

REVISÃO DOS EFEITOS DO FOGO SOBRE A FAUNA DE FORMAÇÕES SAVÂNICAS DO BRASIL

Tiago L. Massochini Frizzo^{1,*}, Camila Bonizário¹, Mariana Prado Borges¹, & Heraldo L. Vasconcelos²

¹ Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Biologia, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais, Caixa Postal 593, Uberlândia, MG, Brasil. CEP: 38400-902.

² Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Biologia, Caixa Postal 593, Uberlândia, MG, Brasil. CEP: 38400-902.
E-mails: rsfrizzo@hotmail.com, camilabonizario@yahoo.com.br, mari.prb@gmail.com, heraldo@umarama.ufu.br

RESUMO

Entender como a biota responde aos eventos de fogo é de extrema relevância para o manejo e a conservação dos ecossistemas terrestres, especialmente em face das mudanças ambientais globais e do aumento das atividades antrópicas. Apresentamos aqui uma revisão dos artigos publicados até o ano de 2009 a respeito do efeito do fogo sobre a fauna das formações savânicas brasileiras. Dentre os 1.512 artigos encontrados na *Web of Knowledge* utilizando as palavras-chave “*cerrado fire**” ou “*savanna fire**”, apenas 12 tratam especificamente da fauna brasileira. Além destes, foram encontrados mais oito artigos em revistas não indexadas na *Web of Knowledge* ou em capítulos de livro. Dos 20 estudos, 11 foram realizados em Brasília, demonstrando uma alta concentração de trabalhos em uma única região. Observou-se que a resposta da fauna aos distúrbios causados pelo fogo pode ser variada, dependendo não só das características de cada espécie, mas também da frequência, intensidade das queimadas e das características espaciais do local como: tamanho da área queimada e o grau de fragmentação e heterogeneidade da paisagem. Características da história de vida, como comportamento e morfologia, geralmente determinam quais espécies são mais ou menos susceptíveis aos efeitos diretos do fogo. As mudanças físicas no habitat e/ou na disponibilidade de recursos causadas pelo fogo tendem a favorecer algumas espécies enquanto outras são prejudicadas. Os efeitos do fogo tendem a ser mais severos quando há uma grande acumulação de biomassa combustível e conseqüentemente incêndios de alta intensidade. O processo de recolonização das áreas queimadas ainda é pouco conhecido, mas um estudo com insetos galhadores e minadores mostra que esta se dá principalmente através de indivíduos vindos de fora da área queimada. Apesar das queimadas no Cerrado causarem uma drástica mudança na paisagem em um primeiro momento, registros de extinções locais de espécies animais são raros, o que sugere que ao menos parte da fauna do Cerrado é resiliente ao fogo. Como é o caso em outras savanas, a utilização de queimadas controladas em unidades de conservação no Cerrado pode ser uma forma de diversificação de habitats garantindo uma maior diversidade biológica.

Palavras-chave: Biodiversidade; cerrado; distúrbio por fogo; disponibilidade de recursos; manejo da fauna.

ABSTRACT

A REVIEW ON FIRE EFFECTS ON THE FAUNA OF SAVANNA FORMATIONS IN BRAZIL.
A better understanding of how species respond to fire events is of great relevance for the management and conservation of terrestrial ecosystems, especially in view of global change and increasing human activities. We present a review of papers published up to 2009 about the effects of fire on the fauna of Brazilian savanna formations (*Cerrado* and Amazonian savannas). Of the 1,512 papers found in the *Web of Knowledge* using the key words “*cerrado fire**” and “*savanna fire**”, only 12 deal specifically with the Brazilian fauna. In addition to these, eight other non-indexed papers or book chapters were found. Of the 20 studies, 11 were done in Brasília,

indicating a concentration of the research efforts in a few areas. Faunal responses to fire are variable depending not only on species traits but also on the frequency and intensity of fires and on the spatial characteristics of the burned area such as its size and the degree of fragmentation and spatial heterogeneity of the landscape. Life-history traits, such as behavior and morphology, often determine which species are more or less susceptible to the direct effects of fire. The physical changes in habitat and/or in resource availability tend to favor some species while others are negatively affected. Fire effects tend to be more severe when there is an accumulation of fuel biomass and, consequently, a high intensity fire. The process of recolonization of the burned areas is still poorly known, but a study with galling and mining insects showed that recolonization is mainly through individuals from outside of the burned areas. Although fire in the Cerrado can cause strong but short-term changes in the structure of the vegetation, records of local extinctions of animal species are rare suggesting that at least part of the Cerrado fauna is resilient to the effects of fire. As is the case in other savannas, controlled fires in Cerrado conservation areas can be used as management tool to improve habitat diversification and thus enhance biological diversity.

Keywords: Biodiversity; cerrado; fire disturbance; resource availability; wildlife management.

RESUMEN

REVISIÓN DE LOS EFECTOS DEL FUEGO SOBRE LA FAUNA DE LAS FORMACIONES DE SABANA EN BRASIL. Es muy importante entender de que manera responden las especies al fuego para manejar y conservar los ecosistemas terrestres, especialmente de cara a los cambios ambientales globales y al aumento de las actividades antrópicas. Presentamos una revisión de artículos publicados hasta el año 2009 respecto al efecto del fuego sobre la fauna de las formaciones de sabana brasileras (cerrado y sabana amazónica). Entre los 1512 artículos hallados en la *Web of Knowledge* utilizando las palabras clave “cerrado fire*” o “savanna fire*”, solo 12 tratan específicamente de fauna brasileras. Además de éstos, se hallaron 8 artículos más en revistas no indexadas o en capítulos de libros. De los 20 estudios, 11 fueron realizados en Brasilia, una alta concentración de trabajos en una sola región. Se observó que la respuesta de la fauna a los disturbios causados por el fuego puede ser variada, dependiendo no solo de las características de cada especie, sino también de la frecuencia, intensidad del fuego y de las características espaciales del lugar como: tamaño del área quemada, grado de fragmentación y heterogeneidad del paisaje. Características de la historia de vida, como el comportamiento y morfología, generalmente determinan que especies son más o menos susceptibles a los efectos directos del fuego. Los cambios físicos en el hábitat y/o en la disponibilidad de recursos por causa del fuego, tienden a favorecer a algunas especies mientras que otras son perjudicadas. Los efectos del fuego tienden a ser más severos cuando hay una gran acumulación de biomasa combustible y en consecuencia incendios de gran intensidad. El proceso de recolonización de áreas quemadas aún es poco conocido, mas un estudio con insectos formadores de agallas y minadores, muestra que esta se da principalmente a través de individuos que vienen de afuera del área quemada. A pesar de que los incendios en la sabana causan un cambio drástico en el paisaje en un inicio, registros de extinciones locales de especies animales son raros, lo que sugiere que al menos parte de la fauna de la sabana es resiliente al fuego. Como es el caso en otras sabanas, el uso de incendios controlados en unidades de conservación del “cerrado” puede ser una forma de diversificación de hábitats que puede aumentar la diversidad biológica.

