

ESTRUTURA POPULACIONAL E BROTAMENTO DE TRÊS ESPÉCIES NATIVAS DO CERRADO EM DIFERENTES REGIMES DE QUEIMADAS

VANIA SARDINHA DOS SANTOS DINIZ

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Câmpus Iporá, Av, Oeste s/n, Bairro Santa Catarina, CEP 76200-000, Iporá, Goiás, Brasil. E-mail: vsardinhasantos@yahoo.com.br

EDIVANI VILLARON FRANCESCHINELLI

Universidade Federal de Goiás, Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Botânica, CEP 74001-970, Goiânia, Goiás, Brasil. E-mail: edivanif@gmail.com

RESUMO: O presente estudo avaliou a influência de diferentes regimes de queimadas na estrutura populacional e número de rebrotas de duas espécies arbóreas: *Roupala montana* e *Stryphnodendron adstringens* e uma arbustiva: *Rourea induta*. O estudo foi realizado na Reserva Ecológica do IBGE, Brasília, DF, Brasil, em áreas de cerrado sensu stricto: protegida do fogo, com queimadas bienais e com queimadas quadrienais. Foram demarcadas cinco parcelas de 20 x 50 m, em cada área (indivíduos com diâmetros ≥ 5 cm) e uma subparcela de 10 x 10 m dentro de cada uma das parcelas (diâmetros < 5 cm). Foi avaliada estrutura populacional das plantas e a densidade e o diâmetro das rebrotas. A distribuição espacial foi diferente entre as formas de vida, mas o fogo não influenciou a distribuição. As áreas protegida e quadrienal apresentaram maior densidade de plantas e de rebrotas para as espécies arbóreas, enquanto que a área bienal apresentou maior densidade de plantas e de rebrotas da espécie arbustiva. Na área bienal a altura e diâmetro das três espécies foram menores. Assim, em áreas submetidas a queimadas frequentes, as espécies arbóreas teriam as suas populações diminuídas, enquanto que as arbustivas colonizariam rapidamente o ambiente através do brotamento.

PALAVRAS-CHAVE: Densidade de planta, distribuição espacial, rebrota, regimes de fogo.

ABSTRACT: The present study evaluated the influence of different fire regimes on the population structure and number of sprouts of two tree species: *Roupala montana* and *Stryphnodendron adstringens* and a shrubby: *Rourea induta*. The study was conducted at the Ecological Reserve of IBGE, Brasília, DF, Brazil, in areas of cerrado sensu stricto: protected from fire, burned with biennial and quadrennial burnt. Five plots of 20 x 50 m in each area (plants with ≥ 5 cm diameter) and a subplot of 10 x 10 m within each plot (diameter < 5 cm) were demarcated. Population structure of plants and the density and diameter of sprouts was evaluated. The spatial distribution was different between the shrub and tree species, but the fire did not affect their distribution. The quadrennial and protected areas had higher plant density and regrowth for the tree species, while the biennial area showed higher plant density and regrowth for the shrub species. In biennial area height and diameter of the three species were lower. Thus, in areas subjected to frequent burning tree species have decreased their populations, whereas the shrubby has colonized the environment through budding.

KEY WORDS: Fire regimes, plant sprout, plant density, spatial distribution

INTRODUÇÃO

A grande ocorrência de queimadas, como é observada no Cerrado brasileiro (Coutinho, 1982) influencia a estrutura e a composição da vegetação através da alteração das populações de plan-

tas, que pode ocorrer pela morte da parte aérea (top-kill) e consequente brotação (Castellani & Stubblebine, 1993; Hoffmann, 1998, 1999) e pela morte completa do indivíduo (Hoffmann & Solbrig, 2003). Mas as espécies diferem quanto à sua tolerância e capacidade de recuperação às queimadas (Coutinho, 1982; Moreira, 1996; Ho-

ffmann, 1998, 1999), principalmente quanto às formas de vida (arbustivas ou arbóreas) (Castro & Kauffman, 1998; Hoffmann, 1998, 1999).

Vários estudos realizados no Cerrado têm demonstrado a importância da rebrota como mecanismo de regeneração após o fogo, tanto de espécies arbóreas quanto de espécies arbustivas (Castellani & Stubblebine, 1993; Moreira, 1996; Hoffmann, 1996; 1998, 1999; Vale & Lopes, 2010). O rápido surgimento e desenvolvimento de rebrotas é possibilitado pela presença de gemas caulinares e subterrâneas, pela utilização das reservas da planta mãe e pela disponibilização de grande quantidade de elementos orgânicos e inorgânicos, que tem seu processo de reciclagem acelerado pelo fogo (Hoffmann & Moreira, 2002).

Após o fogo, espécies de savanas com hábito arbustivo têm maior potencial de sobrevivência do que espécies arbóreas (Hoffmann, 1999; Hoffmann et al., 2009, 2012).

Fatores como taxas de crescimento, espessura da casca e tolerância à sombra influenciam na sobrevivência das espécies após queimadas frequentes (Hoffmann et al., 2012).

