

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

Isabel Belloni Schmidt^{1,2}, Alexandre Bonesso Sampaio² e Fabian Borghetti^{3,4}

Recebido em 23/11/2004. Aceito em 07/06/2005

RESUMO – (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). *Heteropterys pteropetala* é um arbusto comum no Cerrado. A dispersão dos diásporos ocorre na estação seca, quando queimadas são comuns. Investigamos efeitos da época de queima na reprodução sexuada e estrutura populacional deste espécie em um cerrado *sensu stricto* na Reserva Ecológica do IBGE, Brasília, DF, Brasil. As parcelas selecionadas para este estudo têm sido submetidas a queimas bienais em três meses diferentes (junho, agosto, setembro). A parcela controle é protegida do fogo. Quantificou-se o número de diásporos dispersos mensalmente, testou-se efeitos de altas temperaturas na viabilidade e na germinação, mediu-se a altura e diâmetro basal de todos os indivíduos encontrados em 1 ha/parcela, e estimou-se a distribuição espacial dos indivíduos e a densidade populacional. A dispersão ocorreu entre junho e setembro, sendo que 90% dos diásporos foram dispersos entre julho e agosto. Tratamentos térmicos de 60 °C/40', 80 °C/10' e 100 °C/2'30" não interferiram na viabilidade (≥80%) e na germinação (≥70%), mas tratamentos de 100 °C/5', 100 °C/10' and 200 °C/1' reduziram a germinabilidade cerca de 50, 90 e 100%, respectivamente. A altura média e diâmetro basal dos indivíduos foram similares entre as parcelas. A distribuição espacial da população foi agregada nas quatro parcelas (Índice de Morisita >1). A densidade populacional foi menor na parcela submetida a queimadas em junho, e nas parcelas queimadas em agosto e setembro, foi similar ao controle. Queimadas precoces podem estar limitando a reprodução sexuada pois em junho a maior parte dos diásporos está ainda preso à planta-mãe, sujeitas assim a temperaturas letais (~500 °C) durante a passagem do fogo. Em agosto e setembro a maior parte dos diásporos foi dispersa, encontrando-se no solo e provavelmente protegidas das altas temperaturas. Os resultados indicam que queimadas prescritas para junho são prejudiciais para esta espécie por reduzirem seu potencial de reprodução sexuada.

Palavras-chave : *Heteropterys pteropetala*, Cerrado, fogo, estrutura populacional, germinação

ABSTRACT – (Effects of the season on sexual reproduction and population structure of *Heteropterys pteropetala* (Adr. Juss.), Malpighiaceae, in areas of Cerrado *sensu stricto* submitted to biennial fires). *Heteropterys pteropetala* is a 1-2 meter height shrub characteristic from Cerrado vegetation, Brazil. Their anemochorous seeds are dispersed during the dry season (mid-May to mid-Sept). We investigated the effects of the fire season on sexual reproduction and population structure of this species in a cerrado *sensu stricto* at Reserva Ecológica do IBGE, Brasília, DF, Brazil. The study area is part of the Fire Program (RECOR/UnB), in which plots have been submitted to biennial fires in three different months (June, August, September) since 1992. A fourth plot (control) is protected from fire. We quantified the number of seeds dispersed each month, tested the effects of high temperatures on seed viability and germination, estimated the population dispersion and density, and measured the individual's height and basal diameter in each plot. Seed dispersal occurred from Jun to Sept, but 90% of the seeds was released between July and Aug. Temperature treatments of 60 °C/40', 80 °C/10' and 100 °C/2'30" had no effect on seed viability (≥80%) and germination (≥70%), but exposures to 100 °C/5', 100 °C/10' and 200 °C/1' killed about 50, 90 and 100% of the seeds, respectively (n=200 seeds/treatment). Population dispersion was aggregated in the four plots (Morisita Index>1). Individual's average height and basal diameter were similar among plots. Population density was low in the early-fire plot (burn in June), but in the mid- and late-fire plots (Aug and Sept) it was similar to control plot. We suggest that early-fires kill most seeds, because they are still attached to mother-plants, indeed subjected to extreme temperatures (~500 °C). In Aug (mid-) and Sept (late-fire) seeds have been released and may be buried and protected from extreme temperatures during the burning. The results suggest that early-fires reduce plant recruitment mainly by its effects on seed survival and germination.

Key words : *Heteropterys pteropetala*, Cerrado, fire, population structure, germination, savannah

¹ Instituto Brasileiro do Meio Ambiente, IBAMA, Diretoria de Florestas, SCEN trecho 2, Ed. Sede do IBAMA, CEP 70818-900, Brasília, DF, Brasil

² Pesquisa e Conservação do Cerrado, PEQUI, SCLN 113 Bl. B, sala 109, CEP 70763-520, Brasília, DF, Brasil

³ Universidade de Brasília, Departamento de Botânica, CEP 70910-970, Brasília, DF, Brasil

⁴ Autor para correspondência: fborghet@unb.br

Introdução

O Cerrado estende-se pelo Planalto Central ocupando cerca de dois milhões de km². A precipitação média anual varia de 1.100 a 1.600 mm, sendo que 90% das chuvas ocorrem entre outubro e abril (Ribeiro & Walter 1998). Este bioma apresenta um mosaico de formações vegetais que variam quanto à composição florística, à densidade e a altura da cobertura vegetal. Entre as fitofisionomias se encontra o campo limpo, formação campestre com raros arbustos, o cerrado *sensu stricto*, com maior frequência de arbustos e árvores, até o cerradão, formação florestal com dossel contínuo de altura média entre 8-15 m (Ribeiro & Walter 1998). Diversos fatores atuam como determinantes da estrutura e composição florística do Cerrado, entre eles o estresse hídrico, a profundidade do solo, o oligotrofismo e o fogo (Hoffmann 1996; Ribeiro & Walter 1998; Moreira 2000).