Palabras clave: Biodiversidad; cerrado; disturbio por fuego; disponibilidad de recursos; manejo de fauna.

INTRODUÇÃO

O fogo é um dos distúrbios naturais mais comuns e é reconhecidamente um importante componente

dos sistemas ecológicos (Hobbs & Huenneke 1992). Sua ocorrência é influenciada pelas condições meteorológicas e consequentemente pelas mudanças climáticas. Em uma escala global, a intensificação

do efeito estufa tem provocado um maior risco de incêndios (Williams *et al.* 2001) enquanto a ocupação humana e práticas agrícolas tem sido a principal causa do início dessas queimadas (Mistry 1998). Desse modo, se torna importante entender e prever possíveis efeitos desse distúrbio que virtualmente afeta quase todos os biomas terrestres do mundo.

Um dos ambientes em que a presença do fogo é considerada um fator estruturador da vegetação são as savanas (Miranda *et al.* 2002). As savanas são biomas que ocorrem em sua maioria na latitude dos trópicos e sua existência está diretamente ligada ao ciclo das chuvas (Andrade 2008). O Cerrado é a maior savana da América do Sul sendo considerado um “*hotspot*” tanto pela sua biodiversidade como pelo seu alto grau de degradação (Myers *et al.* 2000, Mittermeier *et al.* 2005). O Cerrado brasileiro abrange os estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais, Piauí, o Distrito Federal, Tocantins e parte dos estados da Bahia, Ceará, Maranhão, São Paulo, Paraná e Rondônia. Ocorre também em outras áreas disjuntas nos estados de Roraima, Pará, Amapá e Amazonas (Bridgewater *et al.* 2005, Ministério do Meio Ambiente 2009). A queda de raios é a causa natural para as queimadas no Cerrado, sendo seus efeitos mais intensos nas primeiras chuvas quando a vegetação ainda está seca (Ramos-Neto & Pivello 2000).

O fogo no Cerrado, como na maioria das savanas, é caracterizado por ser um incêndio superficial, que consome principalmente as plantas herbáceas (Miranda *et al.* 2002). A temperatura do ar durante uma queimada pode variar de 85°C a 840°C, enquanto no solo as temperaturas variam de 29°C a 55°C a 1cm de profundidade. Já a variação na temperatura do solo abaixo de 5cm de profundidade é quase nula, chegando ao máximo de 3°C (Coutinho 1978, Miranda *et al.* 1993). Castro Neves & Miranda (1996) mostraram que logo após um incêndio em um campo sujo a alteração do albedo e do fluxo de calor no solo aumentou a amplitude da temperatura do solo na ordem de 30°C a 1cm de profundidade, 10°C a 5cm de profundidade, enquanto a 10cm de profundidade não houve qualquer alteração. Porém, esses efeitos são de curto prazo já que a vegetação tende a se recuperar rapidamente.

O fogo pode consumir até 97% da biomassa vegetal sobre o solo em fisionomias campestres ou

savânicas do Cerrado (Kauffman *et al.* 1994). Com a queima da matéria vegetal há uma grande perda de carbono, nitrogênio e enxofre através da volatilização ou suspensão de partículas. Já outros elementos, como o cálcio, o magnésio e o potássio, precisam de temperaturas muito altas para se volatilizarem e por isto acabam se depositando sobre o solo. Já o fósforo, que é apontado como o nutriente limitante na fertilidade do solo, é perdido em quantidades intermediárias a esses dois grupos (Nardoto *et al.* 2006). Porém, todos os elementos químicos perdidos após as queimadas são recuperados ao longo do tempo com a precipitação ou com o aumento da atividade microbiana durante as estações chuvosas (Nardoto & Bustamante 2003, Pivello *et al.* 2010). Pivello & Coutinho (1992) indicam que é necessário um intervalo de ao menos três anos entre queimadas para reciclar os elementos retidos na vegetação sem empobrecimento de nutrientes importantes para o ecossistema.

Os efeitos do fogo sobre a vegetação são relativamente bem conhecidos. Sabe-se que a maioria das espécies arbóreas do Cerrado apresenta tronco fortemente suberizado, resultando em um efetivo isolante térmico das partes vivas do organismo durante o fogo (Guedes 1993). Apesar disso, o fogo freqüentemente reduz a densidade de árvores, através da mortalidade de pequenos indivíduos, e altera a taxa de regeneração das espécies arbóreas (Hoffmann 1996, Higgins *et al.* 2000, Hoffmann 2000, Medeiros & Miranda 2005) beneficiando a vegetação herbácea. O fogo também pode alterar o padrão de floração de algumas espécies (Prada *et al.* 1995), a tenacidade das folhas (Vieira *et al.* 1996) e aumentar a disponibilidade de alimento para os herbívoros durante a estação seca (Rodrigues 1996).

Quanto aos efeitos do fogo sobre as comunidades animais do Cerrado e savanas amazônicas, existem relativamente poucos estudos. Essa falta de conhecimento tem impedido uma melhor avaliação sobre o uso do fogo como ferramenta de gestão em áreas naturais (Mistry 1998). Assim, este trabalho tem o objetivo de revisar os artigos já publicados a respeito do efeito do fogo sobre as comunidades de animais das formações savânicas brasileiras e verificar a possibilidade, diante deste cenário atual, de sua utilização como ferramenta de manejo e conservação. Em particular, buscou-se avaliar: [1] a distribuição

espacial e temporal dos estudos envolvendo efeito do fogo em comunidades animais; [2] a influência da frequência e intensidade do fogo sobre estas comunidades; [3] as respostas diretas e indiretas das comunidades animais ao fogo; e [4] o processo de recolonização e sucessão das áreas queimadas.

TRABALHOS SELECIONADOS

Os artigos incluídos na revisão foram obtidos pela busca na base de dados *Web of Knowledge* utilizando as palavras-chave “cerrado fire*” ou “savanna fire*” como tópicos. Foram considerados todos os artigos disponíveis na base até o final de 2009. No total foram encontrados 1.512 artigos. Destes, todos os que estudaram o efeito do fogo sobre comunidades animais e/ou vegetais foram contabilizados. O resultado mostra claramente que se publicam quase três vezes mais trabalhos com comunidades vegetais do que animais (Tabela 1). Observou-se também que o local em que há o maior número de publicações é a África, seguido da América do Norte, Austrália e finalmente América Latina onde o Brasil se destaca em número de publicações. Os dados também indicam que estudos sobre o efeito do fogo vêm

aumentando durante os últimos anos (Figura 1), provavelmente refletindo a preocupação atual com conservação, aquecimento global e também em parte pelo crescimento do número de pesquisas e aumento da facilidade de acesso às pesquisas.

Tabela 1. Número de trabalhos sobre o efeito do fogo sobre a fauna ou flora savânica em diferentes regiões publicados de 1973 a 2009 na base de dados do *Web of Knowledge*. Trabalhos de interação animal/planta foram adicionados nas duas categorias.