Com o objetivo de ampliar o conhecimento sobre a influência do fogo nas populações de plantas do Cerrado, o presente estudo avaliou a estrutura populacional e número de rebrotas de duas espécies arbóreas: *Roupala montana* Aubl. (Proteaceae) e *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (Fabaceae) e uma espécie arbustiva: *Rourea induta* Planch. (Connaraceae) em diferentes regimes de queimadas, buscando responder as seguintes perguntas: 1. A estrutura populacional das espécies arbustivas e arbóreas é influenciada de forma igual pelos diferentes regimes de queimadas? 2. Os diferentes regimes de queimadas influenciam na taxa de brotamento, independente da forma de vida?

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado na Reserva Ecológica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) nas parcelas do projeto "Efeitos do Regime de Fogo sobre a estrutura de uma comunidade de cerrado" (15°55'06"- 15°57'57"S e 47°51'22"- 47°54'07"W) (Figura 1).

tos do Regime de Fogo sobre a estrutura de uma comunidade de cerrado" (15°55'06"- 15°57'57"S e 47°51'22"- 47°54'07"W) (Figura 1).

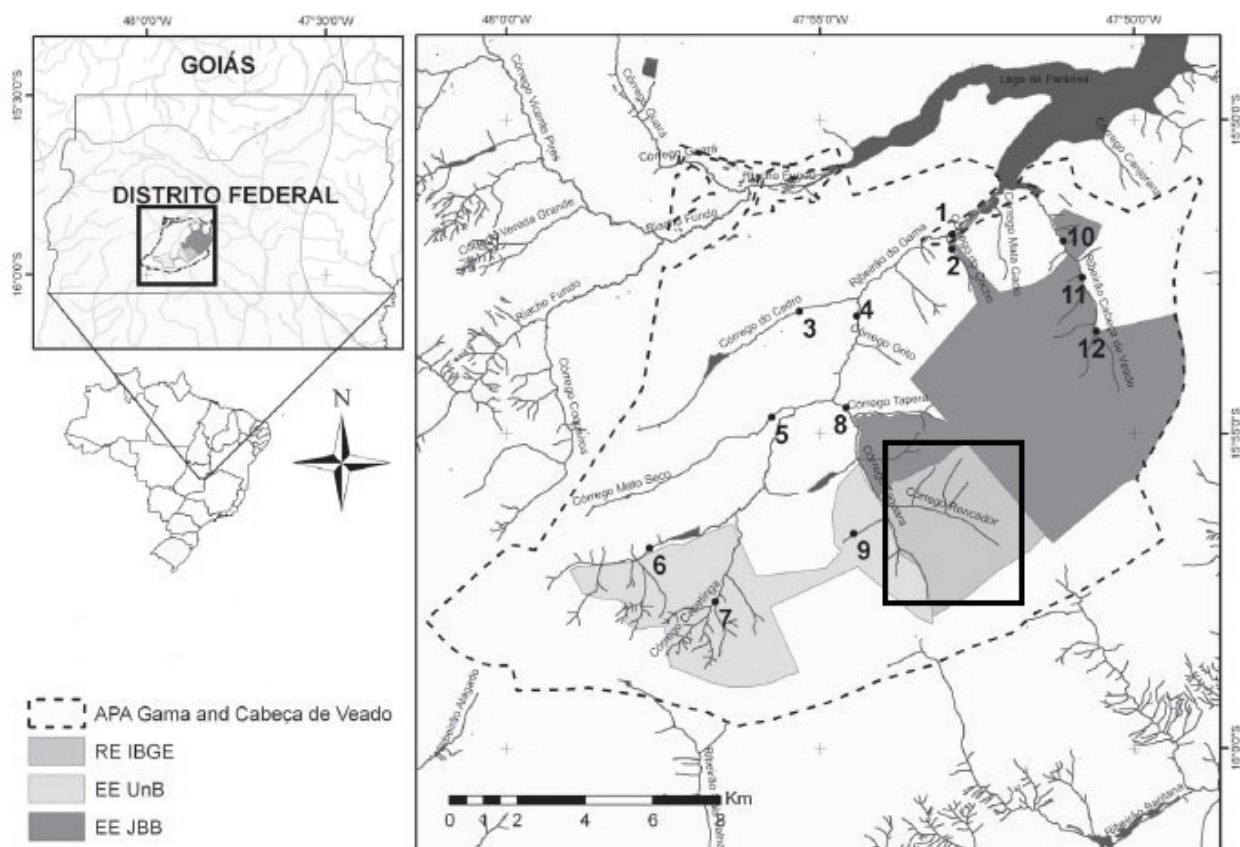


Figura 1 – Localização da Área do presente estudo na Reserva Ecológica do IBGE (RE IBGE), Brasília, DF, Brasil. Fonte: Couto & Aquino (2011) (com modificações feitas pelos autores do presente trabalho).

As áreas utilizadas foram: área protegida do fogo há 38 anos, sendo que ocorreu uma queimada accidental em 1994 (Protegida); área com regime de queimadas bienais há dezessete anos (Bienal) e área com queimadas quadrienais há dezoito anos (Quadrienal). As queimadas sempre ocorreram em agosto, sendo denominadas de queimadas modais. Todas as parcelas estavam localizadas em cerrado sensu stricto. Os dados foram obtidos em novembro de 2009, durante o período seco.

