seria esperado em clareiras na floresta madura (Cochrane 2003). Esta configuração pós fogo, além de descaracterizar a estrutura esperada de uma comunidade florestal em sucessão, resultaria em maior suscetibilidade ao fogo, potencializando seus efeitos no caso de um eventual novo incêndio.

Agradecimentos

A Wilson Aparecido Contieri, pelo apoio nos trabalhos de campo; a Geraldo Antônio Daher Corrêa Franco, pela colaboração na identificação das espécies; a Maria Tereza Grombone-Guaratini, pelas sugestões a respeito das análises estatísticas; à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP, pelo auxílio concedido para a execução da pesquisa, inserida no projeto Incêndio em

Floresta Estacional Semidecidual: Avaliação do Impacto e Estudo dos Processos de Regeneração (processo 04/07561-6).

Referências bibliográficas

- Baider, C.; Tabarelli, M. & Mantovani, W. 1999. O banco de sementes de um trecho de Floresta Atlântica Montana (São Paulo, Brasil). **Revista Brasileira de Biologia** 59(2): 319-328.
- Bierregaard, R.O.; Laurance, W.F.; Sites, J.W.; Lynam, A.J.; Dirham, R.K.; Andersen, M.; Gascon, C.; Tocher, M.D.; Smith, A.P.; Viana, V.M.; Lovejoy, T.E.; Sieving, K.E.; Kramer, E.A.; Restrepo, C. & Moritz, C. 1997. Key priorities for the study of fragmented tropical ecosystems. Pp. 515-526. In: W.F. Laurance & R.O. Bierregaard. **Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities**. Chicago, The University of Chicago Press.
- Brinkmann, W.L.F. & Vieira, A.N. 1971. The effect of burning on germination of seeds at different soil depths of various tree species. **Turrialba** 21(1): 77-82.
- Carvalho, P.E.R. 2003. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, EMBRAPA.
- Castellani, T.T. & Stubblebine, W.H. 1993. Sucessão secundária em mata tropical mesófila após perturbação por fogo. **Revista Brasileira de Botânica** 16(2): 181-203.
- Chagas, R.K.; Durigan, D.; Contieri, W.A. & Saito, M. 2004. Crescimento diametral de espécies arbóreas em floresta estacional semidecidual ao longo de seis anos. Pp. 265-290. In: O. Vilas Boas & G. Durigan. **Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no Oeste Paulista: resultados da cooperação Brasil/Japão**. São Paulo, Páginas e Letras.
- Cochrane, M.A. 2003. Fire Science for rainforests. **Nature** 421 (27): 913-919.
- Dalling, J.W.; Swaine, M.D. & Garwood, N.C. 1997. Soil seed bank community in seasonally moist lowland tropical forest, Panama. 1997. **Journal of Tropical Ecology** 13(5): 659-680.
- Didham, R.K. & Lawton, J.H. 1999. Edge structure determines the magnitude of changes in microclimate and vegetation structure in tropical forest fragments. **Biotropica** 31(1): 17-30.
- Durigan, G.; Melo, A.C.G.; Monteiro, C.H.; Kronka, F.J.N.; Pinheiro, G.S.; Guillaumon, J.R.; Romanelli, R.C. & Montagna, R.G. 2005. **Propostas para a implantação de uma política florestal para o Estado de São Paulo**. São Paulo, Instituto Florestal.
- Forman, R.T. 1995. **Land mosaics: the ecology of landscapes and regions**. Cambridge, Cambridge University Press.
- Garcia-Nuñez, C.; Azocar, A. & Silva, J.F. 2001. Seed production and soil seed bank in the evergreen woody species from a neotropical savanna. **Journal of Tropical Ecology** 17(1): 563-576.
- Garwood, N.C. 1989. Tropical soil seed banks: a review. Pp. 149-209. In: M.A. Leck; V.T. Parker & R.L. Simpson (eds.). **Ecology of soil seed banks**. San Diego, Academic Press.