Table 1. Number of papers about the effects of fire on the flora or fauna of different savanna regions published between 1973 and 2009 (*Web of Knowledge* data basis). Papers on plant-animal interactions were included in the two categories.

Região	Números de trabalhos com	
	Fauna	Flora
África	26	81
Austrália	21	43
América Latina (exceto Brasil)	1	15
Brasil	12	28
América do Norte	17	65
Europa	3	3
Ásia	2	1
Total	82	236

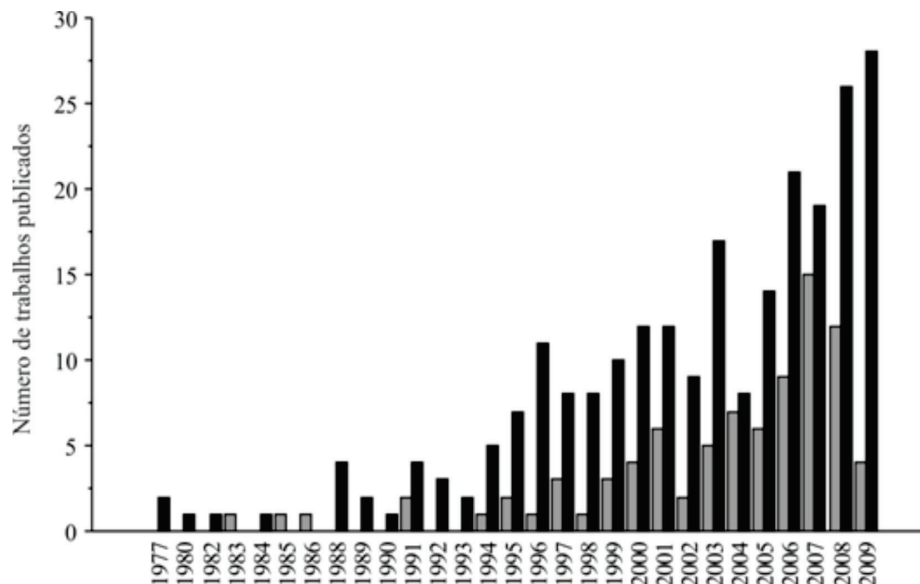


Figura 1. Distribuição temporal do número de publicações sobre o efeito do fogo sobre a flora e a fauna de savanas. Os estudos sobre a flora estão representados por barras pretas e os estudos do fogo sobre a fauna por barras cinza.

Figure 1. Temporal distribution of the number of papers about the effects of fire on the savanna flora and fauna. Papers about the flora are represented by black bars, and those about fire effects on fauna by gray bars.

Dentre os 1.512 artigos encontrados na *Web of Knowledge* apenas 12 tratam especificamente da fauna do Cerrado. Para essa revisão não foram incluídos os artigos teóricos, de revisão e de modelagem. Além destes 12, foram encontrados mais oito artigos em revistas não indexadas na *Web of Knowledge* ou em capítulos de livro.

As áreas de coleta de dados dos 20 trabalhos selecionados para a revisão podem ser visualizadas na Figura 2. Dos 20 trabalhos realizados num total de 23 diferentes áreas de estudo, 11 foram realizados no Distrito Federal, demonstrando uma alta concentração de trabalhos em uma única região. Visto que o bioma Cerrado ocupa aproximadamente 24% do território brasileiro, (Ministério do Meio Ambiente 2009) e que as espécies desse bioma não estão distribuídas uniformemente, sendo algumas endêmicas (Klink & Machado 2005), a escassez de trabalhos além de limitar o conhecimento, pode desencadear generalizações que não refletem os verdadeiros efeitos do fogo sobre a comunidade de animais. Além disso, muitas espécies ou mesmo grupos taxonômicos ainda não foram sequer estudados.

A compilação dos trabalhos e seus principais resultados se encontram na Tabela 2.



Figura 2. Mapa dos 23 locais onde foram realizadas as coletas de dados dos 20 artigos sobre efeito do fogo sobre a fauna de formações savânicas no Brasil.

Figure 2. Map showing the 23 sampling sites from the 20 articles about the effects of fire on the fauna of Brazilian savannas.

FREQUÊNCIA E INTENSIDADE DO FOGO

Os estudos sobre o efeito do fogo em comunidades animais geralmente destacam a influência da frequência e intensidade das queimadas (Silveira *et al.* 1999, Prada & Marinho-Filho 2004). Apesar de esses dois fatores serem dependentes um do outro (Figura 3), seus efeitos são ligeiramente distintos. Uma alta frequência de incêndios provoca uma baixa intensidade do fogo, porque não há tempo suficiente para a vegetação acumular biomassa combustível (Kauffman *et al.* 1994). Incêndios assim geralmente consomem apenas o estrato herbáceo, mas ainda assim têm um forte efeito sobre a vegetação arbórea porque não deixam as plântulas sobreviverem até a fase adulta, favorecendo a vegetação de herbáceas e arbustos (Hoffmann 1996). Já uma baixa frequência de incêndios acarreta numa grande acumulação de biomassa combustível, o que pode gerar efeitos catastróficos para a fauna do local (Ramos-Neto & Pivello 2000). O fogo de alta intensidade, conseqüentemente, apresenta chamas maiores, queima por mais tempo e possui temperaturas mais elevadas (Miranda *et al.* 1993).

Existe ainda uma relação entre intensidade do fogo e época do ano, sendo essa intensidade maior na estação seca (Govender *et al.* 2006). Esses fatores podem causar a combustão completa da vegetação de uma dada área, ou seja, nestas condições apenas sobrevivem à passagem do fogo os animais entocados abaixo do solo ou que se dispersam para outras áreas. Como exemplo pode-se citar o estudo realizado por Silveira *et al.* (1999) no Parque Nacional das Emas (GO). A ausência de fogo por um período de três anos provocou um acúmulo de grande quantidade de biomassa seca. O episódio de fogo que se seguiu foi muito intenso e queimou toda área do parque, provocando efeitos drásticos sobre a flora e a fauna. Nesse incêndio vários animais vertebrados morreram queimados, enquanto outros sofreram efeitos pós-fogo, como desidratação, exposição a predadores e restrições alimentares devido à diminuição da oferta de recursos alimentares. Porém, o fogo que ocorreu no ano seguinte, com menos biomassa vegetal acumulada, não foi tão intenso e nenhum animal morto foi encontrado (Silveira *et al.* 1999). Aparentemente incêndios sucessivos em curtos períodos de tempo parecem não causar tantas mortes quanto incêndios

esporádicos, mas uma alta frequência de queimadas parece reduzir a riqueza e mudar a composição da fauna local (Araujo *et al.* 1996, Vieira 1999, Cintra & Saniotti 2005). Esses eventos de fogo repetitivos tanto modificam o ambiente dando vantagem a espécies mais adaptadas a condições mais xéricas (Farji-Brener *et al.* 2002) como excluem aquelas espécies susceptíveis as queimadas (veja exemplos na Tabela 2).