Em cada uma das quadras foram delimitadas cinco parcelas de 20 x 50 m onde foi contado o número de indivíduos e o número de rebrotas. A densidade de indivíduos foi estimada em número de indivíduos por hectare (ind.ha⁻¹). Foi medida a altura e o diâmetro a 30 cm do solo para os indivíduos com diâmetros superiores a 5 cm de *Rourea induta*, *Roupala montana* e *Stryphnodendron adstringens*. Plantas com diâmetros inferiores a 5 cm foram medidas utilizando-se cinco subparcelas de 10 x 10 m alocadas no canto esquerdo das parcelas de 20 x 50 m (uma em cada parcela). As rebrotas também tiveram seus diâmetros mensurados nas parcelas e subparcelas.

Em cada uma das espécies o número total de indivíduos e de rebrotas por área (protegida, bienal e quadrienal) foi comparado utilizando-se

o teste de qui-quadrado (χ^2). Para avaliar a distribuição espacial das espécies em cada área foi utilizado o Índice de Dispersão de Morisita Padronizado (Ip). Para tanto, inicialmente procedeu-se o cálculo do Índice de Morisita (Id) (Brower & Zar, 1984) e as fórmulas recalculadas para o Índice de Morisita Padronizado.

A análise da estrutura populacional das três espécies consistiu na elaboração de histogramas, cujos intervalos de classe foram definidos pela fórmula A/K, onde A representa a amplitude para a altura e para o diâmetro e K é definido pelo algoritmo de Sturges: $K = 1 + 3,3 \times \log N$, onde N é o número de indivíduos amostrados (Gerardi & Silva, 1981). Utilizou-se o mesmo intervalo de classes entre as áreas para a mesma espécie, para que houvesse melhor comparação. Foi realizado o teste de X^2 a 5% de probabilidade, para comparar as classes de alturas e diâmetros, a fim de se verificar o efeito do impacto das queimadas na estrutura de cada população.

Para comparar as diferenças entre as médias das alturas e diâmetros das plantas e dos diâmetros das rebrotas entre as áreas utilizou-se a Análise de Variância (ANOVA) e teste de Tukey *a posteriori*. Todas as análises foram feitas a 5% de probabilidade e foi utilizado o Programa Statistica 7.0 (Statsoft, 2007).

RESULTADOS

Para *R. montana* foram amostrados 137 indivíduos, 47 em parcelas protegidas, 28 em parcelas bienais e 62 em parcelas quadrienais. O número de plantas foi maior na área protegida e com queimadas quadrienais ($\chi^2=12,71$; gL=2; p=0,0010). O número de rebrotas também foi maior na área protegida ($\chi^2=7,9$; g.l.= 2; p= 0,019) (Figura 2). A densidade estimada foi de 94 ind.ha⁻¹ na área protegida, 56 ind.ha⁻¹ na área bienal e 124 ind.ha⁻¹ na área quadrienal. O Índice de Morisita Padronizado indicou distribuição agregada em todas as áreas (Tabela 1).

Foram amostrados 298 indivíduos de *R. induta* sendo 131 em parcelas bienais, 89 nas parcelas protegidas e 78 nas parcelas quadrienais. O maior número de indivíduos foi encontrado na área bienal ($\chi^2=16,02$; gL=2; p=0,0003), onde o número de rebrotas também foi maior ($\chi^2=20,6$; g.l.= 2; p<0,01) (Figura 2). A densidade estimada foi de 178 ind.ha⁻¹ na área protegida,

262 ind.ha⁻¹ na área bienal e 156 ind.ha⁻¹ na área quadrienal. O índice de Morisita Padronizado indicou distribuição aleatória em parcelas protegidas e com queimadas bienais e agregada em parcelas quadrienais (Tabela 1).

Stryphnodendron adstringens apresentou 13 indivíduos nas parcelas com queimada quadrienal, seis nas parcelas controle e três nas parcelas com queimadas bienais. O maior número de indivíduos foi encontrado na área protegida do fogo e com queimadas quadrienais ($\chi^2=13,9$; gL= 2; p=0,001), o número de rebrotas também foi baixo na área bienal, apenas três, e apresentou maior número nas áreas quadrienal e protegida ($\chi^2= 10,2$; g.l.= 2; p= 0,02)(Figura 2). A densidade estimada foi de 12 ind.ha⁻¹ na área protegida, 6 ind.ha⁻¹ na área bienal e 26 ind.ha⁻¹ na área quadrienal. O Índice de Morisita Padronizado indicou distribuição agregada nas parcelas protegidas e bienal, nas parcelas com queimada quadrienal a distribuição foi aleatória (Tabela 1).

