



EMERSON MONTEIRO VIEIRA 673

EFEITO DO FOGO EM COMUNIDADES DE PEQUENOS MAMÍFEROS DE CERRADO DO BRASIL CENTRAL

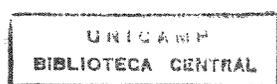
Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida pelo (a) candidato (a)	Emerson Monteiro
	Vieira
e aprovada pela Comissão Julgadora.	01/02/94

ORIENTADOR: DR. AUGUSTO SHINYA ABE

Tese apresentada ao Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas para a obtenção do grau de Mestre em Biologia (Ecologia)

CAMPINAS, SP

1994



9123415/BC

A meus pais, Merçon e Aparecida.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, e toda a minha família, pela compreensão e apoio ao longo de toda a minha vida acadêmica.

A Augusto S. Abe, pela orientação, amizade e pelo apoio sempre que necessário.

A Jader Marinho Filho, por ter me dado a oportunidade de iniciar meus estudos com os "small mammals", pela leitura da tese e, principalmente, pela amizade. Obrigado também por me fazer sentir, juntamente com a querida Ciça, que eu tinha amigos por perto quando me mudei para Campinas.

A minha saudosa "panelinha" dos primeiros tempos em Campinas: Sirayama, Glória e Flávio; dos amigos a gente não se esquece nunca.

A minha querida Lu, pelo carinho e pela força em todos os momentos.

A Patrícia Seixas, Marcelo Mukira, Alexandre Palma, os Baumgarten (Júlio, Leandro e Melina), Jader, Bebel, Gláucia, Zeca Ortiz, Marcelo Cegonha, Jean Philippe, Bérites, Neila, Giane, Flávio Galego, Márcia e Sílvia. Componentes do aguerrido exército que me ajudou ao longo de mais de dois anos de trabalho de campo. Ainda bem que existem os amigos!

A Erich "Pira" Fisher, Paulo Inácio, Bel, Mauro Galetti, Joaquim, Edu, Celso, Rudi, Maristela, Roberta, Alexandre Palma, Inara, José Sabino, Helena Bergallo, Fred Rocha, Lucilene, Zeca Ortiz, Andréa, Flávio Galego, e todos os outros colegas de curso, obrigado pelos bons momentos vividos e pelas muitas

garrafas de cerveja bebidas nos últimos três anos.

A Júlio Baumgarten, pela leitura crítica da tese e, acima de tudo, pela amizade e ajuda para superar as "barras" mais difíceis.

Aos professores João Vasconcelos, Woodruff Benson e Fosca Pedini, da coordenação de curso, pela boa vontade em ajudar e resolver os eventuais "pepinos".

Ao Dr. Bráulio Dias, pelo incentivo, e a Helena Lucarelli, pela autorização para a realização deste trabalho no IBGE.

Aos funcionários amigos do IBGE, em especial os encarregados da vigilância, pelo apoio e boa vontade em ajudar, demonstrados durante todo o trabalho de campo.

Aos professores Paulo S. Oliveira, Keith Brown, Bruce Willianson, Douglas Stotz, George Sheperd, entre outros, pela amizade e pelas aulas de vida.

Ao Prof. Sérgio F. dos Reis, pela leitura crítica da tese e pelo apoio durante todo o curso.

Ao Prof. Emygdio L. A. Monteiro Filho pela leitura crítica da tese.

À Inara e Sirayama, pela ajuda na edição final deste trabalho.

Ao Prof. Keith Brown, pela revisão do "abstract" do capítulo 1.

À Liana, Adriana e André, pelo uso do computador.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos durante o curso de mestrado.

INDICE

	Pag.
Prólogo	1
Literatura citada	4
Capítulo 1	6
Resumo	6
Abstract	7
Introdução	9
Area de estudo e métodos	12
Resultados	18
Discussão	31
Literatura citada	37
Capítulo 2	42
Resumo	42
Abstract	43
Introdução	44
Area de estudo e métodos	47
Resultados	51
Discussão	58
Literatura citada	63

PROLOGO

Segundo Sousa (1984), todas as comunidades naturais possuem duas características básicas. Em primeiro lugar, são sistemas dinâmicos, onde as densidades e estruturas etárias das populações mudam com o tempo, assim como a abundância relativa das espécies. Em segundo, as comunidades naturais são espacialmente heterogêneas em qualquer escala de resolução. Ao longo de qualquer região da Terra, pode-se observar um mosaico de áreas identificadas por descontinuidades espaciais na distribuição das populações. A heterogeneidade espacial e temporal podem ser modificadas por distúrbios naturais, que funcionam de duas maneiras: influenciam na dinâmica e estrutura de comunidades; e são também agentes da seleção natural na evolução de histórias de vida (Sousa, 1984). No entanto, esses dois papéis são claramente interdependentes.

De acordo com o ponto de vista apresentado, torna-se fundamental para estudos ecológicos o conhecimento dos distúrbios naturais e de como interferem nas comunidades e qual a reação destas diante tais interferências. Entre os muitos agentes de distúrbios naturais, o fogo é uma poderosa força de mudanças na natureza influenciando fortemente tanto a flora quanto a fauna, em ecossistemas de todo o mundo (Bendell, 1974; Catling et al., 1982; Christensen, 1985; Happold, 1983). Sabe-se hoje, que o fogo pode ser

considerado quase que um integrante comum do "clima" normal de muitos ambientes terrestres do mundo. Conseqüentemente, comunidades bióticas se adaptam e respondem a este fator, assim como o fazem, por exemplo, com a temperatura e quantidade de água disponível. Muitos ecossistemas têm sido considerados como "clímax de fogo" (Odum, 1988), ou seja, as etapas de sucessão são interrompidas por queimadas, que se tornam um fator determinante do perfil da comunidade biótica presente no local.

Episódios de fogo geralmente ocorrem com frequência em áreas que possuam uma estação úmida suficiente para permitir a produção de uma grande quantidade de massa vegetal, e uma estação seca o bastante para permitir que este material pegue fogo e queime rapidamente (Guillon, 1983). O cerrado é uma vegetação do tipo savana, que ocorre em extensas áreas do Brasil. O seu clima característico, com uma alternância regular de estações secas e chuvosas, propicia a ocorrência de queimadas frequentes. Desta forma, seria de se esperar que tanto a flora quanto a fauna nativas estejam adaptadas a estes episódios.

Apesar de alguns estudos recentes (e. g. Borchert e Hansen, 1983; Dall'Aglio, 1992; Reis et al., 1991), pouco ainda se conhece sobre os efeitos do fogo nas comunidades animais presentes em áreas de cerrado. Neste trabalho, pretendi estudar o efeito das queimadas em comunidades de pequenos mamíferos de cerrado. No capítulo um, eu analiso a

composição pré e pós-queimada destas comunidades em áreas submetidas a diferentes regimes de queima, enquanto que no capítulo dois eu analiso se florestas de galeria servem como refúgio para pequenos mamíferos de áreas mais abertas, após episódios de fogo.

LITERATURA CITADA

- Bendell, J. F. 1974. Effects of fire on birds and mammals. Pp. . Em: "Fire and ecosystems". T. T. Koslowsky e C. E. Ahlgren (Eds.). Academic press, New York.
- Borchert, M. e R. L. Hansen. 1983. Effects of flooding and wildfire on valley side wet campo rodents in central Brazil. Revista Brasileira de Biologia, 43:229-240.
- Catling, P. C., A. E. Newsome and G. Dudzinski. 1982. Small mammals, habitat components, and fire in southeastern Australia. United States Department of Agriculture, Forest Service, General Technical Report, PSW — 58:199-206.
- Christensen, N. L. 1985. Shrubland and fire regimes. Pp. 85-100. Em: "The ecology of natural disturbance and patch dynamics". S. T. A. Picket e P. S. White (Eds.). Academic Press, San Diego.
- Dall'Aglio, C. G. 1992. Estabilidade de comunidades de cerrado em relação ao fogo: assimetria de impactos em guildas de aranhas. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília. 136 p.
- Guillon, D. 1983. The fire problem in tropical savannas. Pp. 617-641. Em: "Tropical savannas". F. Bourliere (Ed.). Elsevier, Amsterdam.
- Happold, D. C. D. 1983. Rodents and lagomorphs. Pp. 363-400. Em: "Tropical savannas". F. Bourliere (Ed.). Elsevier,

Amsterdam.

Odum, E. P. 1988. *Ecologia*. Ed. Guanabara, Rio de Janeiro.

Reis, M. L., E. M. Vieira, e J. S. Marinho-Filho. 1991. O efeito do fogo na comunidade de pequenos mamíferos na estação ecológica de Aguas Emendadas, Planaltina DF.

Em: "Resumos do XVIII Congresso Brasileiro de Zoologia". Salvador, BA. P. 481.

Sousa, W. P. 1984. The role of disturbance in natural communities. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 15:353-391.

Capítulo 1:

ANÁLISE DE COMUNIDADES DE PEQUENOS MAMÍFEROS DE CERRADO
SUBMETIDAS A DIFERENTES REGIMES DE QUEIMA

RESUMO

O Cerrado é um tipo de vegetação onde ocorrem cerca de 60 espécies de pequenos mamíferos. Embora estejam sujeitas a queimadas frequentes, muito pouco se sabe sobre o efeito do fogo nas comunidades de pequenos mamíferos de áreas de cerrado. O objetivo deste estudo foi estimar o efeito de queimadas em comunidades de pequenos mamíferos de áreas de cerrado, submetidas a diferentes regimes de queima. Estabeleci grades de armadilhas em duas áreas de cerrado com diferentes históricos de queima (intervalos de dois a três anos entre queimadas ou mais de 18 anos sem queimar). Amostrei estas duas áreas mensal ou bimestralmente durante um ano antes e um ano depois de uma queimada provocada. As duas áreas apresentaram comunidades com composição de espécies semelhantes. As espécies mais frequentes foram: Oryzomys subflavus, Thalpomys cerradensis, Bolomys lasiurus, Calomys callosus e Calomys tener (Rodentia, Muridae). O fogo não alterou muito a composição de espécies nas duas áreas estudadas. Thalpomys cerradensis, no entanto, aparentemente utiliza áreas onde ocorrem queimadas frequentes. Já C.

callosus apresentou um aumento populacional logo após o fogo nas duas áreas. Sugere-se que o regime de queima diferenciado em áreas de cerrado propicia uma maior diversidade de pequenos mamíferos nestas áreas.

ABSTRACT

The cerrado harbours about 60 species of small mammals. Despite the frequent occurrence of fire in this vegetation type, few studies have analysed the effects of fire on the small mammal communities of cerrado areas. The purpose of this study was to investigate the effects of fire on small mammal communities of two cerrado areas with different fire frequencies. I established trapping grids in two cerrado areas with different times since the last fire (2-3 years or more than 18 years). I sampled both areas monthly or bi-monthly during one year before and one year after a man-made fire. Both areas had communities with similar species composition. The more common species were Oryzomys subflavus, Thalpomys cerradensis, Bolomys lasiurus, Calomys callosus and Calomys tener (Rodentia, Muridae). Species composition and diversity indices of the small mammal communities were relatively unaffected by the burns. Thalpomys cerradensis, however, appears to use only areas which burn frequently, and Calomys callosus showed an

immediate post-fire increase in population size in both areas. I suggest that different fire frequencies in the cerrado may increase the small mammal diversity in this vegetation type.

INTRODUÇÃO

O cerrado é um tipo de vegetação característico do Brasil Central e abrange uma área total superior a 1,5 milhões de Km² (Alho et al., 1986). Forma, na verdade, um complexo mosaico que pode ser dividido em três principais tipos de formações vegetais diferentes, cada uma com características bem definidas. São estas: cerrado propriamente dito, florestas de galeria e campos. Existem ainda subdivisões destas categorias maiores, em função da fisionomia e composição florísticas de cada uma (Eiten, 1972; 1974).

Os chamados pequenos mamíferos, especialmente roedores e marsupiais, formam um importante componente da fauna do cerrado (Redford e Fonseca, 1986). A grande quantidade de micro-habitats presentes no cerrado possibilita a existência de uma ampla variedade de espécies de mamíferos, que estão adaptadas a diferentes modos de vida. Muitas são arborícolas, outras terrestres ou fossoriais e os alimentos utilizados podem ser fungos, sementes variadas e outras partes vegetais diversas, invertebrados ou pequenos vertebrados. Existem, no cerrado, mais de 40 espécies de roedores (Alho, 1982) e 19 de marsupiais (Marinho-Filho e Reis, 1989; Redford e Fonseca, 1986; E. M. Vieira, dados não publicados).