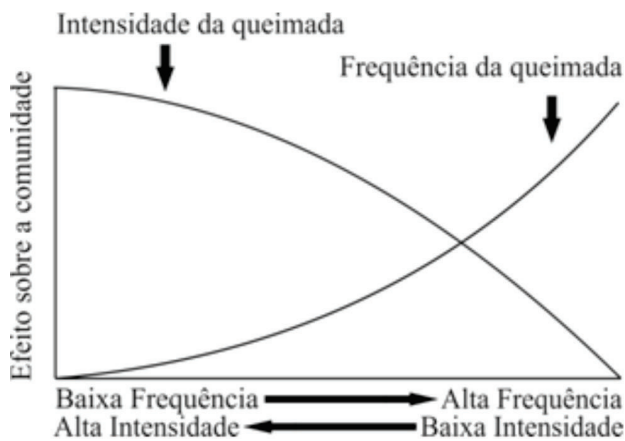


Figura 3. Diagrama da relação entre a intensidade e frequência das queimadas e seus efeitos sobre as comunidades biológicas.

Figure 3. Diagram of the relationship between the intensity and frequency of fires, and their effects on biological communities.

Em geral podemos concluir que tanto incêndios pouco frequentes mas de alta intensidade, como queimadas muito frequentes vão causar grandes impactos aos ecossistemas (Figura 1). A questão decorrente dessa afirmação é determinar qual o ponto de equilíbrio entre a frequência e intensidade do fogo que causaria mudanças menos drásticas na comunidade. Evidentemente esse ponto de equilíbrio depende de questões locais como: quais espécies compõem a comunidade, qual fitofisionomia se deseja manter, como os fatores abióticos locais influenciam a recuperação e manutenção da área afetada, e qual o tamanho da área queimada.

EFEITOS DO FOGO

EFEITOS DIRETOS

O fogo é um distúrbio que pode afetar a riqueza das comunidades ecológicas através de efeitos

diretos e/ou indiretos. Os efeitos diretos são mortes, queimaduras e intoxicações. Desses efeitos a mortalidade pode ser facilmente medida através da contagem de indivíduos mortos logo após a passagem do fogo ou através de um censo das populações antes e após a queimada.

Os efeitos diretos ocorrem imediatamente após o fogo e a intensidade desse efeito (ou seja, a mortalidade causada por ele) vai depender de uma série de fatores. É de se esperar que a mortalidade não atinja uniformemente todas as populações de diferentes espécies (Vasconcelos *et al.* 2009). Algumas características da história de vida, comportamento e morfologia permitem que alguns grupos sejam menos susceptíveis aos efeitos diretos do fogo. Alguns invertebrados recorrem a refúgios no subsolo (Vasconcelos *et al.* 2008) ou entram em fase de pupa (Marini-Filho 2000) para garantirem a sobrevivência durante a passagem do fogo. De maneira semelhante, pequenos vertebrados de solo, como lagartos, serpentes, anfíbios, roedores e marsupiais, protegem-se do fogo em abrigos localizados alguns centímetros abaixo da superfície, como cupinzeiros e buracos escavados por tatus (Vitt & Caldwell 1993, Vieira & Marinho-Filho 1998, Vieira 1999, Leite 2007). Essas estratégias de refúgio são possíveis uma vez que no Cerrado, assim como em outras savanas tropicais, a temperatura raramente chega a um limite letal abaixo da superfície do solo (Coutinho 1978, Miranda *et al.* 1993). Animais com maior mobilidade como aves, mamíferos de grande porte e grupos alados de insetos são capazes de escapar dos locais de incêndio e buscar refúgio em áreas adjacentes. E nesses casos as florestas de galeria são consideradas por muitos autores como importantes áreas de refúgio para determinados grupos animais (Silveira *et al.* 1999, Prada & Marinho-Filho 2004).

Já animais com baixa mobilidade, não alados, ou que não se refugiam em abrigos são os mais afetados pelos efeitos diretos. Este é o caso de espécies de galhas, minadores (Marini-Filho 2000) e formigas arborícolas (Morais & Benson 1988, Naves 1996). Da mesma forma, incêndios de forte intensidade, velocidade ou que atinjam grandes áreas, podem causar a mortalidade até mesmo de animais que usam abrigos como o tatu-canastra, ou que tenham boa mobilidade como o tamanduá-bandeira e a anta (Silveira *et al.* 1999).

Os efeitos diretos do fogo são negativos para as populações atingidas, porém dependentes das características do incêndio (principalmente da intensidade) e da sensibilidade de cada espécie o que pode refletir na comunidade empobrecendo, aumentando ou mantendo a mesma riqueza local (Figuras 4 e 5). O efeito mais severo de um incêndio é a eliminação de todos os indivíduos da população, ou a redução da população abaixo de seu tamanho mínimo crítico, entrando em um vórtice de extinção (Tracy & George 1992). Existe ainda a possibilidade de que nenhuma das populações tenha sido afetada ou que tenha sido pouco afetada, o que deixa inalterada a riqueza local (Arnan *et al.* 2006). Alguns estudos mostram também que o fogo pode levar a um aumento da riqueza. Isso ocorre quando há uma redução no tamanho das populações e conseqüentemente um afrouxamento das interações competitivas, facilitando assim a entrada e coexistência de novas espécies. Ou ainda quando a espécie afetada é uma espécie que limita a riqueza, seja porque é um predador chave ou porque é uma espécie dominante no local (Odowd & Gill 1984).

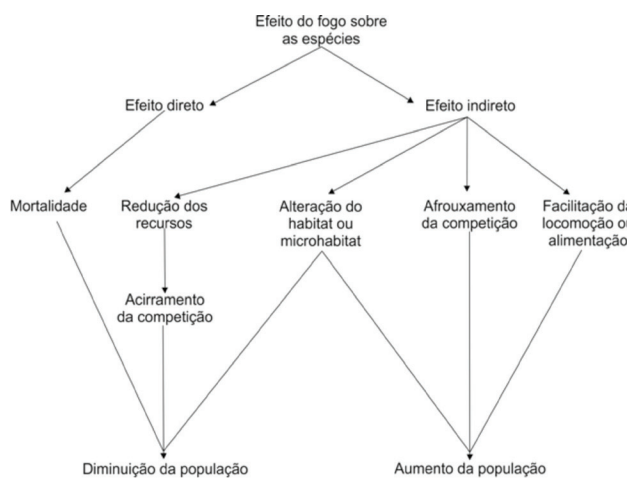


Figura 4. Organograma dos possíveis efeitos do fogo sobre populações animais.

Figure 4. Organization chart of the possible effects of fire on animal populations.