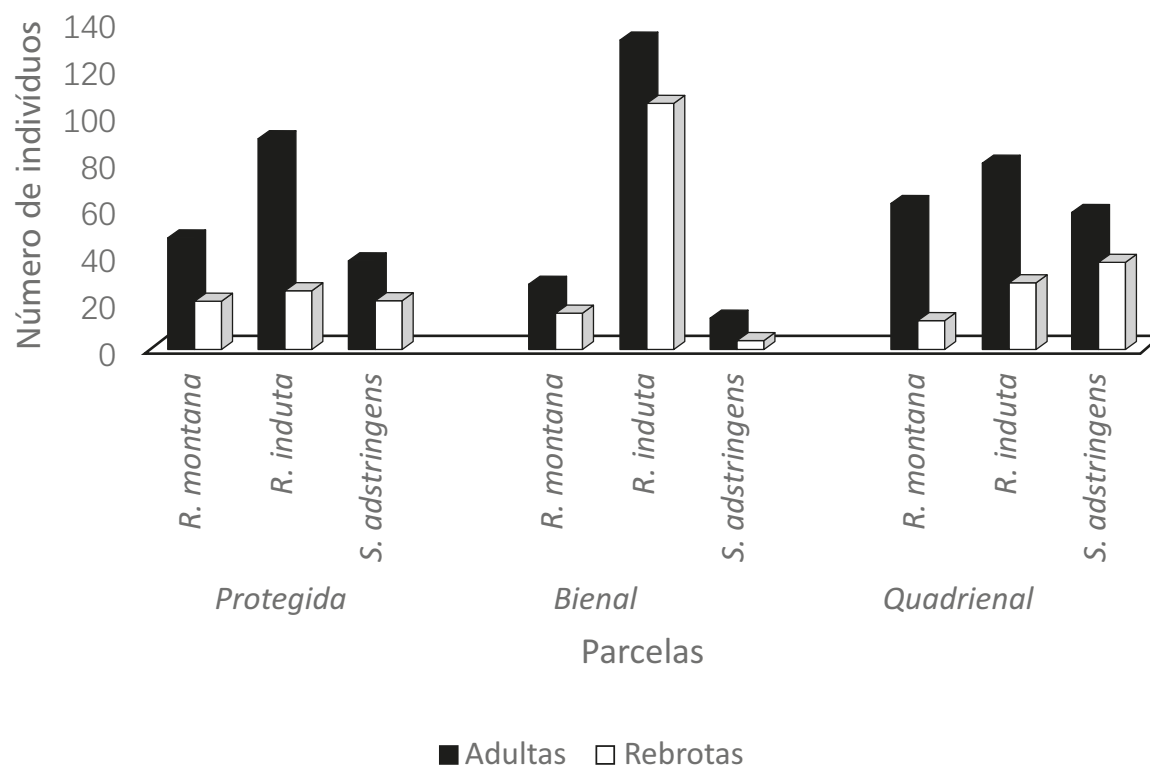


Figura 2 – Número de indivíduos e de rebrotas de três espécies do cerrado sensu stricto em parcelas protegidas do fogo (Protegida), com queimadas bienais (Bienal) e com queimadas quadrienais (Quadrienal) na Reserva Ecológica do IBGE, Brasília, DF.

Parcela	Espécie	Densidade absoluta estimada (ind. ha ⁻¹)	Índice de Morisita Padronizado	Distribuição Espacial
Protegida	<i>R. montana</i>	94,0	0,53	Agregada
	<i>R. induta</i>	178,0	0,43	Aleatória
	<i>S. adstringens</i>	12,0	0,67	Agregada
Bienal	<i>R. montana</i>	56,0	0,51	Agregada
	<i>R. induta</i>	262	0,31	Aleatória
	<i>S. adstringens</i>	6,0	1,0	Agregada
Quadrienal	<i>R. montana</i>	124,0	0,53	Agregada
	<i>R. induta</i>	156,0	0,5	Agregada
	<i>S. adstringens</i>	26,0	0,29	Aleatória

Tabela 1 – Densidade de indivíduos por área, Índice de Dispersão de Morisita Padronizado e Distribuição Espacial de três espécies em cerrado sensu stricto em área protegida do fogo (Protegida), em área submetida a queimadas bienais (Bienal) e queimadas quadrienais (Quadrienal) na Reserva Ecológica do IBGE, Brasília, DF.

A altura e o diâmetro das plantas de *R. montana* foram maiores na área protegida e na área com queimadas quadrienais (Altura: $F(2,134)=12,30$; $p<0,01$; Diâmetro: $F(2,134)=28,13$; $p<0,01$), o diâmetro das rebrotas também foi maior na área protegida ($F(2,41)=25,44$; $p<0,01$) (Tabela 2). Não foram encontradas diferenças na distribuição de classes de altura entre a área protegida e as áreas queimadas para a *R. montana* ($\chi^2=24,5$; $gl=16$; $p=0,05$), sendo que, o maior número de indivíduos foi encontrado entre a segunda e terceira classe (67,4 cm e 102,2 cm). Não foram encontrados indivíduos nas parcelas controle com alturas entre 50 cm e 67,4 cm, ou seja, a primeira classe de distribuição. Não foram encontrados indivíduos com alturas superiores a 137 cm para indivíduos da área bienal (Figura 3).