Recentemente, têm sido publicado um razoável número de

estudos sobre mamíferos de cerrado (Alho, 1981b; Alho et al., 1986; Borchert e Hansen, 1983; Dietz, 1983; 1984; Fonseca e Redford, 1984; Hershkovitz, 1990; Lacher et al., 1989; Mares et al., 1986; Redford e Fonseca, 1986; Vieira, 1993). No entanto, as informações sobre os padrões populacionais de pequenos mamíferos no cerrado ainda são relativamente escassas, assim como suas variações ao longo do tempo, em função de alterações ambientais naturais ou produzidas pelo homem, tais como as queimadas. O fogo pode ser um fator importante na determinação das características das comunidades de áreas onde ocorrem queimadas frequentes. Em regiões de cerrado, as queimadas são comuns durante a estação seca ou no começo da estação chuvosa, a intervalos de um a cinco anos (Dall'Aglio, 1992). Estas queimadas são, na maior parte, causadas pela atividade humana. No entanto, incêndios causados por raios também ocorrem no início da estação úmida. Os incêndios nas áreas de cerrado começam geralmente em maio (início da estação seca) e sua incidência aumenta durante os meses de junho a julho, chegando ao máximo em agosto e setembro.

De maneira geral, a ação do fogo, por si só, parece não afetar muito a grande maioria dos pequenos mamíferos, causando poucas mortes por ação direta (Happold, 1983). No entanto, uma queimada altera drásticamente e abruptamente a configuração do hábitat, removendo a vegetação e os detritos orgânicos acumulados. Durante a recuperação pós-queimada da

vegetação, podem haver sensíveis mudanças na composição de espécies daquele local (Cook, 1959; Lunney et al., 1987). Por outro lado, pode não haver diferenças significativas entre a composição de espécies em um determinado local, antes e depois de uma queimada (Bowland e Perrin, 1988; Christian, 1977). Algumas espécies de roedores podem ser favorecidas pela ocorrência de queimadas em detrimento a outras previamente mais comuns (Fa e Sanchez-Cordero, 1993; Ojeda, 1989; Reis et al., 1991).

Exceto por alguns poucos estudos (e.g. Alho, 1981a; Borchert e Hansen, 1983; Reis et al., 1991), quase nada existe sobre a influência do fogo em mamíferos de regiões de cerrado. Nestas regiões, muitas áreas vêm sendo queimadas com frequência ou então protegidas ativamente contra o fogo, sem que se saiba qual o real efeito destes procedimentos nas comunidades animais.

O objetivo do presente estudo foi estimar, a partir de experimentos de campo, o efeito de queimadas sobre a composição específica, padrões populacionais e do uso de espaço por comunidades de pequenos mamíferos em áreas de cerrado do Brasil Central, submetidas a diferentes regimes de queima.

AREA DE ESTUDO E MÉTODOS

Realizei o estudo na Reserva Ecológica do IBGE e na Estação Ecológica do Jardim Botânico de Brasília, no Distrito Federal (15°55'58''S, 47°51'02''W), a 16 km em linha reta ao sul do centro de Brasília. Estas duas reservas são contíguas e cobrem, juntamente com a Fazenda Agua Limpa (FAL), uma área contínua de cerca de 10.000 ha onde ocorrem os principais tipos de vegetação característicos de cerrado. O clima da região corresponde ao tropical chuvoso (Aw) e apresenta uma marcante sazonalidade. Em geral mais de 90% da precipitação total anual (1475 mm em média) ocorre entre os meses de outubro e abril (IBGE/DIESA, 1990/92).

A Reserva do IBGE, com aproximadamente 1.300 ha, vinha sendo protegida do fogo há pelo menos 18 anos. O Jardim Botânico (aproximadamente 3.000 ha de área), no entanto, não vinha sendo protegido ativamente do fogo, queimando com frequência (geralmente a cada dois ou três anos). O presente estudo faz parte de um programa mais abrangente, sobre os fatores de estresse em savanas tropicais e que, no Brasil, tem se concentrado na análise do efeito de fogo em áreas de cerrado, englobando tanto estudos da flora quanto da fauna características deste tipo de formação. Neste projeto, tanto o Jardim Botânico quanto o IBGE tiveram uma parte de suas áreas demarcadas e divididas em talhões de um hectare. Cada dez talhões formavam uma parcela. Estas parcelas vêm sendo

queimadas em diferentes regimes de fogo controlado (queimadas anuais, bienais ou quadrienais).

Demarqueei duas grades ("grids") de armadilhas formadas cada uma por 132 estações de captura dispostas em 12 linhas paralelas de 100 m de extensão distantes 11 m uma da outra. Cada linha tinha uma estação a cada 10 m, totalizando 11 estações. A área total coberta por cada grade foi de 1,2 ha. Ambas as grades foram montadas em áreas com o mesmo tipo de vegetação (cerrado sensu stricto), uma delas em uma parcela no Jardim Botânico e outra no IBGE. A distância entre as duas grades era de aproximadamente 1,2 km. Os esforços de captura foram praticamente idênticos em ambas as grades ao longo de todo o estudo.

Em cada estação de captura eu colocava uma armadilha do tipo gaiola de metal (15 x 15 x 25 cm), também chamada "live-trap", por permitir a captura do animal vivo. A isca consistiu de uma mistura de fubá e creme de amendoim (Amendocrem). Os animais capturados foram pesados (dinamômetro Pesola de 100 g, precisão de 1 g), marcados e identificados quanto à espécie, sexo e idade (jovem ou adulto), sendo depois liberados no mesmo local de captura. O método utilizado para marcação foi o de ablação de falanges.

Em setembro de 1990 tiveram início as séries de capturas, que eram bimestrais com a duração de oito noites cada uma. Utilizei 66 armadilhas em cada grade, as quais eram iscadas no final da tarde e verificadas logo depois do

amanhecer, permanecendo fechadas durante o dia. A partir da quinta noite as armadilhas eram transferidas para as linhas vizinhas. Esta metodologia é semelhante à usada por Vieira (1989) e visa impedir que os animais se acostumem a encontrar as armadilhas sempre no mesmo local. A partir de maio de 1991 as séries de capturas passaram a ser mensais com duração de seis noites cada uma (com as armadilhas sendo transferidas para a linha vizinha após a terceira noite).

As queimadas provocadas na área de estudo ocorreram no dia 15 de agosto de 1991 no J.B. e no dia 25 do mesmo mês no IBGE. Em ambas as áreas o fogo espalhou-se de maneira homogênea e rápida, havendo a queima total de uma parcela de 10 ha que incluía as grades de captura (Fig. 1). No dia seguinte ao fogo em cada parcela, realizei séries de coletas de seis dias, colocando as armadilhas nos mesmos locais amostrados anteriormente. Como as queimadas das duas áreas ocorreram em datas diferentes, a primeira série de capturas pós-fogo não foi simultânea nas duas áreas. A série de capturas do IBGE ocorreu já no final do mês de agosto, tendo terminado no dia 3 de setembro. Já a partir da segunda série de capturas pós-fogo, em setembro, eu voltei a amostrar as duas grades simultaneamente. As séries pós-fogo de seis noites de captura foram realizadas mensalmente até novembro de 1991. A partir de janeiro de 1992 voltei a efetuar séries bimestrais com oito noites de capturas em cada grade. O trabalho de campo foi encerrado em julho de 1992, quando

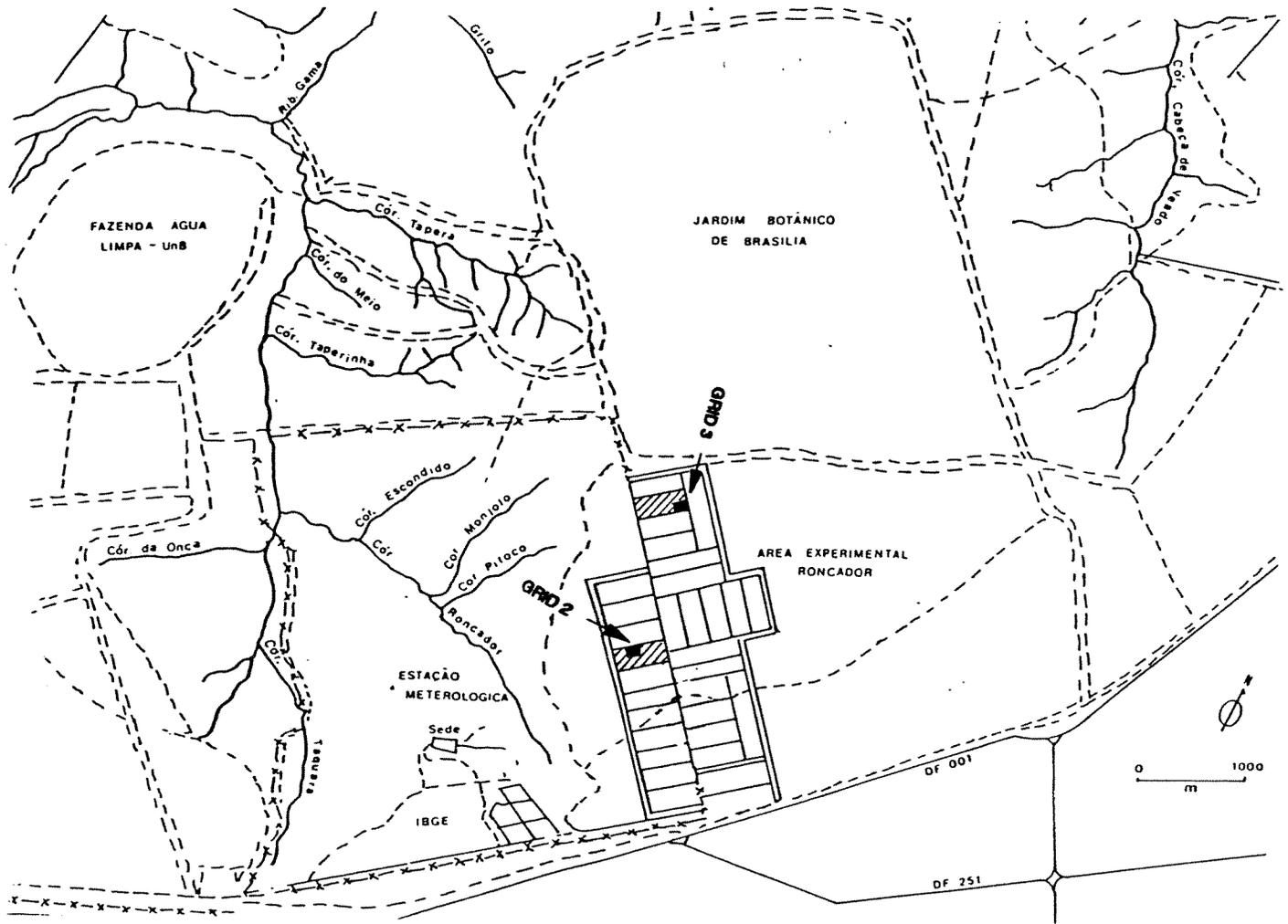


Figura 1. Localização dos "grids" de armadilhas nas áreas de cerrado *sensu stricto* amostradas. As áreas hachuradas indicam as parcelas queimadas no IBGE ("grid" 2) e no Jardim Botânico ("grid" 3).

realizei a última série de capturas.

Utilizei a média das distâncias entre recapturas sucessivas dos indivíduos como um indicador de uma área média de deslocamento para cada espécie. Os valores encontrados antes e depois do fogo em cada área foram comparados usando o teste t. Utilizei teste qui-quadrado de independência, para verificar a existência de algum "efeito de borda", ou seja, se após a queimada as espécies estariam utilizando mais a borda das áreas queimadas do que o seu interior. Os valores esperados eram o número total de capturas ocorridas em uma grade antes e depois do fogo e os valores observados eram o número de capturas ocorridas até 11 m da borda da área queimada. Embora desenhos experimentais não replicados não permitem que se faça inferências quanto às causas das diferenças observadas (Hurlbert, 1984), os testes estatísticos utilizados neste estudo permitem que se detecte eventuais diferenças. A hipótese alternativa testada era a existência de diferenças significativas, não sendo necessariamente o fogo a causa destas diferenças. Simons (1991) procedeu de forma semelhante ao analisar o efeito do fogo em roedores de deserto americano.

Para comparar a diversidade de espécies das amostragens ao longo do período de estudo utilizei o índice de Simpson, por ser mais sensível a modificações no número de indivíduos de espécies abundantes (Krebs, 1989). No mesmo dia e no dia seguinte à queimada, eu percorri as parcelas queimadas do

IBGE e do Jardim Botânico procurando ativamente, inclusive revirando troncos e cupinzeiros queimados, por mamíferos mortos ou feridos por ação direta do fogo.