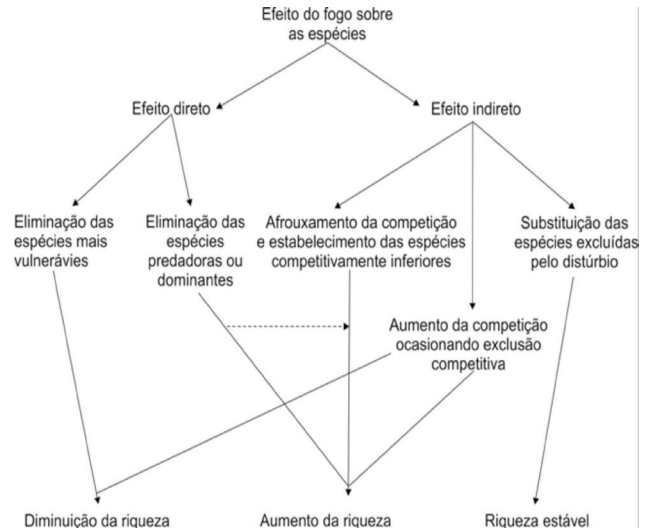


Figura 5. Organograma dos possíveis efeitos do fogo sobre a riqueza de espécies animais.

Figure 5. Organization chart of the possible effects of fire on the richness of animal species.

EFEITOS INDIRETOS

Os efeitos indiretos do fogo tendem a serem mais amplos, tardios e diversos do que os diretos (Figuras 4 e 5). Esses efeitos acarretam alterações na estrutura das comunidades animais, devido às mudanças que ocorrem na paisagem. Tais mudanças estão relacionadas a variações na disponibilidade e na qualidade do alimento e mudanças na estrutura dos habitats, como destruição dos locais de abrigo para reprodução, proteção e descanso (Abreu *et al.* 2004, Rocha & Silva 2009).

Essa mudança na estrutura das comunidades revela que um mesmo evento de fogo tanto beneficia determinadas espécies quanto prejudica outras. Um exemplo é o efeito do fogo sob a cobertura do solo. A grande quantidade de capim seco, acumulado ao longo de alguns anos sem queima, pode diminuir o alimento disponível para os herbívoros comedores de capim. O fogo tem, nesse caso, a função de aumentar o alimento disponível para estes animais assim que essa vegetação rebrota (Rodrigues 1996). Por outro lado, a combustão da vegetação seca implica na perda de abrigo e de micro-habitat, importantes para diversos pequenos animais, como é o caso dos lagartos (Faria *et al.* 2004). Para esclarecer melhor como os efeitos indiretos de uma queimada podem influenciar diferentes populações, é preciso entender

quais são as mudanças causadas pelo fogo sobre o habitat, os recursos e suas interações com os animais.

EFEITO SOBRE O HABITAT

Um dos principais efeitos do fogo sobre o habitat é a tendência de diminuir a vegetação arbórea em detrimento da vegetação arbustiva e herbácea (Miranda *et al.* 2002, Medeiros & Miranda 2005, Miranda *et al.* 2009). Há ainda logo após a passagem do fogo, a perda da cobertura foliar arbórea que em parte é consumida pelas chamas ou é perdida com a abscisão das folhas danificadas pelo ar quente (Vasconcelos *et al.* 2009). No solo a combustão das plantas herbáceas e da serrapilheira forma uma camada escura de cinzas. Isso gera um aumento na amplitude da temperatura do solo de até 30°C (Castro Neves & Miranda 1996), e possivelmente também causa mudanças na umidade relativa e na heterogeneidade espacial.

As mudanças físicas no habitat causadas pelo fogo tendem a favorecer positivamente algumas espécies de lagartos (Leite 2007), enquanto que outras são desfavorecidas pela diminuição das áreas sombreadas (Faria *et al.* 2004). Desta forma, o regime de fogo interfere na sobrevivência das espécies, seja tornando o local impróprio para viver ou dando vantagem para espécies adaptadas às condições mais xéricas.

Outro fator que acarreta uma mudança na abundância das espécies pré- e pós-fogo está ligado a ação dos predadores (Briani *et al.* 2004). Isto porque algumas espécies deixam de se camuflar na vegetação, que é destruída logo após a passagem do fogo. Assim populações de presas caem a números baixos em decorrência de uma maior exposição aos predadores naturais (Silveira *et al.* 1999).

Com o tempo a vegetação também passa a se recuperar dos efeitos do fogo, e esse processo de sucessão também é acompanhado pelos animais. Isso já foi particularmente bem estudado para pequenos mamíferos (Vieira & Marinho-Filho 1998, Vieira 1999, Briani *et al.* 2004, Henriques *et al.* 2006), onde os autores definem essa mudança na dominância de espécies ao longo do tempo como um processo de sucessão secundária que acompanha a sucessão da comunidade vegetal. Henriques *et al.* (2006) mostraram que a cobertura por gramíneas aumenta imediatamente após o fogo, contudo ao longo do tempo essas gramíneas diminuem e arbustos e

árvores ganham lugar na comunidade. Inicialmente a alta densidade de plantas herbáceas e pouca cobertura arbórea beneficiam as comunidades animais terrestres, como os granívoros e folívoros (Vieira 2003). Já os animais que se estabelecem em estágios sucessionais tardios, são dependentes de áreas com maior cobertura arbustivo-arbórea (Vieira 2003).

EFEITO SOBRE OS RECURSOS

Assim como os organismos, os recursos também são afetados de forma diferenciada pelo fogo. Como consequência, espécies especialistas (dependentes de um ou poucos tipos de alimento) podem ser mais sujeitas à extinção local. Já para espécies generalistas, a limitação de alguns recursos exerce poucos efeitos negativos sobre as populações, já que podem substituí-lo por outro. Este caso foi documentado por Cavalcanti & Alves (1997) para as comunidades de aves. Nestas a persistência pós-fogo da maioria das espécies que compunham a comunidade antes do fogo é devido à flexibilidade de forrageio. Tais espécies conseguem alterar os locais preferenciais de forrageio por outros. Um exemplo é a ave cigarra-do-campo (*Neotbraupis fasciata* Lichtenstein 1823) que se alimenta de insetos tanto em galhos baixos de árvores e arbustos, quanto no solo. No pós-fogo, como folhas de árvores e arbustos são afetadas pelo fogo, eliminando insetos herbívoros, a cigarra-do-campo passa a se alimentar exclusivamente no solo, sem prejuízos para a população. Baseado nessa observação, Cavalcanti & Alves (1997) discutem que em áreas afetadas pelo fogo a ausência de espécies especialistas pode estar relacionada à presença nesses locais de uma fauna bem adaptada ao fogo e que impede invasão de espécies especialistas.

Um exemplo do efeito negativo do fogo na disponibilidade de recursos alimentares é o estudo de Sanaiotti & Magnusson (1995). Ao analisarem o efeito do fogo sobre a disponibilidade de frutos carnosos para aves, esses autores evidenciaram que o fogo causa mudanças na vegetação, que por sua vez afeta a disponibilidade de frutos a curto e longo prazo. Em anos com ocorrência de fogo, as espécies arbustivas tiveram picos de produção menores e mais tardios do que em anos sem fogo. Algumas dessas espécies tiveram a frutificação atrasada e outras só produziram no ano seguinte. Esta diminuição de

espécies frutificando reduz a disponibilidade potencial de alimento para aves. Além disso, os eventos de fogo ocorrem usualmente no período de reprodução das aves residentes, acentuando ainda mais o efeito da redução da oferta de alimento para as populações de aves. Sanaiotti & Magnusson (1995) mencionam ainda que, outros grupos taxonômicos, como lagartos, roedores e morcegos também fazem uso desses frutos como parte de suas dietas, sugerindo que a redução da frutificação pode afetar vários grupos taxonômicos de animais.