Houve diferença na distribuição em classes de diâmetros entre as áreas protegidas e queimadas ($\chi^2=46,7$; $gl=16$; $p=0,05$). As parcelas protegidas apresentaram maior número de indivíduos na quarta classe, entre 1,5 cm e 2,0 cm. Não foi observado indivíduos na primeira classe (entre 0,2 cm e 0,6 cm). Nas parcelas com queimadas bienais, o maior número de indivíduos foi encontrado na segunda classe (entre 0,6 cm e 1,1 cm). Nessas parcelas não houve indivíduos com diâmetros entre 2,4 cm e 3,7 cm (entre a sexta e oitava classes), mas na última classe houve a presença de um indivíduo. Nas parcelas com queimadas quadrienais, a terceira classe apresentou o maior número de indivíduos (entre 1,1 e 1,5 cm). Não houve indivíduos com diâmetros superiores a 2,9 cm (Figura 3).

A altura e o diâmetro das plantas de *R. induta* foram maiores na área quadrienal ($F(2,295)=16,82$; $p<0,01$), sendo que os diâmetros não diferiram entre a área quadrienal e a área protegida ($F(2,295)=30,19$; $p<0,01$), o que também foi observado para o diâmetro das rebrotas ($F(2,415)=44,25$; $p<0,01$) (Tabela 2). Houve diferença na distribuição por classes de altura de *R. induta* entre as parcelas protegidas e submetidas a queimadas ($\chi^2=40,6$; $gl=18$; $p=0,05$). A distribuição mostrou que esta espécie apresentou maior número de indivíduos entre 66,1 cm e 130 cm nas áreas protegidas e com queimadas bienais. Sendo que, a partir de 98,4 cm houve diminuição no número de indivíduos. Nas parce-

las com queimadas quadrienais não houve diferença entre o número de indivíduos com alturas entre 82,2 cm e 163 cm. O menor número de indivíduos foi encontrado nas classes de alturas superiores a 163 cm. Nesse regime de queimadas não houve indivíduos na primeira classe, ou seja, entre 50 cm e 66 cm (Figura 3).

Não houve diferença, entre as áreas, na distribuição por classes de diâmetros de *R. induta* ($\chi^2=25,6$; $gl=18$; $p=0,05$). As classes com maior número de indivíduos foram a segunda e terceira, com indivíduos entre 0,7 cm e 2,3 cm de diâmetro, havendo diminuição no número de indivíduos nas classes seguintes para as parcelas controle e com queimadas bienais. Não houve indivíduos com diâmetros superiores a 3,3 cm nas parcelas protegidas e bienal. Nas parcelas quadrienais houve pouca variação entre o número de indivíduos entre a segunda e quinta classes (0,7 cm e 2,8 cm) e não houve indivíduos com diâmetros entre 3,3 cm e 4,7 cm e apenas um indivíduo com diâmetro igual a 4,8 cm (Figura 3).

Para *S. adstringens* não houve diferença na altura ($F(2, N=99)=2,68$; $p=0,07$) e diâmetro ($F(2, 99)=1,92$; $p=0,15$) entre as áreas estudadas (Tabela 2), mas a média dos diâmetros das rebrotas foi maior na área quadrienal ($t=3,79$; $p<0,01$). Não foi comparado o diâmetro das rebrotas da área bienal, já que nesta só foram encontradas três rebrotas. Para *S. adstringens* a distribuição em classes de altura não apresentou diferença entre as áreas ($\chi^2=5,11$; $gl=5$; $p=0,05$). Não foi encontrado nenhum indivíduo nas parcelas protegidas com alturas entre 175 cm e 248 cm (primeira classe) e nem superiores a 594 cm (última classe). Os indivíduos com alturas maiores foram encontrados nas parcelas bienais e quadrienais (maiores que 543 cm) (Figura 3).

A distribuição em classe dos diâmetros menores que 5 cm foi diferente entre as parcelas protegidas e queimadas ($\chi^2=14,37$; $gl=5$; $p=0,05$). Nas parcelas protegidas a maioria dos indivíduos apresentou entre 2,2 cm e 2,9 cm. Nessas parcelas não houve indivíduos com diâmetros entre 0,2 e 1,9 cm (primeira classe). Nas parcelas quadrienais a maioria dos indivíduos apresentou entre 1,9 cm e 3,6 cm (Figura 3). Não houve diferença na distribuição entre os indivíduos com diâmetros maiores que 5 cm ($\chi^2=14,26$; $gl=12$; $p=0,05$).

Tabela 2 - Média (\pm desvio-padrão) da altura, diâmetro das plantas e diâmetro das rebrotas de três espécies do cerrado sensu stricto em área protegida do fogo (Protegida), queimadas bienais (Bienal) e queimadas quadrienais (Quadrienal) na Reserva Ecológica do IBGE, Brasília, DF.