O fogo, de origem natural ou antrópica, é um distúrbio recorrente no Cerrado há pelo menos 32.000 anos (Salgado-Labouriau 1997). Partículas de carvão encontradas em diversos sedimentos no Cerrado evidenciam que a vegetação foi sujeita a queimadas frequentes durante este período (Salgado-Labouriau 1997). O fogo pode interferir em diversas etapas nas plantas, como na floração (Oliveira *et al.* 1996; Felfili *et al.* 1999), na produção de frutos, sementes, e na reprodução clonal (Hoffmann 1998), e na arquitetura dos indivíduos (Silva & Klink 2001). Em se tratando de reprodução sexuada, as queimadas podem interferir no recrutamento por sementes e na densidade de novos indivíduos (Miranda & Klink 1996), na viabilidade, dispersão e germinação de sementes, na sobrevivência de plântulas, de indivíduos jovens e adultos (Sato & Miranda 1996; Hoffmann 1996; 1998; Oliveira *et al.* 1996; Silva *et al.* 1996; Brown & Whelan 1999).

Diversas espécies do Cerrado apresentam estruturas que conferem às sementes proteção física contra altas temperaturas atingidas durante uma queimada, como os frutos lenhosos de *Qualea* spp., *Dimorphandra mollis*, *Anemopaegna* spp. e *Kielmeyera coriacea*. Outras espécies apresentam padrões fenológicos que minimizam efeitos do fogo nos propágulos, como a dispersão de sementes após a queimada (Oliveira 1998), ou a produção de sementes que podem ser eventualmente enterradas, ficando protegidas do fogo devido ao isolamento térmico do solo (Miranda *et al.* 1993; Dias *et al.* 1996; Keeley 1987; Hoffmann 1998).

Efeitos do fogo na reprodução podem, a longo prazo, refletir na densidade de indivíduos na área sujeita

a queimadas. Por exemplo, a proteção de diversas fisionomias do Cerrado contra o fogo têm levado a um aumento na abundância dos elementos lenhosos e de espécies sensíveis ao fogo, favorecendo fisionomias mais fechadas (Moreira 2000). O levantamento da distribuição de espécies em áreas com histórico e/ou regime de queima conhecidos, representa uma maneira de se avaliar efeitos do fogo na dinâmica populacional e nas comunidades vegetais (Whelan 1995).

O Projeto Fogo, conduzido na Reserva Ecológica do IBGE (Brasília, DF), visa investigar efeitos de queimadas prescritas na vegetação do Cerrado. Tais estudos têm mostrado, por exemplo, que queimadas em diferentes meses da estação seca (junho, agosto e setembro), afetam de maneira distinta a densidade de indivíduos, conforme a espécie. Este parece ser o caso de *Heteropterys pteropetala* (Malpighiaceae), um arbusto comum em diversas fitofisionomias de Cerrado. Constatou-se maior densidade de indivíduos em uma área de cerrado *sensu stricto* submetida a queimadas bienais tardias (setembro), do que em áreas submetidas a queimadas precoces (junho e agosto) e mesmo em área protegida do fogo, sugerindo que a época da queimada poderia estar afetando o recrutamento e/ou estabelecimento desta espécie (obs. pess.).

Assim, o presente trabalho investigou a influência da época de queima na densidade populacional de *H. pteropetala* por meio de estudos de efeitos do fogo e de altas temperaturas na reprodução sexuada desta espécie. Para tal, foi investigado o período de dispersão, a quantidade de diásporos produzidos por mês, e a resistência dos mesmos a altas temperaturas. Foram também medidas as alturas e diâmetros basais dos indivíduos encontrados em cada área, além da densidade média e a distribuição espacial dos indivíduos nas áreas submetidas aos diferentes regimes de queima.

Material e métodos

Espécie estudada – *Heteropterys pteropetala* (Adr. Juss.), Malpighiaceae, é uma espécie anemocórica, comum em formações arbustivas do bioma Cerrado. Os frutos são do tipo samarídeos, alados e constituem um revestimento compacto aderido à semente (Barroso *et al.* 1999). Neste trabalho, os frutos serão designados como diásporos. A produção e dispersão dos diásporos ocorre durante a época seca.

Área de estudo – A coleta de diásporos e os levantamentos populacionais foram realizados na Reserva Ecológica do IBGE (RECOR) - Brasília, DF.