Além das capturas nas grades, realizei coletas em áreas similares, não muito próximas destas, com o objetivo de confirmar a identificação das espécies estudadas. Espécimes testemunhos de todas as espécies capturadas foram depositadas na coleção do Departamento Zoologia da Universidade de Brasília (UnB).

RESULTADOS

Capturei ao longo de todo o estudo um total de nove espécies de pequenos mamíferos, sete de roedores e duas de marsupiais. As duas áreas amostradas apresentaram comunidades de pequenos mamíferos com padrões semelhantes de composição de espécies (Tabela 1). Para um esforço de captura quase idêntico em ambas as áreas, o número de indivíduos capturados no Jardim Botânico e no IBGE, tanto antes quanto depois do fogo, foi semelhante (Tabela 1). O número total de capturas, no entanto, foi um pouco maior no Jardim Botânico, tanto antes quanto depois do fogo. Em ambas as áreas houve também um aumento no número total de capturas nas séries de coleta realizadas após a queimada, resultando em um maior sucesso de captura (Tabela 2).

Tabelas de contingência indicaram que houve mudanças significativas na composição das espécies no IBGE, onde não ocorriam queimadas periódicas, antes e depois do fogo ($\chi^2 = 20.53$, $P < 0.001$). Entretanto, no Jardim Botânico, não houve diferenças significativas ($\chi^2 = 8.9$, $P > 0.1$).

Antes do fogo, Bolomys lasiurus (Rodentia, Muridae) foi a espécie dominante tanto no IBGE quanto no Jardim Botânico em todas as séries de coleta (Fig. 2). A proporção de recapturas, logo após a queimada no Jardim Botânico, sugere não ter havido uma diminuição significativa nos tamanhos populacionais causada por ação direta do fogo nesta área. No

Tabela 1. Composição de espécies de pequenos mamíferos e número de indivíduos capturados antes e depois da queimada nas áreas de cerrado *sensu stricto* do IBGE e do Jardim Botânico.

Espécies	IBGE		J.B.	
	antes	depois	antes	depois
Marsupialia				
<i>Didelphis marsupialis</i>	1	0	0	0
<i>Thylamys velutinus</i>	1	7	0	4
Rodentia				
<i>Oryzomys subflavus</i>	13	10	5	14
<i>Oligoryzomys</i> sp	1	3	0	0
<i>Thalpomys cerradensis</i>	0	6	6	15
<i>Thalpomys lasiotis</i>	0	5	0	0
<i>Bolomys lasiurus</i>	17	22	35	39
<i>Calomys callosus</i>	5	25	6	18
<i>Calomys tener</i>	14	22	6	12
Total	52	100	58	102

Tabela 2. Número de armadilhas noite (AN), número total de capturas (NC) e sucesso total de captura (SC) antes e depois do fogo nas áreas de cerrado *sensu stricto* do IBGE e do Jardim Botânico

	AN	NC	SC
IBGE			
antes	3420	146	4.88%
depois	3630	197	5.45%
total	7050	343	4.86%
J. B.			
antes	3422	191	5.58%
depois	3630	284	7.82%
total	7052	475	6.73%

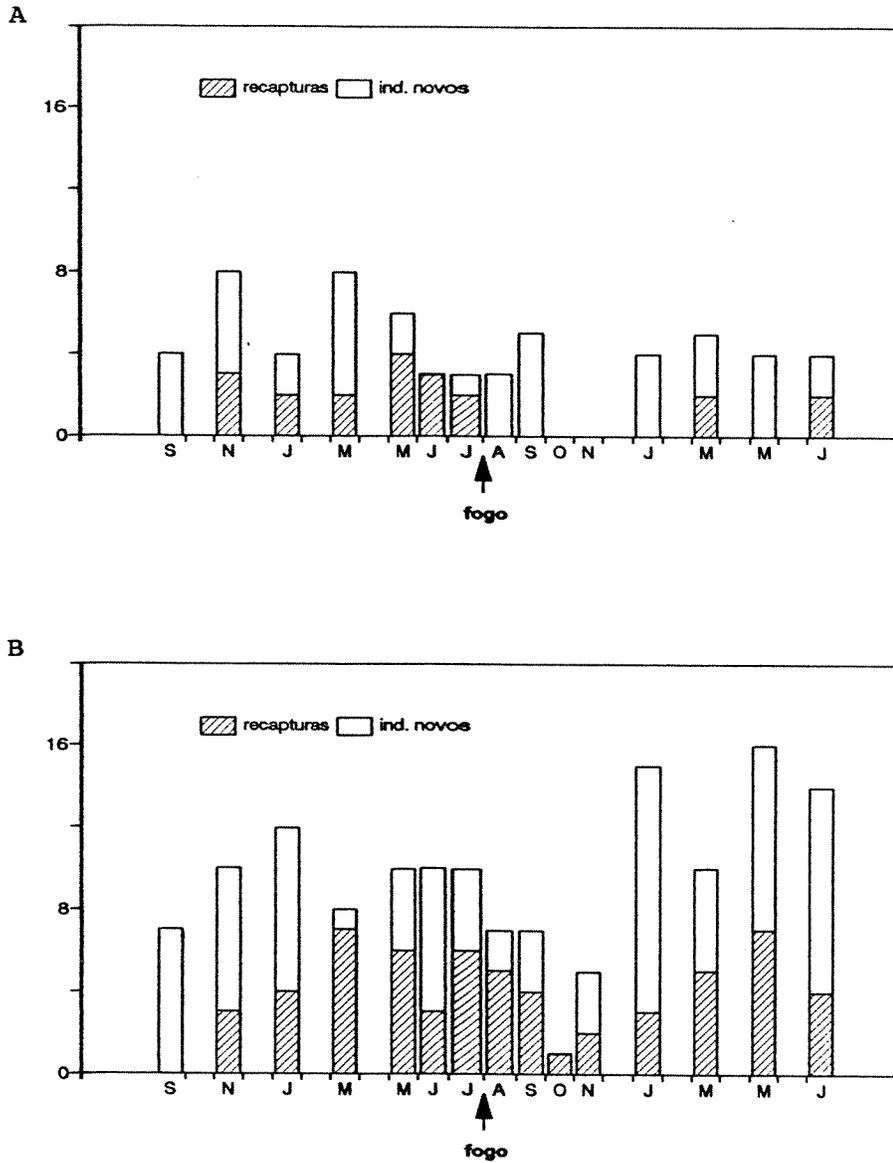


Figura 2. Número de indivíduos de *Bolomys lasiurus* capturados no IBGE (A) e no Jardim Botânico (B) ao longo de todo o período de estudo.

IBGE, entretanto, nenhum indivíduo capturado antes do fogo foi recapturado após a queimada. Em ambas as grades de captura houve uma diminuição ou ausência total de indivíduos desta espécie entre outubro e novembro, dois a três meses após a queimada

A diminuição no número de indivíduos de B. lasiurus coincidiu com o aumento das populações de Calomys callosus (Fig. 3). Esta espécie passou a ser, dois meses após o fogo e durante um curto período de tempo, a espécie dominante em ambas as áreas.

Calomys tener, aparentemente, não apresentou alterações em seus tamanhos populacionais causadas pelo fogo (Fig. 4). Já Oryzomys subflavus, no entanto, apresentou um repentino aumento no número de indivíduos capturados na grade do Jardim Botânico, enquanto que no IBGE isto não ocorreu (Fig. 5). A diferença mais marcante entre as duas áreas antes do fogo foi a presença de Thalpomys cerradensis somente no Jardim Botânico, onde ocorriam queimadas frequentes. Após a queimada, no entanto, esta espécie passou a ser capturada também no IBGE (Fig. 6).

A maior parte das espécies não apresentaram diferenças significativas entre as médias das distâncias percorridas antes e depois do fogo em ambas as áreas, indicando uma utilização de áreas de tamanhos semelhantes antes e depois da queimada. B. lasiurus na grade do IBGE e T. cerradensis na grade do J.B., no entanto, apresentaram um aumento

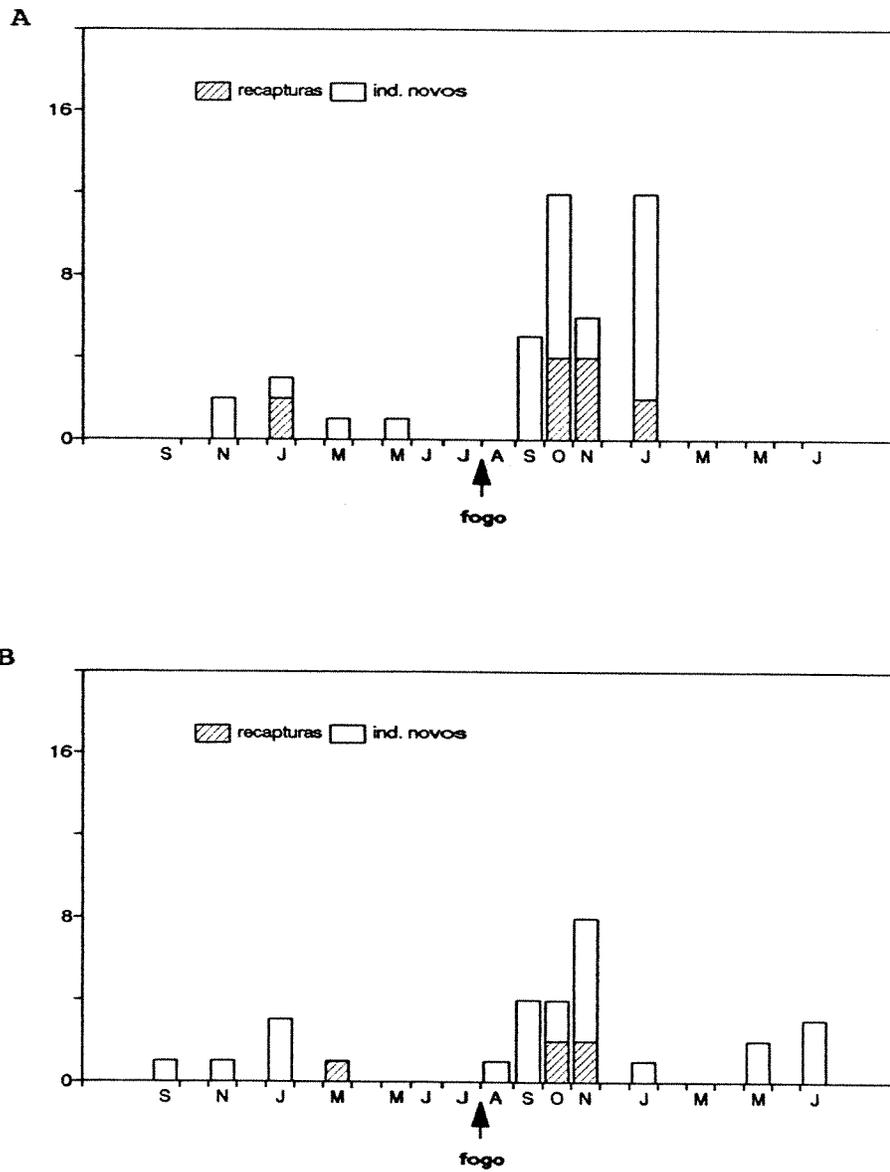


Figura 3. Número de indivíduos de *Calomys callosus* capturados no IBGE (A) e no Jardim Botânico (B) ao longo de todo o período de estudo.