Parcela	Espécie	Altura (cm)	Diâmetro (cm)	Diâmetro das rebrotas (cm)
Protegida	<i>R. montana</i>	104,04 \pm 33,60a	3,65 \pm 0,87a	2,47 \pm 0,76a
	<i>R. induta</i>	96,62 \pm 27,54b	1,13 \pm 0,09a	1,09 \pm 0,67a
	<i>S.adstringens</i>	223,35 \pm 110,17a	4,18 \pm 2,44a	3,07 \pm 1,61b
Bienal	<i>R. montana</i>	71,53 \pm 16,69b	0,98 \pm 0,61c	0,82 \pm 0,50b
	<i>R. induta</i>	90,04 \pm 25,68b	0,66 \pm 0,31b	0,60 \pm 0,30*
	<i>S.adstringens</i>	273,69 \pm 195,00a	5,63 \pm 4,03a	2,13 \pm 1,13*
Quadrienal	<i>R. montana</i>	90,50 \pm 28,15a	1,81 \pm 0,30b	0,91 \pm 0,41b
	<i>R. induta</i>	114,46 \pm 32,76a	1,00 \pm 0,44a	0,91 \pm 0,46a
	<i>S.adstringens</i>	198,77 \pm 139,49a	5,06 \pm 3,20a	4,06 \pm 3,30a

Letras comparam linhas dentro da mesma espécie. Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

*Não foi feito teste estatístico.

DISCUSSÃO

Foram observadas diferenças na distribuição espacial entre as áreas, mas essa resposta foi diferente para cada espécie, não sendo observado nenhum padrão provocado pelo fogo. A distribuição espacial pode estar mais relacionada à forma de vida do que ao regime de fogo. *Rourea induta* é uma espécie arbustiva e apresentou predominantemente distribuição aleatória, já *R. montana* e *S. adstringens* que são espécies arbóreas apresentaram estado agregado. Foi observada também uma relação entre densidade e estado de agregação, onde havia maior densidade foi observado estado de agregação aleatório, e onde existem menos indivíduos estes tendem a ficar agrupados, talvez por ocuparem sítios que sejam mais favoráveis ao seu crescimento. Alguns trabalhos mostram que o estado de agregação é uma característica intrínseca da espécie e que o fogo pode ou não influenciar a sua distribuição (Cirne & Scarano, 1996; Schmidt et al., 2005).

O presente estudo mostrou que *R. induta* apresentou maior densidade e maior número de rebrotas nas áreas queimadas, principalmente na área bienal, enquanto que os maiores diâmetros de plantas e rebrotas foram observados na área protegida e quadrienal. A não relação entre den-

sidade de plantas e diâmetros maiores das rebrotas pode indicar que para espécies arbustivas, como *R. induta*, o diâmetro não é um fator determinante para a sobrevivência da espécie em áreas com queimadas frequentes. O mesmo não se aplica às espécies arbóreas (Hoffmann, 1998, 1999).

Para *R. montana*, uma espécie arbórea, o maior número de indivíduos foi observado na área protegida e na área com queimadas quadrienais, mostrando que o intervalo de quatro anos entre queimadas foi suficiente para garantir o crescimento populacional dessa espécie, não corroborando com as previsões feitas por Hoffmann (1998) que através do modelo de matrizes projetou que essa espécie necessitaria de pelo menos nove anos de intervalo entre as queimadas para que houvesse crescimento populacional. No presente estudo não foi feita comparação com a densidade antes do início das queimadas prescritas; mas como a densidade foi igual entre a área protegida e quadrienal, podemos afirmar que esse intervalo de fogo é suficiente para o crescimento dessa espécie. Os maiores diâmetros das plantas e rebrotas também foram observados na área protegida e com queimadas quadrienais, mostrando a importância do diâmetro