Esta reserva localiza-se a 15°56'S e 47°53'W, com altitude variando entre 1.048-1.150 m, temperatura média anual de 21,9 °C e precipitação média de 1.483 mm (Fig. 1). Predomina latossolo vermelho-amarelo, e na Reserva encontram-se as principais fisionomias de Cerrado, desde formações campestres até matas. O experimento foi conduzido em áreas do Projeto Fogo (UnB/RECOR-IBGE) submetidas a queimadas prescritas desde 1992. As quatro áreas (200×500 m cada) selecionadas para este estudo apresentam fitofisionomia de cerrado *sensu stricto*, e cada área tem sido submetida a queimadas bienais sob três diferentes regimes: precoce, com queima em junho; modal, queima em agosto; tardia, com queima em setembro. A área controle esta protegida do fogo desde 1976, mas passou por uma queimada acidental em 1994 (www.recor.org.br).

Dispersão e coleta de diásporos – Para caracterizar a distribuição temporal da dispersão em *H. pteropetala*, as quatro áreas em estudo foram visitadas para a marcação de indivíduos para o acompanhamento da frutificação. A área controle e aquelas submetidas a queimadas bienais precoces (junho) e modais (agosto), apresentaram baixa densidade de indivíduos com frutos. Entretanto, a área submetida a queimadas bienais tardias (setembro) apresentou grande número de indivíduos em frutificação. Portanto, foi a área escolhida para realizar coletas de diásporos. Nesta área foram selecionados 23 indivíduos, e nestes foram colocados filós nas inflorescências para a retenção dos diásporos em dispersão. A contagem de diásporos retidos nos filós foi feita quinzenalmente, durante todo o período de frutificação (junho a setembro).

Diásporos, viabilidade e germinação – Os pesos frescos, secos, e o conteúdo de água dos diásporos

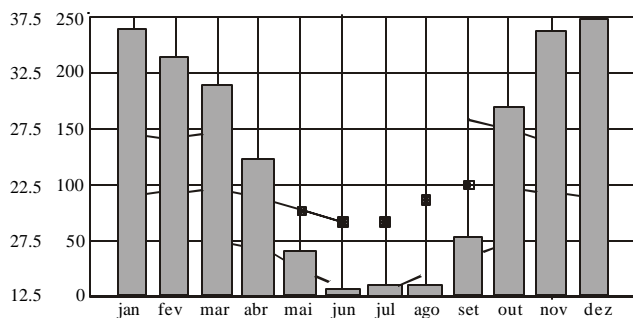


Figura 1. Temperaturas máximas, mínimas e médias mensais (em °C), e pluviosidade média mensal (em mm) em Brasília, DF, Brasil, no período compreendido entre 1961 e 1990. Fonte Instituto Nacional de Meteorologia.

foram estimados com uso de balança digital, base peso fresco, e secagem em estufa a 105 °C por 24 h (n=200). Os testes de viabilidade seguiram metodologia descrita por Moore (1973), utilizando-se o cloreto de 2,3,5 trifenil tetrazólio a 1%, por cerca de 20 horas a 30 °C. Testou-se a viabilidade dos diásporos antes e após tratamentos de altas temperaturas. Os tratamentos térmicos foram 60 °C (5, 10, 20 e 40 min), 80 °C (2:30, 5 e 10 min), 100 °C (2:30, 5 e 10 min) e 200° C (1 min) (n=200/tratamento). As temperaturas utilizadas basearam-se e estão dentro da faixa de temperatura que ocorre a pequenas profundidades no solo durante queimadas no Cerrado (Miranda *et al.* 1993; Miranda *et al.* 1996). A 60 cm alt. do solo, os pulsos térmicos podem atingir picos acima de 600 °C (Miranda *et al.* 1996).

Testaram-se também os efeitos destes tratamentos térmicos na germinação dos diásporos (n=200/tratamento). Para tal, após os tratamentos os mesmos foram dispostos em placas de Petri com papel de filtro e água deionizada, sob alternância de temperatura de 22/37 °C (14/10 h, respectivamente). Testes preliminares mostraram que diásporos de *H. pteropetala* são afotoblásticos e tendem a perder a viabilidade após 20 dias de embebição. Assim, os experimentos de germinação foram conduzidos independentemente da luz e interrompidos no 15º dia. A germinabilidade foi calculada conforme Labouriau (1983). A viabilidade dos diásporos não-germinados foi verificada por reação com o tetrazólio.

Estrutura populacional – Para verificar a densidade e a estrutura das populações de *H. pteropetala*, foram amostradas 100 parcelas contíguas de 10×10 m, somando 1 hectare por área. Para cada indivíduo encontrado foram atribuídas coordenadas de sua localização espacial e foram medidas a altura (até a inserção da última folha ou estrutura reprodutiva) e o diâmetro a 5 cm da base. Também foi verificado em cada indivíduo a presença de estruturas reprodutivas (botão floral, flor ou fruto). O padrão de distribuição espacial dos indivíduos nas áreas amostradas foi caracterizado segundo índice de Morisita (I_d) (Brower *et al.* 1990). Os levantamentos populacionais foram feitos em junho e julho/2002.

Análise estatística – Para comparar efeitos dos tratamentos térmicos na viabilidade e na germinação dos diásporos, além da proporção de indivíduos reprodutivos entre as áreas, foram utilizados o teste do Qui-quadrado e comparações múltiplas de proporções (Zar 1996). Para a comparação da

distribuição de densidades de indivíduos por parcela, cinquenta parcelas foram sorteadas entre as cem parcelas estabelecidas em cada área (para conferir independência entre as amostras), sendo utilizado o teste de Kolmogorov-Smirnov. Para a comparação das alturas e dos diâmetros dos indivíduos encontrados por parcela amostrada em cada área foi utilizado o teste de Kolmogorov-Smirnov (Zar 1996). As medidas de altura e diâmetro de todos os indivíduos encontrados nas áreas foram agrupadas em classes, e as distribuições foram testadas quanto a normalidade através do Teste de Aderência Kolmogorov-Smirnov/Lilliefors. Todos os testes consideraram uma probabilidade de 5%.