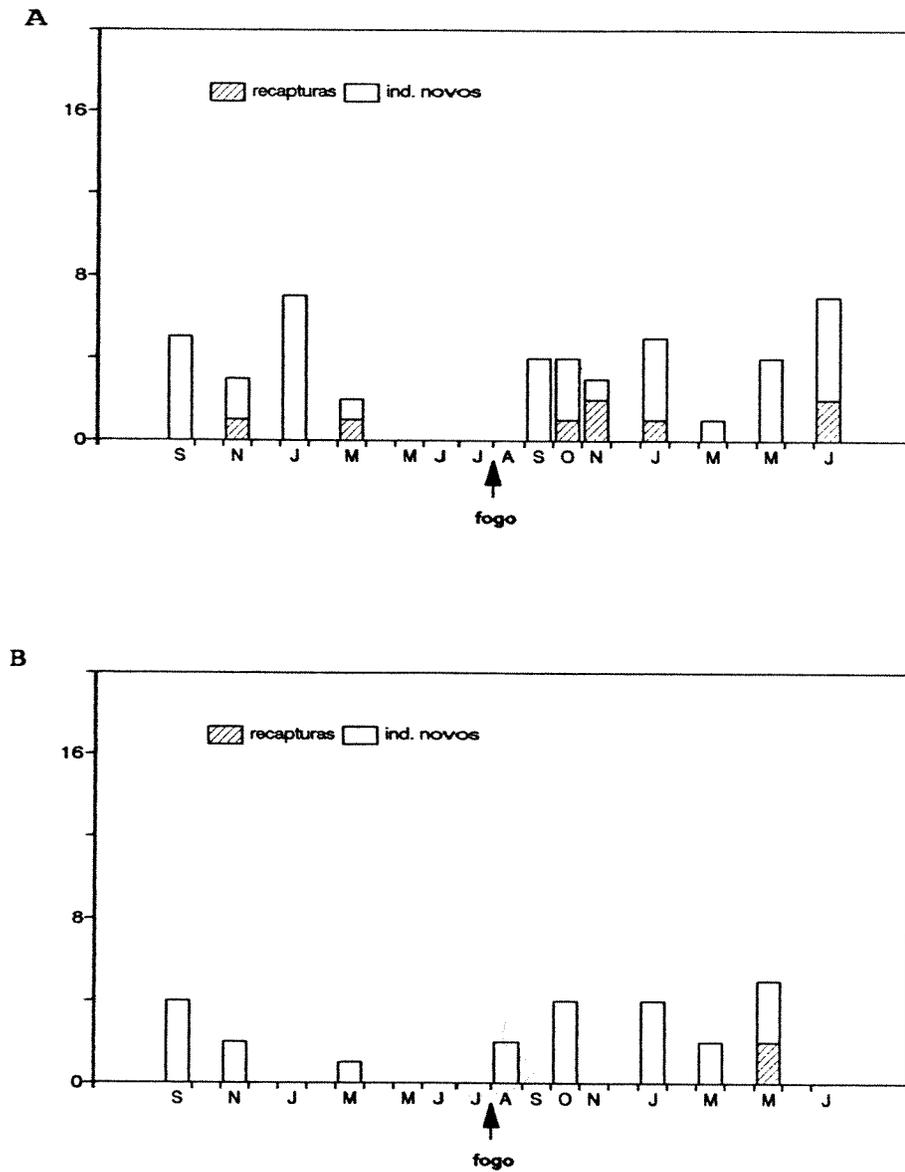


Figura 4. Número de indivíduos de *Calomys tener* capturados no IBGE (A) e no Jardim Botânico (B) ao longo de todo o período de estudo.

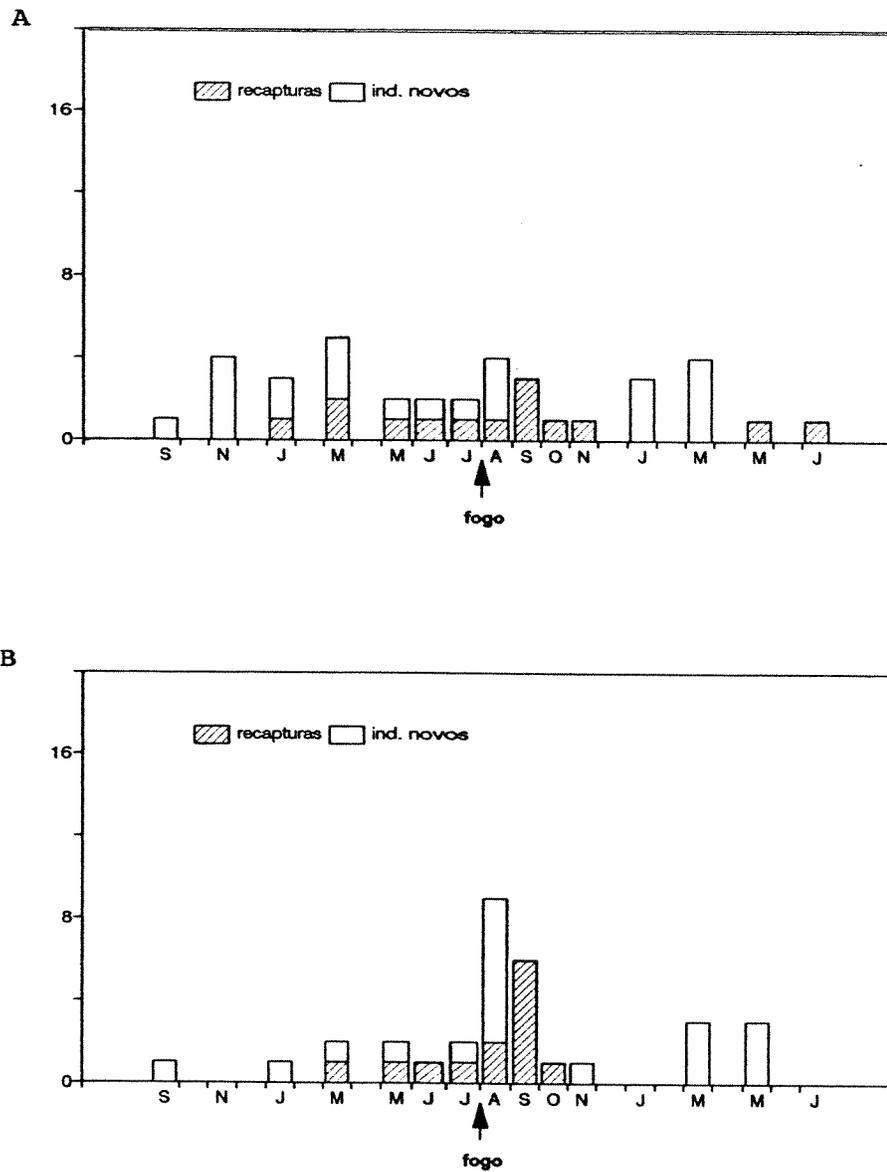


Figura 5. Número de indivíduos de *Oryzomys subflavus* capturados no IBGE (A) e no Jardim Botânico (B) ao longo de todo o período de estudo.

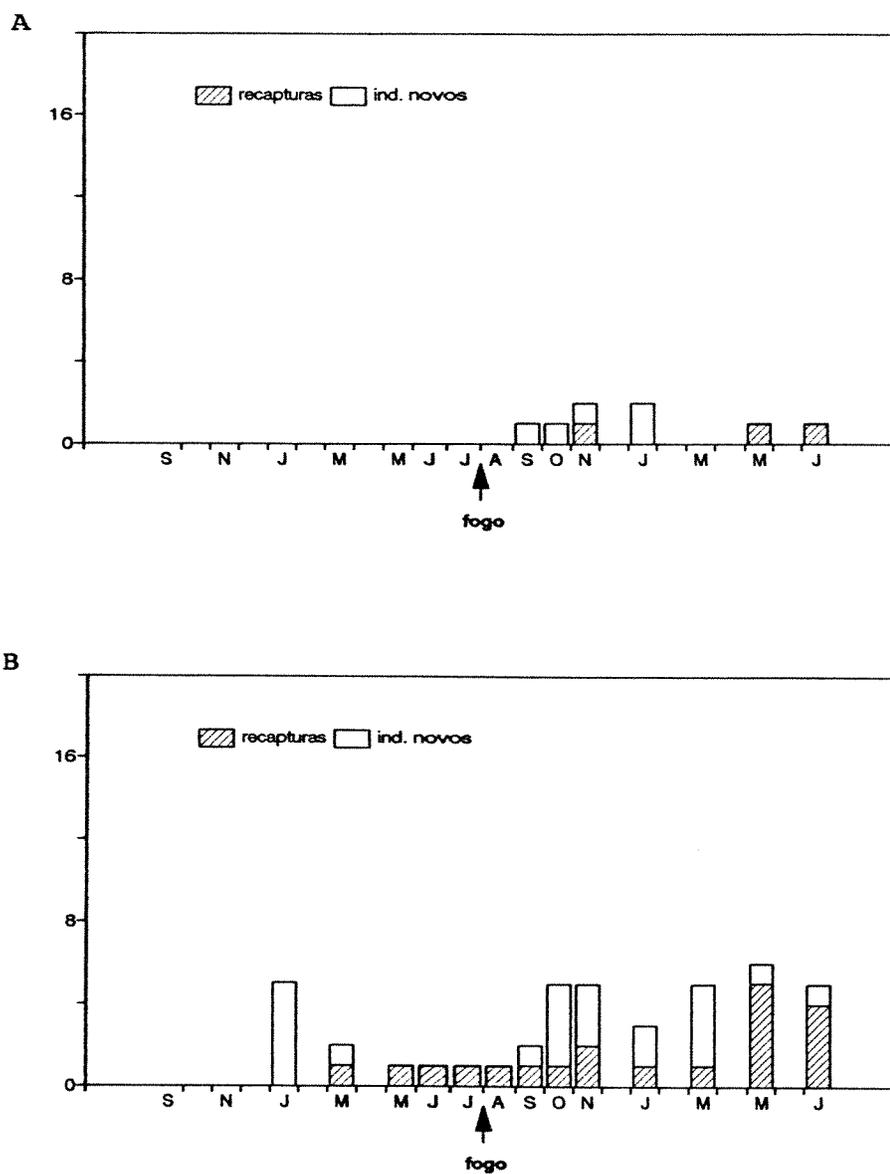


Figura 6. Número de indivíduos de *Thalpomys cerradensis* capturados no IBGE (A) e no Jardim Botânico (B) ao longo de todo o período de estudo.

significativo na média das distâncias percorridas depois do fogo (Tabela 3).

Tanto o índice de diversidade de Simpson, quanto as taxas de sucesso de captura, variaram ao longo do estudo. Os valores encontrados sugerem que, nas áreas estudadas, não houve uma modificação significativa na diversidade ou nas taxas de capturas a curto ou médio prazo, que possam ser associadas à ocorrência do fogo (Fig. 7).

A análise das capturas ocorridas nas armadilhas situadas nas bordas e no interior das grades indica que, depois do fogo, nenhuma espécie passou a utilizar significativamente mais as áreas próximas do cerrado não queimado (Tabela 4). Além disso, eu não encontrei, nas duas áreas, indícios de qualquer animal morto pela ação do fogo.

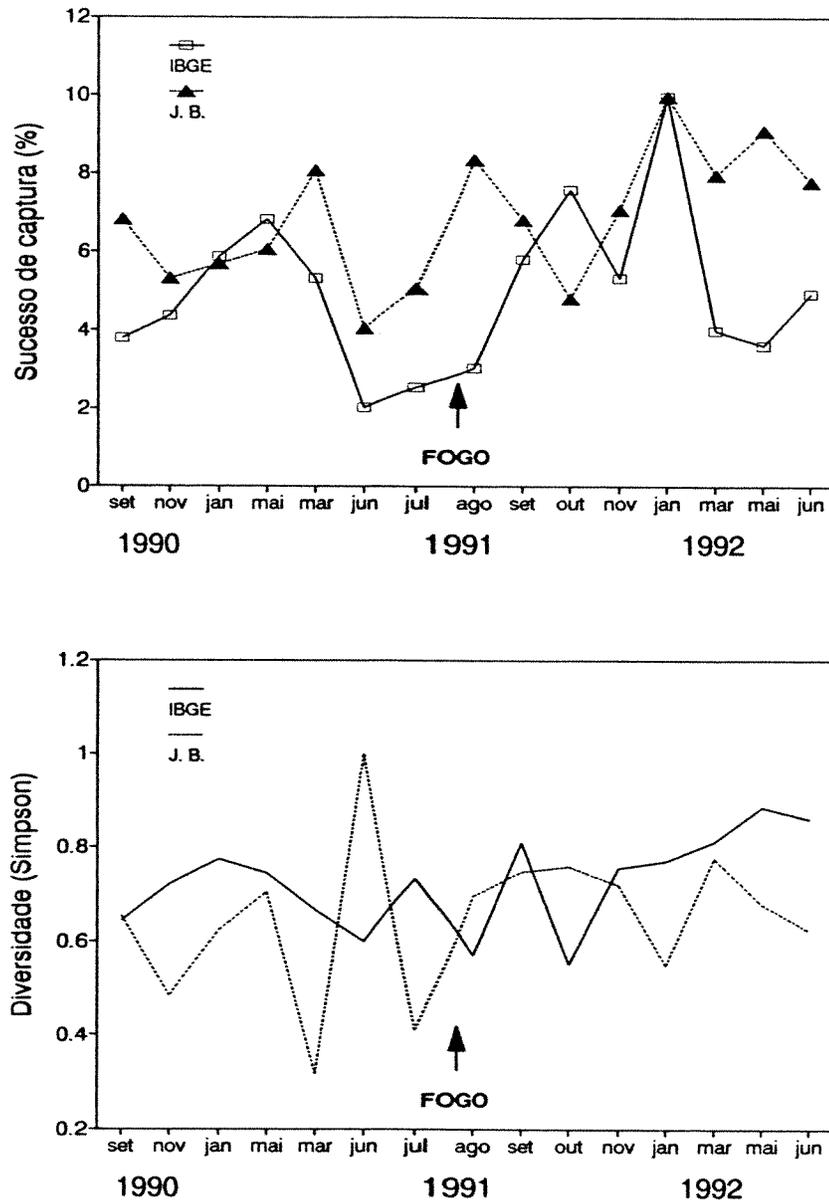


Figura 7. Sucessos de captura (A) e índices de diversidade de Simpson (B) em todos os meses de amostragem nas áreas de cerrado do IBGE e do Jardim Botânico.