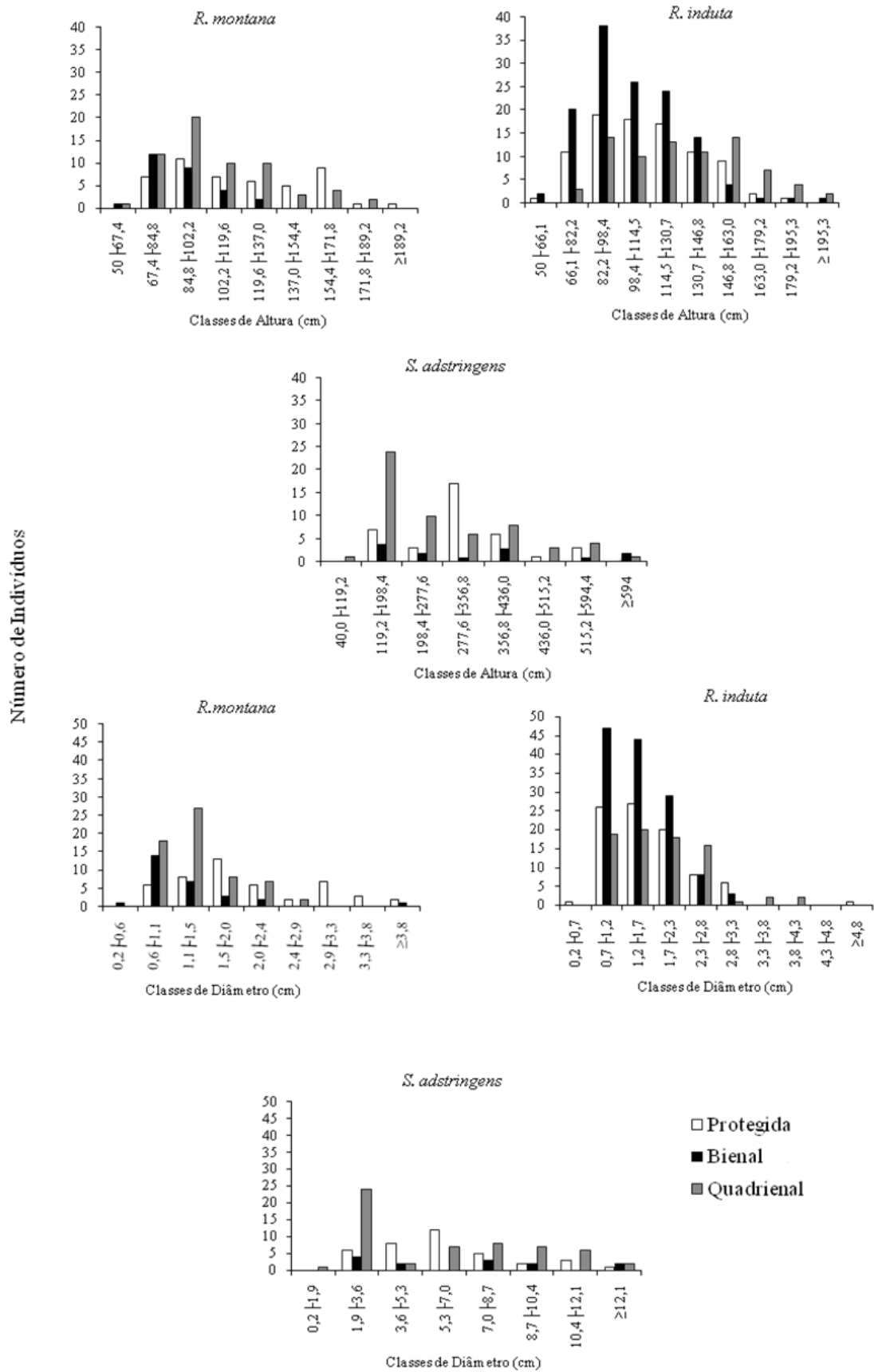


Figura 3 - Classes de altura (cm) e diâmetro (cm) de três espécies do cerrado sensu stricto em parcelas protegidas do fogo (Protegida), com queimadas bienais (Bienal) e com queimadas quadrienais (Quadrienal) na Reserva Ecológica do IBGE, Brasília, DF.

do caule para a sobrevivência dessa espécie, em áreas queimadas.

Stryphnodendron adstringens (arbórea) foi a espécie que mais sofreu redução na densidade de indivíduos e no número de rebrotas na área com queimada bienal, já nas parcelas quadrienais a densidade se manteve igual a das parcelas protegidas, o que também pode ser explicado, como em *R. montana*, pelo diâmetro das rebrotas e das plantas que foi maior na área quadrienal. Com os maiores diâmetros nessa área pode-se garantir a sobrevivência dessa espécie nesse regime de queimadas quando comparado com a área bienal, indicando que esse intervalo de fogo se mostrou suficiente para garantir o crescimento das rebrotas antes da próxima queimada e garantindo a sua sobrevivência e consequente crescimento, igualando a densidade de plantas da área quadrienal com a da área protegida.

O presente estudo mostrou que espécies arbóreas, como *R. montana* e *S. adstringens* necessitam de intervalos maiores que dois anos entre as queimadas para garantir a sobrevivência da população, pois alcançam alturas maiores e diâmetros mais espessos, garantindo assim o escape do fogo nas fases iniciais de crescimento, período em que estão mais susceptíveis às queimadas (Hoffmann, 1999; Hoffmann & Solbrig, 2003), mas para espécies arbustivas o diâmetro das rebrotas não é um fator importante para a sobrevivência, como foi observado para *R. induta*.

O presente estudo corrobora com outros trabalhos onde espécies arbóreas apresentaram menores taxas de rebrotas e menor crescimento populacional em áreas com queimadas frequentes (Hoffmann, 1996; 1998; 1999; Hoffman & Moreira, 2002; Heisler et al., 2004; Rahlao et al., 2009; Geiger et al., 2011; Hoffman et al., 2012). Assim, o número de rebrotas pode estar relacionado à idade, história de vida e condições do solo, como também sugerido por Hoffmann et al. (2009).

Em áreas submetidas a queimadas frequentes, principalmente queimadas bienais, *R. montana* e *S. adstringens*, espécies arbóreas, teriam as suas populações diminuídas após queimadas sucessivas, enquanto que *R. induta*, espécie arbustiva, colonizaria rapidamente o ambiente através do brotamento. A presença e frequência do fogo influenciam na estrutura de populações de diferentes espécies e pode ter um efeito futuro nas comunidades de plantas do Cerrado (Vale & Lopes, 2010). A densidade de algumas espécies mais sensíveis ao fogo tende a diminuir com queimadas sucessivas enquanto a proteção ao fogo e a ocorrência de um intervalo maior entre as queimadas, tende a favorecer o aumento populacional de espécies mais sensíveis (Libano & Felfili, 2006).