- Grombone-Guaratini, M.T. & Rodrigues, R.R. 2002. Seed bank and seed rain in a seasonal semi-deciduous forest in south-eastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology** 18(1): 9-774.
- Hopkins, M.S. & Graham, A.W. 1983. The species composition of soil seed banks beneath lowland tropical rainforests in North Queensland, Australia. **Biotropica** 15(2): 90-99.
- Kapos, V. 1989. Effects of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. **Journal of Tropical Ecology** 5(2): 3-185.
- Kapos, V.; Wandelli, E.; Camargo, J.L. & Ganade, G. 1997. Edge-related changes in environment and plant responses due to forest fragmentation in Central Amazonia. Pp. 33-44. In: W.F. Laurance & R.O. Bierregaard. **Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities**. Chicago, The University of Chicago Press.
- Kennard, D.K.; Gould, K.; Putz, F.E.; Fredericksen, T.S. & Morales, F. 2002. Effects of disturbance intensity on regeneration mechanisms in a tropical dry forest. **Forest Ecology and Management** 162(2): 197-208.
- Kruger, F.J. 1984. Effects of fire on vegetation structure and dynamics. Pp. 220-243. In: P.V. Booyesen & N.M. Tainton (eds.). **Ecological effects of fire in South African ecosystems**. Berlin, Springer-Verlag.
- Laurance, W.F. 1991. Edge effects in tropical forest fragments: application of a model for the design of nature reserves. **Biological Conservation** 57(2): 205-219.
- Lawton, R.O. & Putz, F.E. 1988. Natural disturbance and gap-phase regeneration in wind-exposed tropical cloud forest. **Ecology** 69(3): 764-777.
- Marod, D.; Kutintara, U.; Tanaka, H. & Nakashikuza, T. 2002. The effects of drought and fire on seed and seedling dynamics in a tropical seasonal forest in Thailand. **Plant Ecology** 161(1): 41-57.
- Matlack, G.R. 1993. Microenvironment variation within and among forest edge sites in the eastern United States. **Biological Conservation** 66(3): 185-194.
- Mcgee, A. & Feller, M.C. 1993. Seed banks and disturbed soils in southeastern British Columbia. **Canadian Journal of Botany** 71(12): 1574-1583.
- Moore, J.M. & Wein, R.W. 1977. Viable seed populations by soil depth and potential site recolonization after disturbance. **Canadian Journal of Botany** 55(2): 2408-2412.
- Morgan, P. & Neuenschwander, L.F. 1988. Seed-bank contribution to regeneration of shrub species after clear-cutting and burning. **Canadian Journal of Botany** 66(1): 169-172.
- Primack, R.B. & Rodrigues, E. 2001. **Biologia da Conservação**. Londrina, E. Rodrigues.
- Putz, F.E. 1983. Treefall pits and mounds, buried seeds, and the importance of soil disturbance to pioneer trees on Barro Colorado Island, Panama. **Ecology** 64(5): 1069-1074.
- Putz, F.E. & Appanah, S. 1987. Buried seeds, newly dispersed seeds, and dynamics of a lowland forest in Malaysia. **Biotropica** 19(4): 326-333.
- Quintana-Ascencio, P.F.; González-Espinoza, M.; Ramírez-Marcial, N.; Domínguez-Vázquez, G. & Martínez-Icá, M. 1996. Soil seed banks and regeneration of tropical rain forest from Milpa fields at the Selva Locandona, Chiapas, México. **Biotropica** 28(2): 192-209.
- Roberts, H.A. 1981. Seed banks in soils. **Advances in Applied Biology** 6: 1:55
- Rodrigues, R.R.; Martins, S.V. & Matthes, L.H.F. 2005. Post-fire regeneration in a semideciduous mesophytic forest, south-eastern Brazil. Pp. 1-19. In: A.R. Burk (ed.). **New research on forest ecosystems**. New York, Nova Science Publishers.
- Tabanez, A.A.J.; Viana, V.M. & Dias, A. 1997. Conseqüências da fragmentação e do efeito de borda sobre a estrutura, diversidade e sustentabilidade de um fragmento de floresta de planalto de Piracicaba, SP. **Revista Brasileira de Biologia** 57(1): 47-60.
- Thompson, K. 1993. The functional ecology of seed banks. Pp. 231-258. In: M. Fenner (ed.). **Seeds: the ecology of regeneration in plant communities**. Chicago, CAB International.
- Uhl, C. & Buschbacher, R. 1985. A disturbing synergism between cattle ranch burning practices and selective tree harvesting in the eastern Amazon. **Biotropica** 17(4): 265-268.
- Uhl, C.; Clark, K.; Clark, K. & Murphy, P. 1981. Early plant succession after cutting and burning in the upper Rio Negro region of the Amazonian basin. **Journal of Ecology** 69(2): 631-649.
- Uhl, C.; Clark, H.; Clark, K. & Maquirino, P. 1982. Successional patterns associated with slash-and-burn agriculture in the upper Rio Negro region of the Amazon Basin. **Biotropica** 14(4): 249-254.
- Uhl, C. & Clark, K. 1983. Seed ecology of selected Amazon Basin successional species. **Botanical Gazette** 144(3): 419-425.
- Uhl, C. 1987. Factors controlling succession following slash-and-burn agriculture in Amazonia. **The Journal of Ecology** 75(2) 377-407.
- Veloso, H.P.; Rangel Filho, A.L. & Lima, J.C.A. 1991. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro, IBGE.
- Young, K.R.; Ewell, J.J. & Brown, B.J. 1987. Seed dynamics during forest succession in Costa Rica. **Vegetatio** 71(3): 157-173.
- Whelan, J. 1995. **The ecology of fire**. Cambridge, Cambridge University Press.
- Williams-Linera, G. 1990. Vegetation structure and environmental conditions of forested edges in Panama. **Journal of Ecology** 78(2): 356-373.
- Whitmore, T.C. 1997. Tropical forest disturbance, disappearance, and species loss. Pp. 3-12. In: W.F. Laurance & R.O. Bierregaard. **Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities**. Chicago, The University of Chicago Press.