Resultados e discussão

Dispersão, viabilidade e germinação dos diásporos – Foram coletados aproximadamente 10.000 diásporos de *H. pteropetala* durante a fenofase de frutificação. Observou-se uma significativa redução (>90%) no número de diásporos aderidos às plantas-mãe entre os meses de agosto e setembro (Fig. 2). Considerando o regime de queimadas prescritas para as áreas, isto implica que o pico de dispersão ocorre após as queimadas precoces (junho), mas antes das queimadas tardias, prescritas para setembro.

Os diásporos apresentaram peso fresco médio de $38,6 \pm 11,5$ mg quando recém-colhidos, e peso seco médio de $35,6 \pm 10,7$ mg após secagem em estufa ($n=200$). O conteúdo de água estimado em 7,59% permite classificá-los como ortodoxos (Castro *et al.* 2004), e dentro da faixa de umidade encontrada para diásporos de outras espécies do Cerrado (Salomão 2002). Como os diásporos coletados nos diferentes

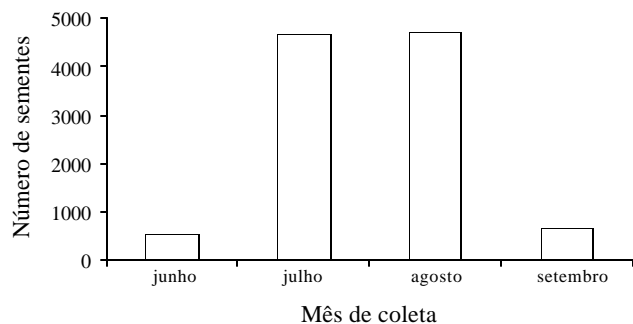


Figura 2. Número de diásporos coletados por mês em 23 indivíduos de *Heteropterys pteropetala* (Adr. Juss.) numa área de cerrado *sensu stricto* (RECOR/IBGE) submetida a queimadas bienais tardias (em setembro). ($n \sim 10.000$ diásporos). Reserva Ecológica do IBGE, Brasília, DF, Brasil.

meses apresentaram grau de viabilidade similar, para se testar os efeitos da temperatura na viabilidade e na germinação os lotes foram agrupados em uma única amostra.

Foi encontrada uma alta proporção de diásporos sem embrião, com embrião mal-formado, ou predado. Entretanto, foram identificados nos mesmos características morfológicas por meio das quais foi possível inferir a ausência ou má formação do embrião. Assim, os diásporos passaram a ser selecionados visualmente, visando aumentar a proporção de diásporos com embrião. Entretanto, mesmo entre os selecionados, 18% apresentavam embriões mal-formados, 55% embriões intactos e 27% embriões predados ($n=1.300$). Estas observações mostram que sob condições naturais pouco mais da metade dos diásporos produzidos por *H. pteropetala* têm potencial para germinar com vigor.

A viabilidade e a germinação foram calculadas considerando-se apenas diásporos com embriões completamente formados e sem evidências de predação. Verificou-se que a viabilidade e a germinação não foram afetadas pela exposição a 60°C por até 40 minutos, 80°C por até 10 minutos e nem a 100°C por 2:30 minutos. No entanto, a exposição a 100°C por 5 e 10 minutos comprometeu tanto a viabilidade como a germinação, enquanto a exposição a 200°C por apenas 1 minuto foi letal para os diásporos (Fig. 3).

Estes valores de tempo e temperatura de exposição indicam limites de tolerância dos diásporos a choques térmicos. Em junho a maior parte dos diásporos encontra-se ainda aderido às plantas-mãe (Fig. 2), cuja altura média está ao redor de 60 cm (Tab. 1). Considerando-se que a temperatura da frente de fogo no Cerrado pode chegar a mais de 500°C entre 60 e 160 cm alt. (Miranda *et al.* 1996), os resultados mostram que queimadas precoces podem inviabilizar os diásporos não dispersos. Por outro lado, durante uma queimada, os pulsos de calor no solo são extremamente rápidos e temperaturas de mais de 60°C têm curta duração (Miranda *et al.* 1993). Como os diásporos de *H. pteropetala* mostraram-se resistentes a temperaturas moderadas (60 a 100°C), é possível que eles possam resistir à queimadas, caso encontrem-se enterrados ou ao menos próximos ao solo. Como a maior parte dos diásporos dispersa entre julho e agosto, é de se esperar uma maior probabilidade de sobrevivência dos mesmos (e de recrutamento sexuado) nas áreas submetidas a queimadas tardias que em áreas submetidas a queimadas precoces ou