Tabela 3. Média das distâncias percorridas entre recapturas sucessivas de cinco espécies de pequenos mamíferos mais capturadas no IBGE e no Jardim Botânico (J.B.) antes e depois do fogo.

	ANTES DO FOGO						DEPOIS DO FOGO					
	IBGE			J. B.			IBGE			J.B.		
	Media(m)	DP	N	Média(m)	DP	N	Média(m)	DP	N	Média(m)	DP	N
<i>Bolomys lasiurus</i>	34.76*	22.45	46	34.23	27.86	90	54.77* ^o	34.47	22	32.53 ^o	26.09	
<i>Calomys callosus</i>	42.53	23.75	7	44.09	33.11	4	39.6	26.7	32	47.93	29.85	
<i>Calomys tener</i>	30.65	37.82	12	49.52	13.24	3	40.17	28.15	13	46.32	26.14	
<i>Oryzomys subflavus</i>	42.94	39.06	23	36.20	31.43	16	50.11	29.74	20	52.41	34.93	
<i>Thalpomys cerradensis</i>	-	-	-	29.06*	24.08	13	36.48 ^o	11.96	3	45.98* ^o	29.22	

* diferença significativa entre as médias antes e depois do fogo em uma mesma área (teste t, $p < 0.05$)

^o diferença significativa entre as médias das duas áreas amostradas (teste t, $p < 0.05$)

Tabela 4. Número total de capturas (NT) e número de capturas nas bordas (BO) nas grades de captura antes e depois do fogo ao longo do estudo. As espécies que apresentaram um número de capturas suficiente para análises foram: *O. subflavus* (OSU), *B. lasiurus* (BOL), *T. cerradensis* (THA), *C. callosus* (CCL) e *C. tener* (CTN)

	OSU		BOL		THA		CCL		CTN	
	NT	BO	NT	BO	NT	BO	NT	BO	NT	BO
IBGE										
antes	36	13	64	11	0	0	13	6	27	3
depois	32	6	44	5	8	1	59	9	34	6
X ²	1.45		0.53		-		3.50		0.38	
P	> 0.2		> 0.4		-		> 0.06		> 0.5	
J. B.										
antes	20	13	119	40	19	5	11	3	10	4
depois	38	19	122	33	58	15	33	10	20	7
X ²	0.34		0.66		0.0		0.02		0.03	
P	> 0.5		> 0.4		> 0.9		> 0.8		> 0.8	

DISCUSSÃO

A proximidade entre as duas grades de armadilhas e o tipo de vegetação, similar nas duas áreas, reforçam a suposição de que o regime diferenciado de queima seria responsável pela maior parte da variação encontrada entre as duas áreas antes da queimada. Apesar das limitações estatísticas existentes em experimentos como o realizado neste estudo (ver Hurlbert, 1984 para discussão sobre pseudo-replicação), os resultados aqui obtidos sugerem alguns padrões bastante claros, de diferentes respostas à queimadas das espécies estudadas. Nas comunidades estudadas não existiu, no entanto, nenhum fator negativo, como por exemplo redução da diversidade ou mesmo desaparecimento local de alguma espécie, que pudesse ser atribuído ao fogo. A variação nos valores do índice de diversidade de Simpson encontrados era esperada devido aos tamanhos amostrais relativamente pequenos, comuns quando se trabalha com mamíferos.

O efeito direto do fogo sobre os pequenos mamíferos de áreas de cerrado sensu stricto aparentemente é pequeno, não sendo encontrados animais mortos ou injuriados pela ação do fogo. Isto ocorre também em áreas de campo (ver capítulo 2). Ambas as áreas estudadas continuam a ser utilizadas pelos animais, mesmo logo após o fogo. Esta utilização não se limita às bordas, próximas a áreas não queimadas, pelo menos

quando as áreas atingidas pelo fogo não são muito extensas, como no caso deste estudo. Christian (1977), em áreas de deserto ("desert grasslands") da América do Norte, e Bowland e Perrin (1988), em savanas africanas, não encontraram diferenças significativas entre as médias das distâncias percorridas por diferentes espécies de roedores antes e depois de queimadas. No presente estudo, a utilização de áreas de cerrado após a ocorrência de queimadas parece ser similar ao que era antes da perturbação, para a maioria das espécies. Somente para B. lasiurus, no IBGE, e I. cerradensis no Jardim Botânico, houve um aumento significativo na distância média entre capturas sucessivas após o fogo. Estas diferenças podem significar uma maior dificuldade para se obter algum recurso importante em áreas recém queimadas (Christian, 1977). Não existem, no entanto, informações suficientes para se determinar quais seriam as causas para as diferenças observadas entre as duas áreas amostradas.

A dominância de B. lasiurus nas duas áreas estudadas já era esperada, uma vez que este roedor é generalista quanto ao hábitat, ocorrendo em praticamente todas as formações de cerrado (Alho et al., 1986). As populações parecem sofrer um rápido declínio, entre dois e três meses após as queimadas, se recuperando em pouco tempo. As causas deste declínio poderiam ser uma falta temporária de alimento adequado, ou então um aumento nas taxas de predação sobre esta espécie.

Como B. lasiurus apresenta picos de atividade diária ao final da tarde e início da manhã (E. M. Vieira, dados não publicados) poderia ficar mais exposto à predadores diurnos e crepusculares, visualmente orientados ou não, devido à ausência de cobertura vegetal causada pelas queimadas.

Em estudo sobre efeito do fogo em uma área de deserto na Argentina, Djeda (1989), detectou uma sensível diminuição no tamanho populacional de Calomys musculinus após uma queimada. Ele sugere que outra espécie, Eligmodontia typus (Rodentia, Muridae), que passa a ser mais abundante, poderia excluir C. musculinus por competição interferente. Por outro lado, Mills et al. (1991) afirmam que roedores do gênero Calomys aparentemente são capazes de levar vantagem em habitats instáveis, temporariamente adequados, por se reproduzirem rapidamente. Os dados deste estudo indicam que, em cerrado sensu stricto, C. callosus apresenta um aumento populacional pouco tempo após o fogo. Isto ocorre também em outras áreas de cerrado (Reis et al., 1991; e ver capítulo 2). Este aumento no número de C. callosus ocorreu entre dois e três meses após a queimada. Este tempo é suficiente para o surgimento de uma geração pós-fogo, pois C. callosus leva em média oito semanas desde a gestação até atingir cerca de 2/3 do peso máximo da espécie (Mello, 1978). Já o pico no número de indivíduos de D. subflavus, capturados no Jardim Botânico, ocorreu na série de capturas logo após o fogo. Este pico é devido, portanto, à captura de indivíduos que já estavam nas

áreas amostradas ou então nas áreas vizinhas. Este aumento no número de indivíduos capturados não foi, portanto, resultado de um crescimento populacional influenciado pelo fogo.

Thalpomys cerradensis é uma espécie endêmica do cerrado recentemente descrita (Hershkovitz, 1990). Possui hábitos terrestres e parece ser exclusivamente noturna (E. M. Vieira, dados não publicados). Não encontrei na literatura nenhuma informação relativa à ecologia e história natural desta espécie. Sua presença antes do fogo, somente no Jardim Botânico, na área sujeita a queimadas periódicas, e sua ocorrência no IBGE somente após o fogo, indicam que este roedor utiliza preferencialmente áreas sujeitas a queimadas periódicas. Em um trabalho de dois anos realizado na Reserva Ecológica de Aguas Emendadas, também protegida contra o fogo por pelo menos 15 anos, não foi encontrado nenhum indivíduo desta espécie (Reis et al., 1991).

Existem na literatura informações conflitantes em relação ao fogo e diversidade de pequenos mamíferos. Em áreas onde o fogo é um fenômeno incomum, geralmente existe uma diminuição na riqueza (e.g. Ojeda, 1989) ou na abundância das espécies presentes (e. g. Lunney et al., 1987; Simons, 1991). Em geral, ocorre um aumento populacional de uma ou poucas espécies após uma queimada (Beck e Vogl, 1972; Cook, 1959; Fa e Sanchez-Cordero, 1993; Ojeda, 1989; Reis et al., 1991). Em outras áreas, no entanto, a diversidade e

composição de espécies podem se alterar pouco depois de uma queimada (e.g. Bowland e Ferrin, 1988). No presente estudo, a área da reserva do IBGE não apresentou uma maior diversidade ou um maior número de indivíduos do que o Jardim Botânico, embora a primeira tenha sido protegida contra o fogo por pelo menos 18 anos.

As diferentes reações das espécies de pequenos mamíferos às queimadas de cerrado provavelmente dependem bastante da extensão de área queimada. Quando o fogo ocorre em áreas relativamente pequenas, como no caso do presente estudo, os padrões populacionais não se modificam radicalmente e parecem retornar em relativamente pouco tempo à situação pré-queimada. Acredito que isto ocorra devido, principalmente, a três fatores: à existência em áreas de cerrado de muitos buracos no solo que podem servir de refúgio durante as queimadas (ver capítulo 2); ao fato de os roedores de cerrado serem na sua maioria onívoros, podendo variar suas dietas se necessário; e também à rápida recuperação da vegetação após uma queimada. Por outro lado, em áreas de cerrado na Reserva Ecológica de Aguas Emendadas, DF, onde uma grande queimada atingiu uma área bem mais extensa, levou mais tempo para que as comunidades passassem novamente a apresentar características semelhantes à época anterior ao fogo (Reis *et al.*, 1991; E. M. Vieira, dados não publicados)

Distúrbios ocorrendo a intervalos intermediários de tempo podem determinar diversidades mais altas em comunidades

naturais (Connell, 1978), por permitirem a reinstalação de ciclos taxonômicos (sucessionais). Fa e Sanchez-Cordero (1993) sugerem que queimas de áreas vizinhas a diferentes intervalos de tempo (de um a poucos anos) assegurariam uma diversidade máxima de pequenos mamíferos em campos de altitude no México. Em áreas de Floresta Atlântica, no sudeste do Brasil, o fogo aparentemente também contribui para a manutenção de uma maior diversidade de mamíferos (Stallings *et al.*, 1990). O cerrado é um tipo de vegetação onde é comum a ocorrência de distúrbios, no caso queimadas, a intervalos diferentes de tempo. Em um estudo realizado também em áreas de cerrado do IBGE e do Jardim Botânico, Dall'Aglio (1992) encontrou uma maior diversidade de aranhas em áreas sujeitas a queimadas periódicas (entre um e cinco anos). Em regiões sujeitas a queimadas constantes, as populações de espécies animais terrestres de pequeno porte devem ter a capacidade de utilizar, em algum momento, as áreas atingidas pelo fogo. Os dados deste estudo indicam que, apesar de persistirem nas áreas queimadas, as espécies de pequenos mamíferos de cerrado apresentam diferenças quanto à utilização do hábitat pós-fogo. O regime de queima diferenciado cria um hábitat em mosaico, que deve colaborar para a existência de um maior número de espécies, podendo, conseqüentemente, propiciar uma maior diversidade.