REFERÊNCIAS

- Brower, J. E. & J. H. Zarr.** 1984. Field and laboratory methods for general ecology. 2nd ed. Iowa: W. C. Brown, 226 p.
- Castro, E. A. & J. B. Kauffman.** 1998. Ecosystem structure in the Brazilian cerrado: a vegetation gradient of aboveground biomass, root biomass and consumption by fire. *Journal of Tropical Ecology* 14:263-283.
- Castellani, T. T. & W. H. Stubblebine.** 1993. Sucessão secundária em mata tropical mesófila, após perturbação pelo fogo. *Revista brasileira de Botânica* 16: 181-203.
- Cirne, P. & F. R. Scarano.** 1996. Rebrotamento após o fogo de *Andira legalis* (Leguminosae) em restinga fluminense. In: H.S. Miranda; C.H. Saito & B.F.S. Dias (eds). Impactos de queimadas em áreas de cerrado e restinga, Departamento de Ecologia: Universidade de Brasília, Brasília.
- Coutinho, L. M.** 1982. Ecological effects of fire in the Brazilian cerrado, p. 273-291. In: B.J. Huntley & B. Walter (eds.). *Ecology of Tropical Savannas*. Berlin: Springer-Verlag.
- Geiger, E. L., S. G. Gotsh, G. Damasco, M. Haridassan, A. C. Franco & W. A. Hoffman.** 2011. Distinct roles of savanna and forest tree species in regeneration under fire suppression in a Brazilian savanna. *Journal of Vegetation Science* 22: 312-321.
- Gerardi, M. M. & B. C. N. Silva.** 1981. Quantificação em geografia. São Paulo: Editora Ditel.
- Heisler, J. L., J. M. Briggs, A. K. Knapp, J. M. Blair & A. Seery.** 2004. Direct and indirect effects of fire on shrub density and aboveground productivity in a mesic grassland. *Ecology* 85: 2245-2257.
- Hoffmann, W. A.** 1996. The effects of fire and cover on seedling establishment in a neotropical savanna. *Journal of Ecology* 84: 383-393.
- Hoffmann, W. A.** 1998. Post-burn reproduction of woody plants in a neotropical savanna: the relative importance of sexual and vegetative reproduction. *Journal of Applied Ecology* 35: 422-433.
- Hoffmann, W. A.** 1999. Fire and population dynamics of woody plants in a neotropical savanna: Matrix model projections. *Ecology* 80: 1354-1369.

- Hoffmann, W. A. & A. G. Moreira.** 2002. The role of fire in populations dynamics of woody plants, p. 159-177. In: P.S. Oliveira & R.J. Marques (eds.). The Cerrados of Brazil: ecology and history natural of a neotropical savanna. Columbia University, New York.
- Hoffmann, W. A. & O. T. Solbrig.** 2003. The role of topkill in the differential response of savanna woody species to fire. *Forest Ecology and Management* 180: 273-286.
- Hoffmann, W. A., R. Adasme, M. Haridasan, M. T. Carvalho, E. L. Geiger, M. A. B. Pereira, S. G. Gostsh & A. C. Franco.** 2009. Tree topkill, not mortality, governs the dynamics of savanna, Æforest boundaries under frequent fire in central Brazil. *Ecology* 90: 1326-1337.
- Hoffmann, W. A., E. L. Geiger, S. G. Gotsch, D. R. Rossato, L. C. R. Silva, O. L. Lau, M. Haridasan & A. C. Franco.** 2012. Ecological thresholds at the savanna-forest boundary: how plant traits, resources and fire govern the distribution of tropical biomes. *Ecology Letters* 15: 759-768.
- Libano, A. M. & J. M. Felfili.** 2006. Mudanças temporais na composição florística e na diversidade de um cerrado *sensu stricto* do Brasil Central em um período de 18 anos (1985-2003). *Acta Botanica Brasilica* 20(4): 927-976.
- Moreira, A. G.** 1996. Proteção contra o fogo e seu efeito na distribuição e composição de espécies de cinco fisionomias de cerrado, p. 102- 122. In: H.S. Miranda; C.H. Saito & B.F. Dias. Impactos de queimadas em áreas de cerrado e restinga. Departamento de Ecologia: Universidade de Brasília, Brasília.
- Rahlao, S. J., S. J. Milton, K. J. Esler, B. W. Vanwilgen & P. Barnard.** 2009. Effects of invasion of fire-free arid shrublands by a fire-promoting invasive alien Grass (*Penisetum setaceum*) in South Africa. *Austral Ecology* 34: 920-928.
- Schmidt, I. B., A. B. Sampaio & F. Borghetti.** 2005. Efeitos da época de queima sobre a reprodução sexuada e estrutura populacional de *Heteropterys pteropetala* (Adr. Juss.), Malpighiaceae, em áreas de cerrado *sensu stricto* submetidas a queimas bienais. *Acta Botanica Brasilica* 19: 929-936.
- Statsoft, Inc. Statistica (Data Analysis software system).** 2007. Version 7. <www.statsoft.com>
- Vale, V. S. & S. F. Lopes.** 2010. Efeitos do fogo na estrutura populacional de quatro espécies de plantas do cerrado. *Revista Nordestina de Biologia* 19: 45-53.

Recebido em 16.IV.2014
Aceito em 18.IX.2014