No entanto, o fogo pode também aumentar a abundância de alguns recursos vegetais. Esse padrão foi observado em *Aspilia foliacea* Baker (Asteraceae) e *Palicourea rigida* Kunth (Rubiaceae). *Aspilia foliacea* tem a floração estimulada pelo fogo, aumentando a abundância de dípteros e coleópteros consumidores ou visitantes de flores (Prada *et al.* 1995). Já *Palicourea rigida* após o fogo forma novas folhas com menor dureza, o que as torna mais atrativas ao ataque de insetos (Vieira *et al.* 1996). Vieira *et al.* (1996) encontraram ainda uma maior sobrevivência e estabelecimento das larvas de galhas em folhas de plantas queimadas. Há evidências também de que alguns vertebrados, como é o caso dos tatus-peba, utilizam mais áreas queimadas, em comparação com as não-queimadas, devido à maior quantidade de alimentos (folhas, raízes, brotos e insetos) encontrados após a passagem do fogo (Prada & Marinho-Filho 2004).

Apesar do fogo ter um efeito notável em alguns grupos, De Souza *et al.* (2003) não encontraram mudanças no número de gêneros e na abundância de indivíduos dentro de cada gênero em uma comunidade de cupins. Segundo os autores, este fato pode ser resultado de uma rápida recuperação, grande proteção aos indivíduos devido à estrutura dos ninhos, dieta pouco especializada ou fraca competição por recursos.

O fato dos cupins serem pouco afetados pelo fogo pode fazer com que grupos de animais, como os edentados, que os utilizam como principal fonte de alimento, não sofram alteração em abundância com a passagem do fogo. De fato, não foram observadas diferenças na utilização de áreas queimadas e não-queimadas por tamanduá-bandeira e tatu-canastra que são espécies que se alimentam primariamente de cupins (Prada & Marinho-Filho 2004).

RECOLONIZAÇÃO PÓS-FOGO E SUCESSÃO

Evidentemente um incêndio causa a mortalidade ou fuga de pelo menos parte da fauna local. No entanto, com a rebrota da vegetação pode haver um aumento na disponibilidade de recursos (Prada *et al.* 1995, Rodrigues 1996, Vieira *et al.* 1996) que abre espaço para a recolonização da área. Esta recolonização pode ser de dois tipos, endógena ou exógena. A recolonização endógena é realizada por indivíduos que conseguiram sobreviver ao fogo, seja por se refugiarem em abrigos, ninhos, ou se deslocarem temporariamente para áreas adjacentes e ao se reinstalarem na área sua prole se dissemina. A recolonização exógena é caracterizada pela morte dos indivíduos locais e estabelecimento de indivíduos imigrantes, normalmente vindos de localidades adjacentes que não foram atingidas pelo fogo (Marini-Filho 2000). O processo de recolonização por herbívoros galhadores e minadores foi estudado por Marini-Filho (2000), que mostrou que estes insetos recolonizam as áreas queimadas predominantemente de forma exógena. Entretanto, alguns o fazem de forma endógena, devido às pupas sobreviverem ao incêndio.

É importante citar também que o tamanho da área queimada, a fragmentação e a heterogeneidade do ambiente podem ter influência sobre a recolonização. A queima de grandes áreas pode dificultar a recolonização do centro dessas áreas, devido à capacidade limitada de dispersão dos organismos (Marini-Filho 2000). Ainda mais intenso deve ser o efeito do fogo sobre a recolonização por animais se essa área queimada for circundada por pastagens ou plantações. Nesse caso, apenas espécies de recolonização endógena e/ou que consigam passar por locais antropizados poderiam recolonizar a área queimada. Sendo assim, locais com grande heterogeneidade de ambientes podem conter ambientes resistentes ao incêndio e que acabam servindo de refúgio a esses animais.

Já a sucessão de espécies após fogo pode ser considerada análoga ao que ocorre na comunidade vegetal (Briani *et al.* 2004, Henriques *et al.* 2006). Após o distúrbio algumas espécies são beneficiadas pelas condições existentes, geralmente espécies generalistas ou adaptadas a condições mais xéricas. Essas espécies podem ser consideradas pioneiras. Com o tempo há uma mudança na vegetação o

que provavelmente reflete na fauna, dando maior competitividade a espécies especialistas que acabam dominando a área como espécies tardias ao fogo. Porém geralmente é difícil determinar em que ponto a comunidade animal se recuperou dos impactos do fogo. O que os diversos estudos parecem mostrar é que aparentemente esses processos de recuperação parecem ser mais rápidos para a fauna de invertebrados (Vasconcelos *et al.* 2009) do que para a fauna de pequenos vertebrados (Araujo *et al.* 1996, Vieira 1999, Briani *et al.* 2004, Faria *et al.* 2004, Henriques *et al.* 2006).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de serem encontrados 20 trabalhos envolvendo o efeito do fogo sobre a fauna do Cerrado, esses dados ainda são insipientes tanto em termos espaciais como temporais. Um exemplo desta problemática é ilustrado através dos estudos do efeito do fogo sobre o roedor *Bolomys lasiurus* Lund, 1841. Vieira (1999) indica que a abundância de *B. lasiurus* diminui após o fogo, enquanto que Layme *et al.* (2004) indicam não haver qualquer mudança na abundância desta mesma espécie. Entretanto, os trabalhos mediram apenas as respostas imediatas (de curto prazo) ao fogo. Já Briani *et al.* (2004) fizeram um trabalho com sequências temporais de 1 a 26 anos pós-fogo e chegaram à conclusão de que *B. lasiurus* tem um pico de abundância em áreas com idades intermediárias desde o último incêndio (cerca de 3 a 6 anos após o fogo).

O baixo número de trabalhos publicados e a alta diversidade de animais no Cerrado torna ainda mais difícil o entendimento dos efeitos do fogo sobre a fauna de formações savânicas. Porém podemos concluir que o efeito do fogo sobre a comunidade animal, quando esse existe (veja De Souza *et al.* 2003), depende não só da vulnerabilidade de cada espécie mas também do regime de fogo (frequência e intensidade). Espécies de baixa mobilidade e que ficam expostas as chamas são as mais afetadas pelo efeito direto do fogo (Morais & Benson 1988, Naves 1996, Marini-Filho 2000), enquanto espécies com alta mobilidade ou que possuam refúgios subterrâneos têm maiores chances de sobrevivência (Silveira *et al.* 1999, Prada & Marinho-Filho 2004). De modo similar, espécies que após o fogo conseguem se alimentar em áreas

adjacentes não queimadas ou que não sofram aumento da taxa de predação devido a perda de abrigos tendem a serem menos afetadas (Cavalcanti & Alves 1997, Cintra & Sanaiotti 2005). Já variações na frequência e/ou intensidade do fogo podem causar maiores ou menores mudanças na estrutura da vegetação sendo que quanto maior a mudança na estrutura da vegetação após um incêndio maiores são os impactos sobre a capacidade das espécies sobreviventes ao incêndio se manterem no ambiente. Apesar das queimadas no Cerrado causarem uma drástica mudança na paisagem em um primeiro momento, registros de extinções locais de espécies animais são raros, o que sugere que ao menos parte da fauna do Cerrado é resiliente ao fogo. Nossa limitada compreensão da dinâmica do fogo sobre a fauna restringe a sua utilização como ferramenta de manejo e conservação. Apesar dessas limitações, pode se afirmar que o fogo em geral tem influência sobre a fauna, tanto a nível populacional quanto de comunidade. Como é o caso em outras savanas, a utilização de queimadas controladas em unidades de conservação no Cerrado pode ser uma forma de diversificação de habitats garantindo uma maior diversidade biológica (Parr & Brockett 1999).