LITERATURA CITADA

- Alho, C. J. R. 1981a. Mata de galeria como habitat refugio da fauna do cerrado em caso de fogo? Em: "Resumos do VIII Congresso Brasileiro de Zoologia". Brasilia, DF. P. 173-174.
- Alho, C. J. R. 1981b. Small mammal populations of brazilian cerrado: the dependence of abundance and diversity on habitat complexity. *Revista Brasileira de Biologia*, 41:223-230.
- Alho, C. J. R. 1982. Brazilian rodents: their habitats and habits. Special Publication Pymatuning Laboratory Ecology, 6:143-156.
- Alho, C. J. R., L. A. Pereira, e A. C. Paula. 1986. Patterns of habitat utilization by small mammals populations in cerrado biome of central Brazil. *Mammalia*, 50:447-460.
- Beck, A. M. e R. J. Vogl. 1972. The effects of spring burning on rodent populations in a brush prairie savanna. *Journal of Mammalogy*, 53:336-346.
- Borchert, M. e R. L. Hansen. 1983. Effects of flooding and wildfire on valley side wet campo rodents in central Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 43:229-240.
- Bowland, A. E. e M. R. Perrin. 1988. The effect of fire on the small mammal community in Hluhluwe game reserve. *Zie Säugetierkunde*, 53:235-244.
- Christian, D. P. 1977. The effects of fire on small mammals

- populations in a desert grassland. *Journal of Mammalogy*, 58:423-427.
- Connell, J. H. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science*, 199:1302-1310.
- Cook, J., SF. 1959. The effects of fire on a population of small rodents. *Ecology*, 40:102-108.
- Dall'Aglio, C. G. 1992. Estabilidade de comunidades de cerrado em relação ao fogo: assimetria de impactos em guildas de aranhas. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília. 136 p.
- Dietz, J. M. 1983. Notes on the natural history of some small mammals in central Brazil. *Journal of Mammalogy*, 3:521-523.
- Dietz, J. M. 1984. Ecology and social organization of the maned wolf (*Crhysocyon brachyurus*). *Smithsonian Contributions to Zoology*, 392:1-51.
- Eiten, G. 1972. The cerrado vegetation of Brazil. *Botanical Review*, 38:105-134.
- Eiten, G. 1974. An outline of the vegetation of South America. *Proceedings of the 5th Cong. Internat. Primat. Soc. Nagoya, Japan*. Pp. 529-545.
- Fa, J. E. e V. Sanchez-Cordero. 1993. Small mammals population responses to fire in a Mexican high-altitude grassland. *Jornal of Zoology*, 230:343-347.
- Fonseca, G. A. B. e K. H. Redford. 1984. The mammals of IBGE's ecological reserve, Brasilia, and an analysis of

- the role of gallery forests in increasing diversity.
Revista Brasileira de Biologia, 44:517-523.
- Happold, D. C. D. 1983. Rodents and lagomorphs. Pp. 363-400.
Em: "Tropical savannas". F. Bourliere (Ed.). Elsevier,
Amsterdam.
- Hershkovitz, P. H. 1990. The brazilian rodent genus Thalpomys
(Sigmontidae, Cricetidae) with a description of a new
species. *Journal of Natural History*, 24:763-783.
- Hurlbert, S. H. 1984. Pseudoreplication and design of
ecological field experiments. *Ecological Monographs*,
54:187-211.
- IBGE/DIESA. 1990-92. Boletim agroclimatológico da Reserva
Ecológica do IBGE (mimeogr.). Brasília.
- Krebs, C. J. 1989. *Ecological methodology*. Harper & How, New
York. 654 pp.
- Lacher, Jr., T. E., M. A. Mares, e C. J. R. Alho. 1989. The
structure of a small mammal community in a central
brazilian savanna. Pp. 137-162. Em: "Advances in
Neotropical Mammalogy". K. H. Redford e J. F. Eisenberg
(Eds.). Sandhill Crane Press, Gainesville, FL.
- Lunney, D., B. Cullis, e P. Eby. 1987. Effects of logging and
fire on small mammals in Mumbulla state forest, near
Bega, New South Wales. *Australian Wildlife Resident*,
14:163-181.
- Mares, M. A., K. A. Ernest, e D. D. Gettinger. 1986. Small
mammals community structure and composition in the

- cerrado province of central Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 2:301-325.
- Marinho-Filho, J. S. e M. L. Reis. 1989. A fauna de mamíferos associada às matas de galeria. Pp. 46-60. Em: "Simposio sobre mata ciliar. Anais da Fundação Cargill". L. M. Barbosa (Ed.). Fundação Cargill, Campinas, SP.
- Mello, D. 1978. Biology of Calomys callosus (Rengger, 1830) under laboratory conditions (Rodentia, Cricetinae). *Revista Brasileira de Biologia*, 38:807-811.
- Mills, J. N., B. T. Ellis, K. T. McKee, J. I. Maiztegui, e J. E. Childs. 1991. Habitat associations and relative densities of rodent populations in cultivated areas of central Argentina. *Journal of Mammalogy*, 72:470-479.
- Ojeda, R. A. 1989. Small mammals responses to fire in the monte desert, Argentina. *Journal of Mammalogy*, 70:416-420.
- Redford, K. H. e G. A. B. Fonseca. 1986. The role of gallery forests in the zoogeography of the cerrado's non-volant mammalian fauna. *Biotropica*, 18:126-135.
- Reis, M. L., E. M. Vieira, e J. S. Marinho-Filho. 1991. O efeito do fogo na comunidade de pequenos mamíferos na estação ecológica de Aguas Emendadas, Planaltina DF. Em: "Resumos do XVIII Congresso Brasileiro de Zoologia". Salvador, BA. P. 481.
- Simons, L. H. 1991. Rodent dynamics in relation to fire in the Sonoran desert. *Journal of Mammalogy*, 72:518-524.

- Stallings, J. R., L. P. S. Pinto, L. Aguiar, e E. L. Sábato. 1990. A importância de distúrbios intermediários na manutenção da diversidade da fauna em uma floresta tropical. Pp. 43-58. Em: "Atas do Encontro de Ecologia Evolutiva". R. P. Martins e F. S. Lopes (Eds.). ACIESP, Rio Claro, SP.
- Vieira, E. M. 1993. Occurrence and prevalence of bot flies, Metacuterebra apicalis (Diptera: Cuterebridae), in rodents of cerrado from central Brazil. *Journal of Parasitology*, 79:792-793.
- Vieira, M. V. 1989. Dinâmica de populações, variação sazonal de nichos e seleção de microhabitats numa comunidade de roedores de cerrado brasileiro. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas. 96 p.

Capítulo 2:

FLORESTAS DE GALERIA COMO REFUGIOS PARA PEQUENOS MAMIFEROS
APOS QUEIMADAS EM AREAS DE CERRADO DO BRASIL CENTRAL.

RESUMO

Estudei o papel de florestas de galeria como refúgios para pequenos mamíferos após queimadas no cerrado do Brasil Central. Montei uma grade de armadilhas que cobria uma floresta de galeria e uma área de campo úmido adjacente. Usando o método de marcação e recaptura, efetuei séries de capturas durante três meses antes e dois meses depois de uma queimada provocada no campo. Antes do fogo, capturei Oryzomys aff. nigripes, Bolomys lasiurus, e Oxymycterus roberti (Rodentia, Muridae) somente no campo úmido. Após o fogo, somente O. aff. nigripes foi capturado dentro da floresta de galeria, sugerindo que esta espécie pode se refugiar dentro de matas de galeria após episódios de fogo. Detectei, imediatamente após a queimada, mudanças nos padrões de utilização de hábitat de B. lasiurus, que passou a utilizar as partes mais úmidas do campo, e O. roberti, que se dispersou ao longo da borda não queimada do campo úmido. Nenhuma destas duas espécies entrou na floresta de galeria e ambas retornaram às áreas ocupadas anteriormente poucas semanas depois. Eu capturei Calomys callosus e Calomys tener

no campo úmido somente depois do fogo.

ABSTRACT

I studied the role of gallery forests as post-fire refuges for small mammals in an area of Cerrado in central Brazil. I live-trapped and marked the animals in a grid covering a gallery forest and its surrounding valley side wet campo for three months before and two months after a man-made fire. Before the fire, I captured Oryzomys aff. niqripes, Bolomys lasiurus, and Oxymycterus roberti only in the wet campo. After the fire, only O. aff. niqripes was captured inside the gallery forest as well, suggesting that this species is able to use gallery forests as post-fire refuges. I detected immediate post-fire changes in habitat preferences of B. lasiurus, which moved to the wettest portions of the study area, and O. roberti, which dispersed along the unburned border of the wet campo. Both of these species did not enter the gallery forest, and returned to the formerly occupied area few weeks later. I captured Calomys callosus and Calomys tener in the wet campo only after the fire.

INTRODUÇÃO

O cerrado é um tipo de vegetação típico do Brasil Central, cobrindo uma área superior a 1.5 milhões de km² (Goodland, 1971). Esta vegetação é composta de um mosaico de habitats, que variam em grau de cobertura de campo limpo a florestas de galerias, passando por cerrado sensu stricto (cobertura arbórea esparsa) e cerradão (mata seca com copa semicerrada) (Fonseca e Redford, 1984). As florestas de galeria são formações restritas às margens de cursos d'água e geralmente cercadas por campos úmidos (ou veredas). Este tipo de vegetação ocupa as áreas mais baixas, que variam em extensão de alguns poucos até centenas de metros (Borchert e Hansen, 1983).

As florestas de galeria ocupam menos de 10% das áreas de cerrado (Eiten, 1977). No entanto, estas florestas exercem um importante papel no aumento da diversidade de mamíferos de cerrado (Fonseca e Redford, 1984; Redford e Fonseca, 1986). Existem, no cerrado, pelo menos 67 gêneros e 100 espécies de mamíferos não voadores (Marinho-Filho e Reis, 1989; Redford e Fonseca, 1986).

O fogo é um fator ambiental que pode ter forte influência na fauna e flora de todo o mundo (Bendell, 1974; Catling et al., 1982; Cook, 1959; Crowner e Barret, 1979; Happold, 1983; Simons, 1991). Em áreas de cerrado, a existência de uma estação quente e úmida de outubro a abril e

uma estação seca e mais fria de maio a setembro favorece a ocorrência de eventos de fogo. De fato, queimadas naturais e provocadas pelo homem ocorrem com frequência no cerrado (Coutinho, 1978; Goodland, 1971; Redford e Fonseca, 1986), e seria esperado que a fauna local estivesse adaptada a estas condições. Apesar de sua importância e frequência, poucos estudos têm analisado os efeitos do fogo em mamíferos de áreas de cerrado do Brasil (e.g. Borchert e Hansen, 1983; Reis et al., 1991; Vieira e Marinho-Filho, 1991).

Os episódios de fogo que ocorrem nas adjacências das florestas de galeria geralmente não atingem o seu interior. Elas são, portanto, os únicos habitats de cerrado que não queimam com frequência, normalmente servindo como aceiros naturais. O fogo altera drástica e abruptamente a configuração das áreas que rodeiam as florestas de galeria, removendo a matéria vegetal e a serrapilheira acumuladas (Borchert e Hansen, 1983). Alho (1981) sugeriu que estas florestas poderiam servir como refúgios para pequenos mamíferos após episódios de fogo, provendo abrigo e recursos alimentares para animais que normalmente habitariam as formações mais abertas em torno delas. Não existe na literatura, no entanto, maiores informações sobre qual a real importância das florestas de galeria para pequenos mamíferos de cerrado após queimadas. No presente estudo, eu analisei o papel de florestas de galeria como refúgio pós-fogo para pequenos mamíferos em áreas de cerrado do Brasil Central.

Os objetivos deste trabalho foram:

1 - investigar se florestas de galeria realmente servem como refúgios para pequenos mamíferos originário de áreas adjacentes, mais abertas, após episódios de fogo no cerrado,

2 - detectar eventuais mudanças em preferências de hábitat por parte destes animais logo após as queimadas.

AREA DE ESTUDO E MÉTODOS

Conduzi o estudo de junho a outubro de 1990, na área conhecida como "Cristo Redentor". A área é adjacente à Reserva Ecológica do IBGE e à Fazenda Agua Limpa, estação para estudos de campo em ecologia e agronomia da Universidade de Brasília. O "Cristo Redentor" é composto principalmente por formações vegetais mais abertas, com campo cerrado, campo limpo e veredas (ou campos úmidos), sendo drenado por um pequeno córrego (ribeirão Taquara) (Fig. 1A). Este córrego é margeado por uma floresta de galeria que possui uma largura média de 80 m. Esta floresta é delimitada em ambos os lados por veredas, que são substituídas por campos limpos à medida que aumenta a distância da floresta e diminui a umidade do solo. O clima da região é tropical, com uma estação quente e úmida de outubro a abril e outra seca e mais fria de maio a setembro. A área de estudo queima praticamente todos os anos (B. F. Dias, com. pess.).

Dispus seis linhas de capturas distantes 7 m entre si e cada linha consistia de 17 estações de captura dispostas a intervalos de 5 m. As estações de captura formavam uma grade que cobria um campo e a floresta de galeria adjacente. Além desta grade, coloquei mais duas linhas paralelas, distantes 14 m uma da outra, acima do local onde estava a grade, na parte mais seca da área de estudo (daqui por diante denominada de campo limpo). Estas linhas foram dispostas

perpendicularmente à grade e eram compostas cada uma de dez estações de captura espaçadas 8 m umas das outras (Fig. 1B).