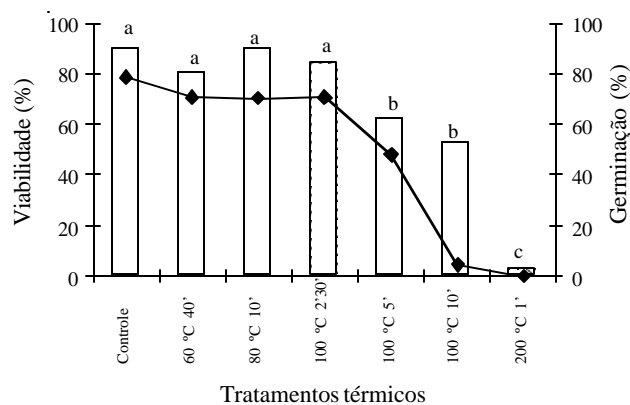


Figura 3. Viabilidade e germinação de diásporos de *Heteropterys pteropetala* (Adr. Juss.) submetidos a tratamentos térmicos (n=200). Letras diferentes indicam diferenças significativas, tanto para comparações entre percentagens de viabilidade como de germinação, a 5% de probabilidade (comparações múltiplas de proporções; Santana & Ranal 2004). Reserva Ecológica do IBGE, Brasília, DF, Brasil. □ = Viáveis; —◆— = Germinadas.

mesmo modais (em agosto). Sendo o caso, este efeito poderia refletir na densidade e estrutura populacional de *H. pteropetala* entre as áreas submetidas aos diferentes regimes de queima.

Distribuição espacial, densidade e tamanho médio dos indivíduos nas áreas estudadas – Nas quatro áreas estudadas, indivíduos de *H. pteropetala* mostraram uma distribuição espacial agregada, de acordo com o Índice de Morisita (Tab. 1). A comparação das distribuições (por classes) das densidades dos indivíduos nas 50 parcelas sorteadas (em 100 amostradas) nas quatro áreas mostrou diferenças significativas entre as áreas submetidas a diferentes regimes de queima (Tab. 1).

A área submetida a queimadas precoces apresentou a menor densidade de indivíduos (Tab. 1), sugerindo que este regime de queima é prejudicial ao

estabelecimento de *H. pteropetala*. As áreas submetidas a queimadas modais (agosto) e tardias (setembro), apresentaram distribuição de densidade estatisticamente similar ao encontrado na área controle, sugerindo que estes regimes de queima não são prejudiciais ao estabelecimento e sobrevivência da espécie. Entretanto, a baixa densidade de indivíduos na área modal indica que queimadas em agosto são mais impactantes para a espécie quando comparadas a queimadas em setembro, que por sua vez parecem favorecer o estabelecimento de indivíduos, quando comparadas à área não queimada (Tab. 1). Os grandes desvios-padrão encontrados para as densidades estimadas indicam uma distribuição espacial heterogênea dos indivíduos. De fato, o número de indivíduos por parcela se mostrou muito variável para todas as áreas, sugerindo uma distribuição não uniforme. O Índice de Morisita indica distribuição agregada de indivíduos para as quatro áreas (Tab. 1).

As alturas e diâmetros basais médios dos indivíduos amostrados não apresentaram diferenças significativas entre as áreas (Tab. 1). Entretanto, o alto desvio padrão encontrado para estes parâmetros, principalmente nas áreas controle e tardia, sugere heterogeneidade nos tamanhos e diâmetros basais individuais. De fato, a distribuição (em classes) das alturas dos indivíduos mostrou que para as quatro áreas há predominância de indivíduos menores, havendo redução progressiva no número de indivíduos nas classes de maior altura, independentemente do número total de indivíduos amostrados em cada área (Fig 4A). Os indivíduos mais altos foram encontrados nas áreas controle (altura máxima 2,93 m) e bienal tardia (2,30 m), enquanto que a altura máxima encontrada na área precoce foi 1,50 m e na área modal 1,60 m. Os indivíduos com mais de um metro representaram 18% dos indivíduos da área controle, 21% da área tardia e apenas 8% e

Tabela 1. Número total de indivíduos, índice de Morisita, número médio de indivíduos por parcela (50 parcelas sorteadas de 10×10 m), altura e diâmetro médios (± desvio padrão) de indivíduos de *Heteropterys pteropetala* (Adr. Juss.) encontrados em áreas de cerrado *sensu stricto* submetidas a queimadas bienais em diferentes meses e protegida do fogo. Letras diferentes indicam diferenças significativas a 5% de probabilidade (comparação de distribuições por Kolmogorov-Smirnov; Zar 1996). Reserva Ecológica do IBGE, Brasília, DF, Brasil.

Área	N ^a	I _d ^b	Indivíduos/100m ² ^c (± desvio)	Altura média (± desvio) (cm)	Diâmetro médio (± desvio) (cm)
Controle	665	1,30	6,79 ± 19,7 b,c	69,9 ± 37,6 a	5,5 ± 4,2 a
Precoce (junho)	297	1,70	3,38 ± 9,11 a	59,9 ± 27,4 a	5,4 ± 3,3 a
Modal (agosto)	549	1,45	5,72 ± 18,7 b	60,4 ± 30,9 a	4,9 ± 1,6 a
Tardia (setembro)	968	1,49	10,2 ± 53,9 c	67,2 ± 37,6 a	5,1 ± 2,1 a

^a Número total de indivíduos encontrados por área; ^b Índice de Morisita (Brower *et al.* 1990); ^c Número médio de indivíduos por parcela (10×10 m) amostrada (50 parcelas por área). Comparações foram feitas dentro das colunas.