REFERÊNCIAS

- ABREU, K.C.; KOPROSKI, L.P.; KUCZACH, A.M.; CAMARGO, P.C. & BOSCARATO, T.G. 2004. Grandes Felinos e o Fogo no Parque Nacional de Ilha Grande, Brasil. *Floresta*, 34: 163-167.
- ANDRADE, G.A.D. 2008. Savanas tropicais: dimensão, histórico e perspectivas. Pp. 48-77. In: F.G. Faleiro & A.L.D.F. Neto (eds.). Savanas: Desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais. Embrapa Cerrado, Planaltina, DF, 1198p.
- ARAUJO, A.F.B.; COSTA, E.M.M.; OLIVEIRA, R.F.; FERRARI, K.; SIMON, M.F. & PIRES-JUNIOR, O.R. 1996. Efeitos de queimadas na fauna de lagartos do Distrito Federal. Pp. 148-160. In: Anais do Simpósio Impacto das Queimadas sobre os Ecossistemas e Mudanças Globais. 3º Congresso de Ecologia do Brasil. Brasília, DF. 187p.
- ARNAN, X.; RODRIGO, A. & RETANA, J. 2006. Post-fire recovery of Mediterranean ground ant communities follows

- vegetation and dryness gradients. *Journal of Biogeography*, 33: 1246-1258.
- BRIANI, D.C.; PALMA, A.R.T.; VIEIRA, E.M. & HENRIQUES, R.P.B. 2004. Post-fire succession of small mammals in the Cerrado of central Brazil. *Biodiversity and Conservation*, 13: 1023-1037.
- BRIDGEWATER, S.; RATTER, J.A. & RIBEIRO, J.F. 2005. Biogeographic patterns, beta-diversity and dominance in the cerrado biome of Brazil. *Biodiversity and Conservation*, 13: 2295-2004.
- CASTRO NEVES, B.M. & MIRANDA, H.S. 1996. Efeito do fogo no regime térmico do solo de um campo sujo de Cerrado. Pp. 20-30. In: H.S. Miranda, C.H. Saito & B.F.S. Dias (eds.). Impactos de queimadas em áreas de Cerrado e Restinga. ECL/ Universidade de Brasília, Brasília, DF. 187p.
- CAVALCANTI, R.B. & ALVES, M.A.S. 1997. Effects of fire on savanna birds in Central Brazil. *Ornitologia Neotropical*, 8: 85-87.
- CINTRA, R. & SANIOTTI, T.M. 2005. Fire effects on the composition of a bird community in an amazonian savanna (Brazil). *Brazilian Journal of Biology*, 65: 683-685.
- 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.
- DE SOUZA, O.; ALBUQUERQUE, L.B.; TONELLO, V.M.; PINTO, L.P. & JUNIOR, R.R. 2003. Effects of fire on termite generic richness in a savanna-like ecosystem ('Cerrado') of central Brazil. *Sociobiology*, 42: 639-649.
- FARIA, A.S.; LIMA, A.P. & MAGNUSSON, W.E. 2004. The effects of fire on behaviour and relative abundance of three lizard species in an Amazonian savanna. *Journal of Tropical Ecology*, 20: 591-594.
- FARJI-BRENER, A.G.; CORLEY, J.C. & BETTINELLI, J. 2002. The effects of fire on ant communities in north-western Patagonia: the importance of habitat structure and regional context. *Diversity and Distributions*, 8: 235-243.
- GOVENDER, N.; TROLLOPE, W.S.W. & VAN WILGEN, B.W. 2006. The effect of fire season, fire frequency, rainfall and management on fire intensity in savanna vegetation in South Africa. *Journal of Applied Ecology*, 43: 748-758.
- GUEDES, D.M. 1993. Resistência das árvores do cerrado ao fogo: papel da casca como isolante térmico. *Dissertação de Mestrado*. Universidade de Brasília. Brasília, DF, Brasil. 99p.
- HENRIQUES, R.P.B.; BRIANI, D.C.; PALMA, A.R.T. & VIEIRA, E.M. 2006. A simple graphical model of small mammal succession after fire in the Brazilian cerrado. *Mammalia*, 70: 226-230.
- HIGGINS, S.I.; BOND, W.J. & TROLLOPE, W.S.W. 2000. Fire, resprouting and variability: a recipe for grass-tree coexistence in savanna. *Journal of Ecology*, 88: 213-229.
- HOBBS, R.J. & HUENNEKE, L.F. 1992. Disturbance, diversity, and invasion - implications for conservations. *Conservation Biology*, 6: 324-337.
- 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. 2000. Post-establishment seedling success in the Brazilian Cerrado: A comparison of savanna and forest species. *Biotropica*, 32: 62-69.
- KAUFFMAN, J.B.; CUMMINGS, D.L. & WARD, D.E. 1994. Relationships of fire, biomass and nutrient dynamics along a vegetation gradient in the Brazilian cerrado. *Journal of Ecology*, 82: 519-531.
- KLINK, C.A. & MACHADO, R.B. 2005. Conservation of the Brazilian Cerrado. *Conservation Biology*, 19: 707-713.
- KNOECHELMANN, C.M. & MORAIS, H.C. 2008. Visitas de formigas (Hymenoptera, Formicidae) a nectários extraflorais de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Cov. (Fabaceae, Mimosoideae) em uma área de cerrado frequentemente queimado. *Revista Brasileira de Zootecias*, 10: 35-40.
- LAYME, V.M.G.; LIMA, A.P. & MAGNUSSON, W.E. 2004. Effects of fire, food availability and vegetation on the distribution of the rodent *Bolomys lasiurus* in an Amazonian savanna. *Journal of Tropical Ecology*, 20: 183-187.
- LEITE, D.L.P. 2007. Efeito do fogo sobre a taxocenose de lagartos em áreas de Cerrado *sensu stricto* no Brasil Central. *Dissertação de Mestrado*. Universidade de Brasília. Brasília, DF, Brasil. 126p.
- MARINI-FILHO, O.J. 2000. Distance-limited recolonization of burned Cerrado by leaf-miners and gallers in central Brazil. *Environmental Entomology*, 29: 901-906.
- MEDEIROS, M.B. & MIRANDA, H.S. 2005. Mortalidade pós-fogo em espécies lenhosas de campo sujo submetido a três queimadas prescritas anuais. *Acta Botanica Brasílica*, 19: 493-500.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2009. Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado - PPCerrado. Brasília, DF, Brasil. P158.