Em cada estação de captura eu armava uma armadilha tipo gaiola de metal ("live-trap") de 15 x 15 x 25 cm, que era iscada com uma mistura de creme de amendoim, banana e fubá. As armadilhas eram iscadas no final da tarde e checadas o mais cedo possível, após amanhecer. Para cada animal capturado eram registrados a espécie, local, sexo, peso (dinamômetro Pesola de 100 g, precisão de 1 g) e condição reprodutiva. Os animais capturados pela primeira vez eram levemente anestesiados com éter e marcados pelo método de ablação de falanges. Após a coleta dos dados os animais eram liberados no mesmo local de captura. Ao final do trabalho de campo coletei espécimes testemunho de todas as espécies capturadas durante o estudo e os deposei na coleção do Laboratório de Zoologia e Ecologia Animal da Universidade de Brasília.

Com o intuito de proteger as áreas adjacentes contra o fogo, uma área de aproximadamente 200 ha no "Cristo Redentor" foi intencionalmente queimada em 4 de setembro de 1990. Eu amostrai esta área em três séries de captura antes da queimada, de 13 a 19 de junho, de 19 a 23 de julho e de 27 a 30 de agosto. Na terceira série de capturas somente as armadilhas do campo foram armadas, totalizando 932 armadilhas-noite no campo e 362 armadilhas-noite na floresta de galeria. Como o objetivo principal do experimento era

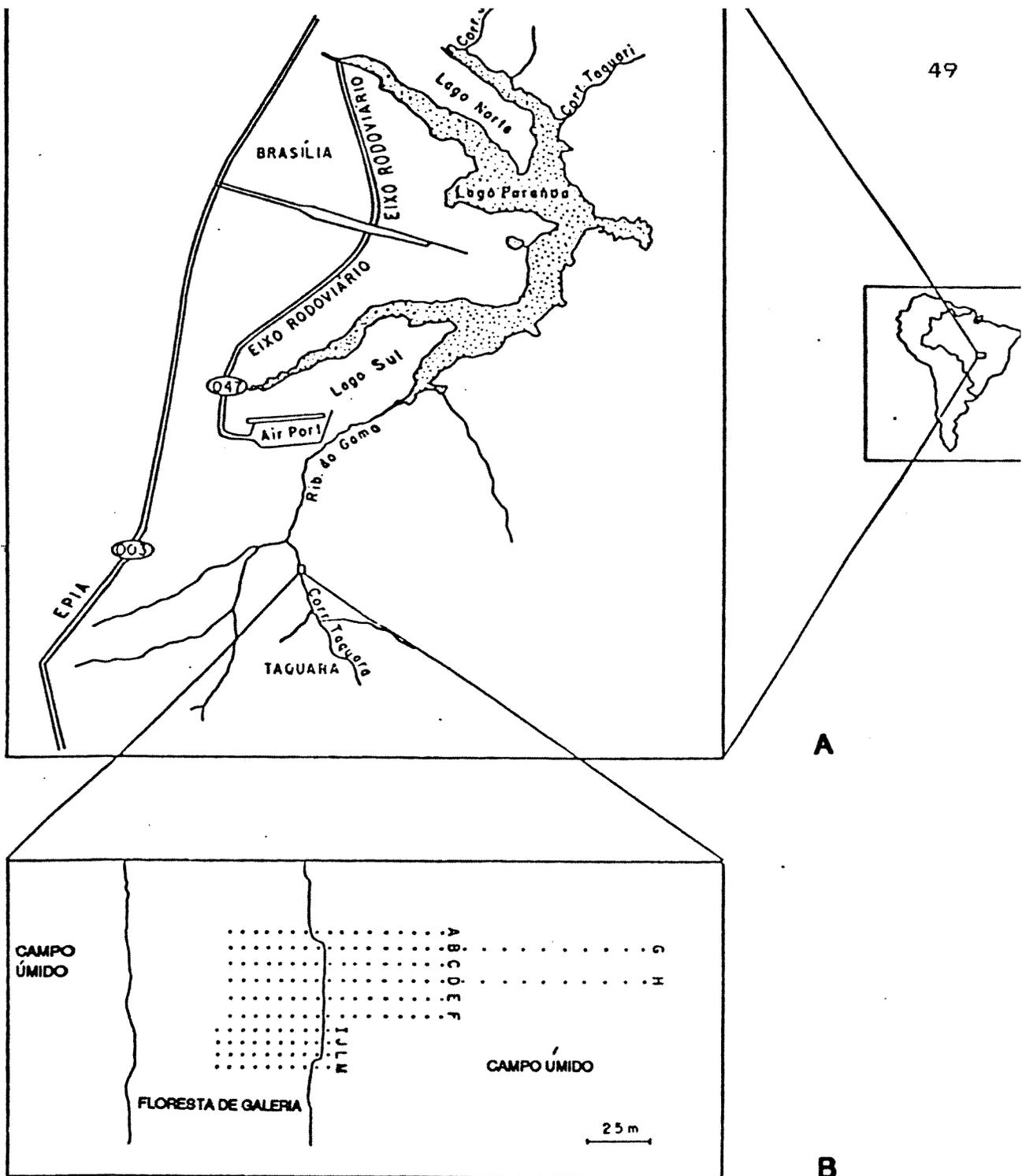


Figura 1. Mapa da área do "Cristo Redentor" (A) e mapa esquemático indicando a disposição das linhas de capturas e os principais habitats (B). As linhas de captura G e H estão nas partes menos úmidas do campo (campo limpo). As linhas de captura I, J, L e M foram colocadas após o fogo.

verificar se espécies de campo passavam a usar o interior de matas de galeria após episódios de fogo, imediatamente após a queimada eu coloquei mais quatro linhas de armadilhas (linhas I a M), com dez armadilhas em cada uma, cobrindo a borda do campo que não queimou e o interior da floresta de galeria (Fig. 1B). Com este procedimento, eu procurei aumentar a probabilidade de captura de indivíduos marcados no campo, antes do fogo, que porventura estivessem dentro da mata de galeria depois da queimada. Realizei mais três séries de capturas depois do fogo (de 5 a 10 de setembro, de 4 a 8 de outubro e de 25 a 29 de outubro), totalizando 962 armadilhas-noite no campo e 1144 na floresta de galeria. Eu percorri a área de estudo logo após à queimada e também no dia seguinte, procurando por mamíferos mortos. Para cada série de capturas utilizei testes qui-quadrado de independência, visando comparar as capturas ocorridas em diferentes tipos de habitats. Os valores esperados eram o número de armadilhas-noite em cada tipo de habitat e os valores observados eram o número total de capturas para cada espécie.

RESULTADOS

Capturei, durante todo o experimento, 12 espécies de pequenos mamíferos. As seguintes espécies foram capturadas exclusivamente na mata de galeria ou suas bordas: Philander opossum (Marsupialia: Didelphidae), Oryzomys capito, Oryzomys bicolor, Nectomys squamipes, Rhipidomys mastacalis, Rhipidomys sp (Rodentia: Muridae) e Proechimys sp (Rodentia: Echimyidae). A espécie não identificada de Rhipidomys pode ser a mesma encontrada por Fonseca e Redford (1984) no IBGE e considerada como, provavelmente, uma espécie nova. Na área de campo, capturei as seguintes espécies: Oryzomys aff. nigripes, Bolomys lasiurus, Oxymycterus roberti, Calomys callosus e Calomys tener (Rodentia, Muridae).

Antes do fogo

Antes da queimada, capturei um total de 29 indivíduos (62 capturas) no campo e 15 indivíduos (22 capturas) na floresta de galeria, resultando em um sucesso de captura de 6.6% e 6.1%, respectivamente. Não houve nenhuma sobreposição entre a composição de espécies da floresta de galeria e do campo adjacente.

Capturei Oryzomys aff. nigripes somente no campo, não sendo encontrado nenhum indivíduo desta espécie dentro da floresta de galeria. As duas espécies mais frequentes no

Tabela 1. - Tipo de hábitat, número de indivíduos e número de capturas antes e depois do fogo das espécies capturadas no campo (campo úmido e campo limpo).

N = Número de indivíduos capturados

C = Número de capturas para cada espécie

	Antes do fogo				Depois do fogo			
	Campo		Floresta		Campo		Floresta	
	N	C	N	C	N	C	N	C
<i>Oxymycterus roberti</i>	11	32	-	-	13	26	-	-
<i>Bolomys lasiurus</i>	13	21	-	-	5	17	-	-
<i>Oryzomys aff. nigripes</i>	5	9	-	-	4	4	-	-
<i>Calomys spp</i>	-	-	-	-	4	7	-	-

campo foram Q. roberti e B. lasiurus (Tabela 1). Capturei significativamente mais B. lasiurus nas linhas de captura G e H, no campo limpo, na parte mais seca da área de estudo (Tabela 2). Oxymycterus roberti, ao contrário, foi significativamente mais abundante nas linhas de captura A a F, no campo úmido ($X^2 = 4.65$, $P < 0.04$). Esta espécie foi capturada indistintamente em todo o campo úmido, não demonstrando preferência pelas armadilhas mais próximas da floresta de galeria (Tabela 3). Antes do fogo, a distância máxima entre recapturas para Q. roberti foi de 30 m.

Depois do fogo

Após a queimada, houve 54 capturas de 26 indivíduos no campo (5.6%) e 51 capturas de 22 indivíduos na floresta de galeria (4.5%). Eu capturei dois indivíduos de Q. aff. nigripes dentro da floresta (Tabela 1), um destes indivíduos havia sido capturado no campo úmido antes da queimada.

Imediatamente após o fogo, B. lasiurus foi capturado mais vezes (embora não significativamente) nas linhas de captura A a F, no campo úmido queimado. Quatro semanas depois, esta espécie ocorreu indistintamente em todo o campo e na última série de capturas, sete semanas depois da queimada, a preferência de hábitat desta espécie era similar àquela encontrada antes do fogo (Tabela 2).

Oxymycterus roberti também apresentou mudanças em suas preferências de hábitat. Esta espécie passou a ser

Tabela 2. - Número de armadilhas-noite (AN) e número de capturas (NC) de *Bolomys lasiurus* no campo úmido e campo limpo nas quatro séries de capturas.

	Antes do fogo		Imediata-mente depois do fogo		Quatro se-manas depois do fogo		Sete semanas depois do fogo	
	AN	NC	AN	NC	AN	NC	AN	NC
Campo limpo	240	18	100	0	80	3	60	3
Campo úmido	692	3	295	6	236	5	177	0
χ^2	37.4		2.02		0.61		- *	
P	< 0.0001		0.15		> 0.4			

* Não houve um número suficiente de capturas para calcular o valor do qui-quadrado.

Tabela 3. - Número de armadilhas-noite (AN) e número de capturas (NC) de *Oxymycterus roberti* nas áreas queimadas e não queimadas (bordas) do campo úmido nas quatro séries de captura.

	Antes do fogo		Imediata-mente depois do fogo		Quatro se-manas depois do fogo		Sete se-manas depois do fogo	
	AN	NC	AN	NC	AN	NC	AN	NC
Campo úmido queimado	605	25	240	1	192	4	144	10
Campo úmido não queimado	87	4	55	7	44	3	33	1
χ^2	0.04		22.69		2.55		0.64	
P	> 0.8		< 0.0001		0.11		> 0.4	

significativamente mais frequente nas estações de capturas na borda não queimada do campo úmido, ao longo da floresta de galeria, do que no campo úmido queimado (Tabela 3). Apesar de passarem a ser capturados próximos à floresta, eu não capturei nenhum indivíduo de Q. roberti nas armadilhas já dentro ou na borda da floresta de galeria, mesmo quando estas armadilhas estavam a somente um ou dois metros do final do campo úmido. Na segunda série de capturas, quatro semanas após o fogo, eu ainda capturei Q. roberti mais vezes (embora não significativamente) na borda não queimada do campo úmido. Três semanas mais tarde, esta espécie voltou a ocorrer indistintamente nas áreas queimadas e não queimadas do campo úmido (Tabela 3).

Recapturei dois indivíduos de Q. roberti a 42 e 45 m do último ponto de captura antes da queimada, sugerindo maiores deslocamentos. Outro indivíduo foi recapturado, quatro dias após o evento de fogo, em uma armadilha colocada a 200 m da área de estudo, em um campo úmido adjacente que não pegou fogo. Na última série de capturas recapturei outro indivíduo, também marcado antes da queimada, que ainda não havia sido capturado na série pós-queimada.