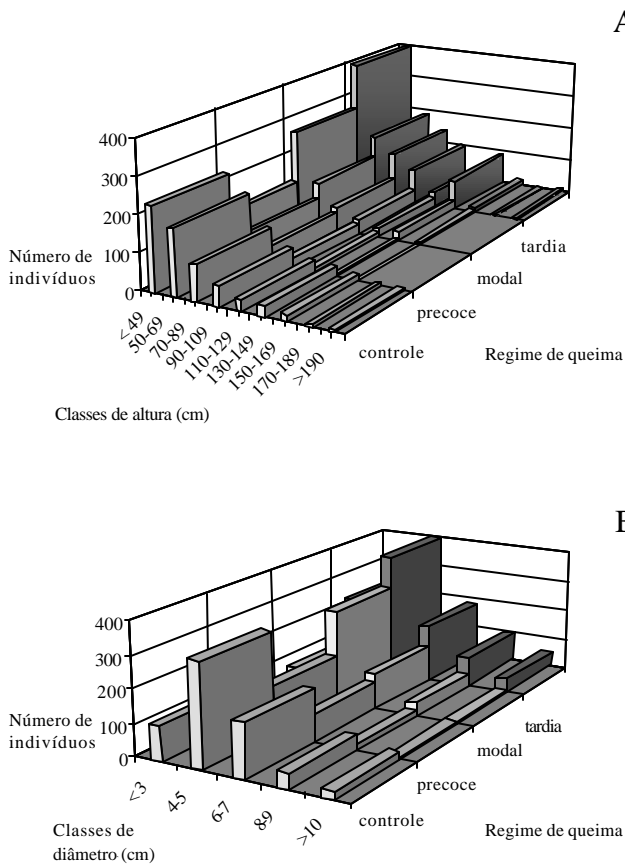


Figura 4. Distribuição, por classes de altura e de diâmetro basal de indivíduos de *Heteropterys pteropetala* (Adr. Juss.) amostrados em áreas de cerrado *sensu stricto* submetidas a diferentes regimes de queima: (A) Altura - Controle ($D_{max} = 0,2527$; $p > 0,05$), Precoce ($D_{max} = 0,2349$; $p > 0,05$), Modal ($D_{max} = 0,2635$; $p > 0,05$), Tardia ($D_{max} = 0,2016$; $p > 0,05$); (B) Diâmetro basal - Controle ($D_{max} = 0,1877$; $p > 0,05$), Precoce ($D_{max} = 0,2647$; $p > 0,05$), Modal ($D_{max} = 0,2886$; $p > 0,05$), Tardia ($D_{max} = 0,1875$; $p > 0,05$). Teste de Aderência Kolmogorov-Smirnov/Lilliefors (Biostat 2.0). Reserva Ecológica do IBGE, Brasília, DF, Brasil.

11% das áreas precoce e modal, respectivamente. A análise das distribuições por classes de altura dos indivíduos mostrou que nas quatro áreas a distribuição observada ajusta-se a uma distribuição normal (Kolmogorov-Smirnov/Lilliefors - normalidade, $p > 0,05$). Fica claro um efeito supressor das queimadas precoces no recrutamento, evidenciado pelo menor número de indivíduos na primeira classe de altura, e no desenvolvimento dos indivíduos estabelecidos, evidenciado pela redução uniforme do número de indivíduos em todas as classes de altura (Fig. 4A).

A distribuição (em classes) dos diâmetros dos caules dos indivíduos amostrados mostrou que para as quatro áreas predominam valores entre 4 e 5 cm (Fig. 4B). Indivíduos com maiores diâmetros basais

A foram encontrados nas áreas controle e tardia, mostrando que, nestes regimes de queima, além de maior estatura os indivíduos atingem também maior biomassa aérea. Para todas as áreas as distribuições em classes dos diâmetros observados ajustam-se à uma normal (Kolmogorov-Smirnov/Lilliefors - normalidade, $p > 0,05$).

Fogo e vegetação – Os levantamentos florísticos realizados na Reserva Ecológica do IBGE têm considerado principalmente espécies lenhosas e herbáceas (Sato *et al.* 1998; Moreira 2000), de forma que não há informações disponíveis sobre a densidade de *H. pteropetala* antes do início das queimadas prescritas nas áreas estudadas. Entretanto, um levantamento realizado após o incêndio acidental na área de cerrado *sensu stricto* protegida do fogo há 18 anos (e utilizada como área controle no presente estudo), verificou rebrota de indivíduos adultos de *H. pteropetala* após uma queimada (Silva & Nogueira 1999). A densidade média estimada após a rebrota foi de 0,08 indivíduos por m^2 (Silva & Nogueira 1999), ou oito indivíduos por 100 m^2 , densidade esta próxima às encontradas no presente estudo (Tab. 1).