Os dois roedores do gênero Calomys ocorreram somente após o fogo. Calomys callosus e C. tener foram capturados no campo, pela primeira vez durante o estudo, na segunda série de capturas após o fogo. Estas espécies ainda estavam presentes na área de estudo na última série de capturas, sete

semanas após o fogo.

Não encontrei animais mortos na área de estudo no dia seguinte à queimada, sugerindo que a mortalidade direta causada pelo fogo é insignificante, ou então os animais mortos são rapidamente carregados ou devorados por carniceiros.

DISCUSSÃO

Vertebrados em geral são capazes de evitar ou fugir aos danos causados diretamente pelas queimadas (Komarek, 1969). No entanto, pequenos mamíferos e répteis podem algumas vezes ser mortos pela ação do fogo (Chew *et al.*, 1959; Erwin e Stasiak, 1979; Simons, 1989). Em áreas de cerrado, como é comum em savanas tropicais, geralmente as temperaturas em buracos a poucos centímetros da superfície do solo raramente alcançam um limite letal, porque a passagem do fogo é rápida (Coutinho, 1978; Happold, 1983). O fogo, por si só, parece não matar diretamente roedores nas áreas de campo estudadas. Isto ocorre também em áreas de cerrado sensu stricto (ver capítulo 1) e é um fenômeno comum em savanas tropicais (Happold, 1983). Muitas espécies de mamíferos, tais como tatus, cangambás e roedores em geral, escavam buracos em todos os habitats de cerrado. Acredito que estes numerosos buracos possam fornecer abrigo temporário para pequenos mamíferos e outros animais (e.g. lagartos, cobras e muitos invertebrados), possibilitando a sobrevivência destes às queimadas.

A composição da comunidade de pequenos mamíferos da área do "Cristo Redentor" é similar à de outras áreas de cerrado do Brasil Central (ver Fonseca e Redford, 1984; Mares *et al.*, 1986; 1989). A limitação de espécies de marsupiais capturadas na floresta de galeria foi, provavelmente, devido

à falta de armadilhamento acima do nível do solo. No entanto, a ausência de Didelphis albiventris (Marsupialia, Didelphidae) na amostra pode ser um indicador do bom estado de conservação da floresta estudada. Este marsupial costuma ser capturado freqüentemente em florestas de galeria com visíveis sinais de alteração por ação antrópica, existentes no D.F. (M. L. Reis, comun. pess.).

Os dados obtidos neste estudo sugerem que os pequenos roedores do gênero Oryzomys parecem ser capazes de utilizar florestas de galeria como refúgio temporário, após queimadas no cerrado. Existem pelo menos duas espécies de pequenos Oryzomys (ou Oligoryzomys) no cerrado do Brasil Central (Mares et al., 1989). Estes roedores são morfologicamente semelhantes e seus status taxonômicos e nomenclatura provavelmente não são definitivos. De acordo com Mares et al. (1989), O. fornesi ocorre principalmente em cerrado, cerradão e campo, enquanto que O. nigripes (= O. eliurus) ocorre dentro das florestas de galeria. Os dois pequenos Oryzomys capturados dentro da floresta de galeria neste estudo, depois do fogo, são ligeiramente diferentes e podem representar espécies distintas. Ambas "espécies" ocorreram tanto no campo quanto dentro da floresta de galeria.

As duas espécies de pequenos mamíferos mais comuns nas formações abertas estudadas, O. roberti e B. lasiurus, não foram capturadas na floresta de galeria durante todo o estudo. Oxymycterus roberti é um roedor murídeo de tamanho

médio, especialista quanto ao hábitat e ao tipo de alimentação (Borchert e Hansen, 1983; Lacher et al., 1989; Redford, 1984). Ao contrário do que foi sugerido por Borchert e Hansen (1983), os resultados deste estudo mostram que este roedor não utiliza o interior ou mesmo as margens de matas de galeria após eventos de fogo. Os indivíduos desta espécie se dispersam ao longo da borda não queimada do campo úmido, e voltam às áreas ocupadas anteriormente em poucas semanas, quando a vegetação recupera de 30 a 40% da cobertura existente antes da queimada. Embora eu não possa determinar a distância máxima de deslocamento de D. roberti, os dados deste estudo sugerem que, após eventos de fogo, os indivíduos desta espécie passam a percorrer distâncias maiores.

Bolomys lasiurus, que também não utilizou as florestas de galeria antes ou depois de queimadas, é um roedor generalista quanto ao hábitat. Esta espécie ocorre em todos os tipos de vegetação que compõe o cerrado, exceto florestas de galeria (Lacher et al., 1989; Mares et al., 1989). Embora Alho (1981) tenha registrado a ocorrência de B. lasiurus dentro de florestas de galeria, eu concordo com Mares et al. (1989) que afirmam ser isto um provável erro de identificação. Bolomys lasiurus é morfologicamente semelhante a pelo menos uma outra espécie de roedor de cerrado, Akodon cursor, que é encontrada principalmente em florestas de galeria (Mares et al., 1989). Além disso, esforços de captura intensivos em diferentes florestas de

galeria em áreas de cerrado não confirmaram a presença de B. lasiurus nestes habitats (E. M. Vieira, obs. pessoal).

Embora tenham estudado as preferências de habitat de B. lasiurus e Q. roberti, Borchert e Hansen (1983) não encontraram as mudanças de habitat que detectei no presente estudo. A preferência de B. lasiurus pelas áreas de campo mais úmidas, próximas à floresta de galeria, e a dispersão de Q. roberti ao longo da borda não queimada do campo úmido, provavelmente não foram detectadas porque Borchert e Hansen (1983) iniciaram sua amostragem pós-fogo seis semanas após a queimada. Meus dados indicam que os pequenos mamíferos de campo voltam para seus habitats originais em tempo relativamente curto após o fogo. Este tempo de retorno deve ser provavelmente influenciado pela extensão da área queimada.

Borchert e Hansen (1983) registraram a maior proporção de invertebrados na dieta de indivíduos de B. lasiurus quando capturados no campo úmido. Eles indicaram também a preferência de B. lasiurus pela borda e porções mais secas do campo úmido. Esta preferência talvez seja explicada pela ocupação das porções centrais dos campos úmidos por Q. roberti. Como esta espécie parece ser competitivamente superior a B. lasiurus (Lacher et al., 1989), poderia excluí-lo destas áreas. A ausência de Q. roberti logo após o fogo, detectada neste estudo, possibilitaria a B. lasiurus, durante um espaço de tempo de poucas semanas, ocupar áreas que antes

estaria impossibilitado de utilizar.

Mills et al. (1991) afirmam que espécies do gênero Calomys seriam capazes de levar vantagem em habitats instáveis temporariamente adequados, suposição esta corroborada pelos meus dados. A presença de Calomys callosus e C. tener somente depois do fogo sugere que estas seriam espécies oportunistas que poderiam levar vantagens com as mudanças no habitat causadas pelas queimadas. Isto também acontece em outras formações de cerrado (Reis et al., 1991; e ver capítulo 1), onde ocorre um aumento no tamanho populacional de espécies deste gênero, especialmente C. callosus, depois da ocorrência de eventos de fogo.

Florestas de galeria apresentam as mais altas densidades e diversidades dentre todas as sub-unidades que compõe o cerrado (Alho et al., 1986; Fonseca e Redford, 1984; Marinho-Filho e Reis, 1989; Redford e Fonseca, 1986). Estas florestas são, em relação aos habitats vizinhos, marcadamente diferentes tanto quanto à composição da flora quanto da fauna. Os dados deste estudo sugerem, fortemente, que pequenos mamíferos adaptados para viver somente nos habitats vizinhos não são capazes de se estabelecer dentro das matas de galeria, mesmo em situações críticas e relativamente frequentes, como aquelas causadas por queimadas.

LITERATURA CITADA

- Alho, C. J. R. 1981. Mata de galeria como habitat refugio da fauna do cerrado em caso de fogo? Em: "Resumos das comunicações do VIII Congresso Brasileiro de Zoologia". Brasília, DF. Pp. 173-174.
- Alho, C. J. R., L. A. Pereira, e A. C. Paula. 1986. Patterns of habitat utilization by small mammals populations in cerrado biome of central Brazil. *Mammalia*, 50:447-460.
- Bendell, J. F. 1974. Effects of fire on birds and mammals. Pp. . Em: "Fire and ecosystems". T. T. Koslowsky e C. E. Ahlgren (Eds.). Academic press, New York.
- Borchert, M. e R. L. Hansen. 1983. Effects of flooding and wildfire on valley side wet campo rodents in central Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 43:229-240.
- Catling, P. C., A. E. Newsome and G. Dudzinski. 1982. Small mammals, habitat components, and fire in southeastern Australia. United States Department of Agriculture, Forest Service, General Technical Report, PSW - 58:199-206.
- Chew, R. M., B. B. Butterworth, e R. Grechman. 1959. The effects of fire on the small mammal populations of chaparral. *Journal of Mammalogy*, 40:253.
- Cook, J., SF. 1959. The effects of fire on a population of small rodents. *Ecology*, 40:102-108.
- Coutinho, L. M. 1978. Aspectos ecológicos do fogo no cerrado.

- I - A temperatura do solo durante as queimadas. Revista Brasileira de Botânica, 1:93-96.
- Crowner, A. W. e G. W. Barret. 1979. Effects of fire on the small mammal component of an experimental grassland community. Journal of Mammalogy, 60:803-813.
- Eiten, G. 1977. Delimitação do conceito de cerrado. Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 21:125-134.
- Erwin, W. J. e R. H. Stasiak. 1979. Vertebrate mortality during the burning of a reestablished prairie in Nebraska. The American Midland Naturalist, 101:247-249.
- Fonseca, G. A. B. e K. H. Redford. 1984. The mammals of IBGE's ecological reserve, Brasilia, and an analysis of the role of gallery forests in increasing diversity. Revista Brasileira de Biologia, 44:517-523.
- Goodland, R. 1971. A physiognomic analysis of the 'cerrado' vegetation of central Brazil. Journal of Ecology, 59:411-419.
- Happold, D. C. D. 1983. Rodents and lagomorphs. Pp. 363-400. Em: "Tropical savannas". F. Bourliere (Ed.). Elsevier, Amsterdam.
- Komarek, E. V. 1969. Fire and animal behavior. Proceedings of the Annual Tall Timbers Fire Ecology Conference, 9:161-207.
- Lacher, T. E. J., M. A. Mares, e C. J. R. Alho. 1989. The structure of a small mammal community in a central brazilian savanna. Pp. 137-162. Em: "Advances in

- Neotropical Mammalogy". K. H. Redford e J. F. Eisenberg (Eds.). Sandhill Crane Press, Gainesville, FL.
- Mares, M. A., K. A. Ernest, e D. D. Gettinger. 1986. Small mammals community structure and composition in the cerrado province of central Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 2:301-325.
- Mares, M. A., J. K. Braun, e D. Gettinger. 1989. Observations on the distribution and ecology of the mammals of the cerrado grasslands of central Brazil. *Annals of Carnegie Museum*, 58:1-60.
- Marinho-Filho, J. S. e M. L. Reis. 1989. A fauna de mamíferos associada às matas de galeria. Pp. 46-60. Em: "Simpósio sobre mata ciliar. Anais da Fundação Cargill". L. M. Barbosa (Ed.). Fundação Cargill, Campinas, SP.
- Mills, J. N., B. T. Ellis, K. T. McKee, J. I. Maiztegui, e J. E. Childs. 1991. Habitat associations and relative densities of rodent populations in cultivated areas of central Argentina. *Journal of Mammalogy*, 72:470-479.
- Redford, K. H. 1984. Mammalian predation on termites: tests with the burrowing mouse (*Oxymycterus roberti*) and its prey. *Oecologia*, 65:145-152.
- Redford, K. H. e G. A. B. Fonseca. 1986. The role of gallery forests in the zoogeography of the cerrado's non-volant mammalian fauna. *Biotropica*, 18:126-135.
- Reis, M. L., E. M. Vieira, e J. S. Marinho-Filho. 1991. O efeito do fogo na comunidade de pequenos mamíferos na

estação ecológica de Aguas Emendadas, Planaltina DF.

Em: "Resumos do XVIII Congresso Brasileiro de Zoologia". Salvador, BA. P. 481.

Simons, L. H. 1989. Vertebrates killed by desert fire. The Southwestern Naturalist, 34:144.

Simons, L. H. 1991. Rodent dynamics in relation to fire in the Sonoran desert. Journal of Mammalogy, 72:518-524.

Vieira, E. M. e J. S. Marinho-Filho. 1991. Papel de florestas de galeria como refúgio para pequenos mamíferos após fogo em áreas de Cerrado. Em: "Resumos de XVIII Congresso Brasileiro de Zoologia". Salvador, BA. P. 482.