Queimadas podem interferir na estrutura e composição de espécies em dada comunidade através dos seus efeitos na reprodução sexuada (Oliveira 1998). Entretanto, a época da queimada pode ter efeito contrastante nas espécies conforme sua fenologia. Por exemplo, Felfili *et al.* (1999) verificaram que uma queimada ocorrida em outubro (tardia) comprometeu a rebrota de folhas e a floração em *Stryphnodendron adstringens* no mesmo ano, e comprometeu a frutificação nos dois anos seguintes à queimada. Como a floração em *S. Adstringens* inicia-se durante a estação seca (Felfili *et al.* 1999), queimadas tardias podem comprometer este evento e os subsequentes, como a frutificação. No caso de *H. pteropetala*, verificou-se que a população submetida à queimadas modais apresentou a maior proporção relativa de indivíduos em estágio reprodutivo (Fig. 5). A proporção de indivíduos em fase reprodutiva na área controle foi semelhante às áreas bienal modal e tardia, mostrando que a produção de flores e frutos não é afetada por estes regimes de queima. A quantidade total e a proporção relativa de indivíduos em estágio reprodutivo na área bienal precoce foi significativamente menor que no controle, indicando o efeito supressor deste regime de queima na reprodução sexuada desta espécie. Considerando os resultados obtidos para *H. pteropetala*, queimadas precoces se mostraram

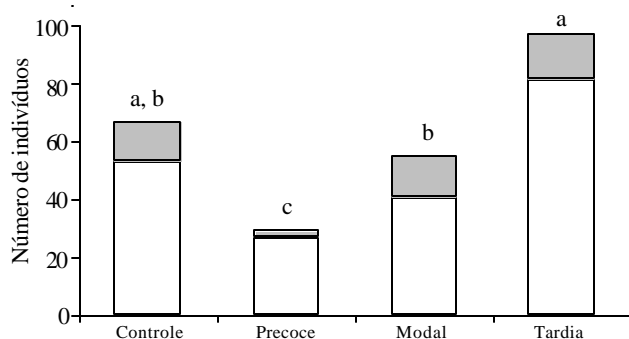


Figura 5. Proporção de indivíduos de *Heteropterys pteropetala* (Adr. Juss.) em estágio vegetativo e reprodutivo em áreas de cerrado *sensu stricto* submetidas à diferentes regimes de queima. Letras diferentes indicam diferenças significativas nas proporções a 5% de probabilidade (comparações múltiplas de proporções; Zar 1996). Reserva Ecológica do IBGE, Brasília, DF, Brasil. ■ = Ind. Reprodutivos; □ = Ind. Vegetativos

prejudiciais a esta espécie, enquanto que queimadas tardias se mostraram inclusive benéficas à população, quando comparadas à área controle.

Um levantamento da vegetação arbórea em uma área de cerrado *sensu stricto* antes e após queimadas prescritas para junho, agosto, e setembro (RECOR, IBGE), mostrou que em um ano estes diferentes regimes de queima não interferiram significativamente no número total de indivíduos, no número de espécies, nem na taxa de mortalidade da comunidade investigada (Sato & Miranda 1996). Entretanto, estudos mais prolongados investigando efeitos de queimadas (em intervalos de aproximadamente dois anos) em cinco fisionomias de Cerrado (variando de campo sujo a cerradão), mostraram que a proteção ao fogo em médio prazo levou a um aumento na abundância dos elementos lenhosos, favoreceu o surgimento de espécies sensíveis ao fogo, e alterou de forma significativa a estrutura e composição da vegetação lenhosa, favorecendo fisionomias mais fechadas (Moreira 2000).

Conclui-se que a área sujeita à queimadas precoces apresentou o menor número total e menor densidade média de indivíduos por área, e a menor proporção de indivíduos em estágio reprodutivo, quando comparados aos outros regimes de queima e à área controle. Isto indica que este regime de queima é prejudicial a esta espécie. Os efeitos de altas temperaturas nos diásporos mostra que queimadas precoces podem também comprometer a produção de diásporos, interferindo negativamente na reprodução sexuada. Diásporos dispersos antes da queimada podem ter maior probabilidade de sobrevivência, aumentando assim o potencial de recrutamento sexuada de *H. pteropetala*

em condições naturais. Não se pode descartar efeitos do regime de queima na reprodução clonal, uma questão que precisa ser ainda investigada.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao PIBIC/DPP-UnB, pela bolsa concedida à primeira autora; à Mariana F.P. de Araújo, Daniel S. Diniz, Fábio Nakamura, Rita de Cássia Oliveira e Ana Luiza C. Figueiredo, pela ajuda na coleta de dados de campo; à Sarah C.C. Oliveira, pelo apoio em Laboratório; à Equipe técnica e Direção do IBGE, por providenciar estrutura e apoio a execução do trabalho.

Referências bibliográficas

- Barroso, G.M.; Morim, M.P.; Peixoto, A.L. & Ichaso, C.L.F. 1999. **Frutos e Sementes - Morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa, Editora Universidade Federal de Viçosa.
- Brown, C.L. & Whelan, R.J. 1999. Seasonal Occurrence of Fire and Availability of Germinable Seeds in *Hakea sericea* and *Petrophile sessilis*. **Journal of Ecology** **87**: 923-941.
- Brower, J.E.; Zar, J.H. & Ende, C.N. 1990. **Field and Laboratory Methods for General Ecology**. 3rd ed. New York, Wm.C. Brown Publishers.
- Castro, R.D.; Bradford, K.J. & Hilhorst, H.W.M. 2004. Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água. Pp. 51-67. In: A.G. Ferreira & F. Borghetti (eds.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre, Artmed.
- Dias, I.F.O.; Miranda, A.C. & Miranda, H.S. 1996. Efeitos de Queimadas no Microclima de Solos de Campos de Cerrado - DF/Brasil. Pp.11-19. In: H.S. Miranda; C.H. Saito & B.F.S. Dias (eds.). **Impactos de Queimadas em Áreas de Cerrado e Restinga**. Brasília, Universidade de Brasília.
- Felfili, J.M.; Silva Junior, M.C.; Dias, B.J. & Rezende, A.V. 1999. Estudo fenológico de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville no cerrado *sensu stricto* da Fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **22**: 83-90.
- 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.
- Keeley, J.E. 1987. Role of Fire in Seed Germination of Woody taxa in Californian Chaparral. **Ecology** **68**(2): 434-443.
- Labouriau, L.G. 1983. **A germinação das sementes**. Washington, Organização dos Estados Americanos.
- Miranda, A.C.; Miranda, H.S.; Dias, I.F.O. & Dias, B.F.S. 1993. Soil and Air Temperatures During Prescribed Cerrado Fires in Central Brazil. **Journal of Tropical Ecology** **9**: 313-320.

- Miranda, M.I. & Klink, C.A. 1996. Colonização de campo sujo de cerrado com diferentes regimes de queima pela gramínea *Echinolaena inflexa* (Poaceae). Pp. 46-52. In: H.S. Miranda; C.H. Saito & B.F.S. Dias (eds.). **Impactos de Queimadas em Áreas de Cerrado e Restinga**. Brasília, Universidade de Brasília.
- Miranda, H.S.; Rocha Silva, E.P. & Miranda A.C. 1996. Comportamento do fogo em queimadas de campo sujo. Pp. 1-10. In: H.S. Miranda; C.H. Saito & B.F.S. Dias (eds.). **Impactos de Queimadas em Áreas de Cerrado e Restinga**. Brasília, Universidade de Brasília.
- Moore, R.P. 1973. Tetrazolium staining for assessing seed quality. Pp. 347-366. In: W. Heydecker (ed.). **Seed Ecology**. Londres, Butterworths.
- Moreira, A.G. 2000. Effects of fire protection on savanna structure in Central Brazil. **Journal of Biogeography** **27**: 1021-1029.
- Oliveira, R.S.; Batista, J.A.N.; Proença, C.E.B. & Bianchetti, L. 1996. Influência do Fogo na Floração de Espécies de Orchideaceae em Cerrado Pp. 61-67. In: H.S. Miranda; C.H. Saito & B.F.S. Dias (eds.). **Impactos de Queimadas em Áreas de Cerrado e Restinga**. Brasília, Universidade de Brasília.
- Oliveira, P.E. 1998. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de cerrado. Pp. 169-192. In: S.M. Sano & S.P. de Almeida. **Cerrado: ambiente e flora**. Brasília, EMBRAPA.
- Ribeiro, J.F. & Walter, B.M.T. 1998. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. Pp. 89-166. In: S.M. Sano & S.P. Almeida (eds.). **Cerrado: ambiente e flora**. Brasília, EMBRAPA-CPAC.
- Salgado-Labouriau, M.L. 1997. Late Quaternary palaeoclimate in th savannas of South America. **Journal of Quaternary Science** **12**: 371-379.
- Salomão, A.N. 2002. Tropical seed species' responses to liquid nitrogen exposure. **Brazilian Journal of Plant Physiology** **14**: 133-138.
- Santana, D.G. & Ranal, M.A. 2004. **Análise da germinação: um enfoque estatístico**. Brasília, Universidade de Brasília.
- Sato, M.N. & Miranda, H.S. 1996. Mortalidade de Plantas Lenhosas do Cerrado *sensu stricto* submetidas a diferentes regimes de queima. Pp.102-111. In: H.S. Miranda; C.H. Saito & B.F.S. Dias (eds.). **Impactos de Queimadas em Áreas de Cerrado e Restinga**. Brasília, Universidade de Brasília.
- Sato, M.N.; Garda, A.A. & Miranda, H.S. 1998. Effect of Fire on the Mortality of Woddy Vegetation in Central Brazil. Pp. 1777-1784. In: D.X. Viegas (ed.). **Third International Conference on Forest Fire Research/ Conference on Fire and Forest Meteorology**. v. 2. Portugal, University of Coimbra.
- Silva, G.T.; Sato, M.N. & Miranda, H.S. 1996. Mortalidade de Plantas Lenhosas em um Campo Sujo de Cerrado submetido a queimadas prescritas. Pp. 93-101. In: H.S. Miranda; C.H. Saito & B.F.S. Dias (eds.). **Impactos de Queimadas em Áreas de Cerrado e Restinga**. Brasília, Universidade de Brasília.
- Silva, M.A. & Nogueira, P.E. 1999. Avaliação Fitossociológica do Estrato Arbustivo-Herbáceo em Cerrado *Stricto Sensu* após Incêndio Acidental, no Distrito Federal, Brasil. **Boletim do Herbário Ezechias Heringer** **4**: 65-79.
- Silva, D.A. & Klink, C.A. 2001. dinâmica de foliação e perfilhamento de duas gramíneas C4 e uma C3 nativas do Cerrado. **Revista Brasileira de Botânica** **24**: 441-446.
- Whelan, R.J. 1995 **The Ecology of Fire**. Cambridge Studies in Ecology.
- Zar, J.H. 1996 **Biostatistical Analysis**. 3^d ed. Englewood Cliffs, Prentice-Hall.