- MIRANDA, A.C.; MIRANDA, H.S.; DIAS, I.D.O. & DIAS, B.F.D. 1993. Soil and air temperatures during prescribed cerrado fires in Central Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 9: 313-320.
- MIRANDA, H.S.; BUSTAMANTE, M.M.C. & MIRANDA, A.C. 2002. The fire factor. Pp. 51-68. In: P.S. Oliveira & R.J. Marquis (eds.). *The cerrados of Brazil*. Columbia University Press, New York, NY. 398p.
- MIRANDA, H.S.; SATO, M.N.; NETO, W.N. & AIRES, F.S. 2009. Fires in the Cerrado, the Brazilian savanna. Pp. 427-450. In: M.A. Cochrane (ed.). *Tropical Fire Ecology: Climate Change, Land Use, and Ecosystem Dynamics*. Springer-Praxis, New York, NY. 682p.
- MISTRY, J. 1998. Fire in the cerrado (savannas) of Brazil: an ecological review. *Progress in Physical Geography*, 22: 425-448
- MITTERMEIER, R.A.; DA FONSECA, G.A.B.; RYLANDS, A.B. & BRANDON, K. 2005. A brief history of biodiversity conservation in Brazil. *Conservation Biology*, 19: 601-607.
- MORAIS, H.C. & BENSON, W.W. 1988. Recolonização de vegetação de Cerrado após queimada, por formigas arborícolas. *Revista Brasileira de Biologia*, 48: 459-466.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; DA FONSECA, G.A.B. & KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853-858.
- NARDOTO, G.B. & BUSTAMANTE, M.M.C. 2003. Effects of fire on soil nitrogen dynamics and microbial biomass in savannas of Central Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 38: 955-962.
- NARDOTO, G.B.; BUSTAMANTE, M.M.C.; PINTO, A.S. & KLINK, C.A. 2006. Nutrient use efficiency at ecosystem and species level in savanna areas of Central Brazil and impacts of fire. *Journal of Tropical Ecology*, 22: 191-201.
- NAVES, M.A. 1996. Efeito do fogo na população d formigas (Hymenoptera-Formicidae) em cerrado do Distrito Federal. Pp. 170-177. In: Anais do Simpósio Impacto das Queimadas sobre os Ecossistemas e Mudanças Globais. 3º Congresso de Ecologia do Brasil. Brasília, DF. 187p.
- ODOWD, D.J. & GILL, A.M. 1984. Predator satiation and site alteration following fire - mass reproduction of Alpine Ash (*Eucalyptus-delegatensis*) in Southeastern Australia. *Ecology*, 65: 1052-1066.
- PARR, C.L. & BROCKETT, B.H. 1999. Patch-mosaic burning: a new paradigm for savanna fire management in protected areas? *Koedoe*, 42: 117-130.
- PIVELLO, V.R. & COUTINHO, L.M. 1992. Transfer of macronutrients to the atmosphere during experimental burnings in an open cerrado (Brazilian savanna). *Journal of Tropical Ecology*, 8: 487-497.
- PIVELLO, V.R.; OLIVERAS, I.; MIRANDA, H.S.; HARIDASAN, M.; SATO, M.N. & MEIRELLES, S.T. 2010. Effect of fires on soil nutrient availability in an open savanna in Central Brazil. *Plant and Soil*. 337: 111-123.
- PRADA, M. & MARINHO-FILHO, J. 2004. Effects of fire on the abundance of Xenarthrans in Mato Grosso, Brazil. *Austral Ecology*. 29: 568-573.
- PRADA, M.; MARINI-FILHO, O.J. & PRICE, P.W. 1995. Insects in flower heads of *Aspilia foliacea* (Asteraceae) after a fire in a central Brazilian savanna: Evidence for the plant vigor hypothesis. *Biotropica*, 27: 513-518.
- RAMOS-NETO, M.B.; PIVELLO, V.R. 2000. Lightning fires in a Brazilian Savanna National Park: Rethinking management strategies. *Environmental Management*, 26: 675-684.
- ROCHA, E.C. & SILVA, E. 2009. Composição da Mastofauna de Médio e Grande Porte na Reserva Indígena "Parabubure", Mato Grosso, Brasil. *Revista Árvore*, 33: 451-459.
- RODRIGUES, F.H.G. 1996. Influência do fogo e da seca na disponibilidade de alimentos para herbívoros do Cerrado. Pp. 76-83. In: Anais do Simpósio Impacto das Queimadas sobre os Ecossistemas e Mudanças Globais. 3º Congresso de Ecologia do Brasil. Brasília, DF. 187p.
- SANAIIOTTI, T.M. & MAGNUSSON, W.E. 1995. Effects of annual fires on the production of fleshy fruits eaten by birds in a Brazilian Amazonian Savanna. *Journal of Tropical Ecology*, 11: 53-65.
- SILVEIRA, L.; RODRIGUES, F.H.G.; JACOMA, A.T.D. & DINIZ, J.A.F. 1999. Impact of wildfires on the megafauna of Emas National Park, central Brazil. *Oryx*, 33: 108-114.
- TRACY, C.R. & GEORGE, T.L. 1992. On the determinants of extinction. *American Naturalist*, 139: 102-122.
- VASCONCELOS, H.L.; LEITE, M.F.; VILHENA, J.M.S.; LIMA, A.P. & MAGNUSSON, W.E. 2008. Ant diversity in an Amazonian savanna: Relationship with vegetation structure, disturbance by fire, and dominant ants. *Austral Ecology*, 33: 221-231.
- VASCONCELOS, H.L.; PACHECO, R.; SILVA, R.C.; VASCONCELOS, P.B.; LOPES, C.T.; COSTA, A.L. & BRUNA, E.M. 2009. Dynamics of the Leaf-Litter Arthropod fauna

following fire in a Neotropical Woodland Savanna. *PLoS ONE*, 4: doi: 10.1371/journal.pone.0007762

VIEIRA, E.M. 1999. Small mammal communities and fire in the Brazilian Cerrado. *Journal of Zoology*, 249: 75-81.

VIEIRA, E.M.; ANDRADE, I. & PRICE, P.W. 1996. Fire effects on a *Palicourea rigida* (Rubiaceae) gall midge: A test of the plant vigor hypothesis. *Biotropica*, 28: 210-217.

VIEIRA, E.M. & MARINHO-FILHO, J. 1998. Pre- and post-fire habitat utilization by rodents of Cerrado from Central Brazil. *Biotropica*, 30: 491-496.

VIEIRA, M.V. 2003. Seasonal niche dynamics in coexisting rodents of the Brazilian cerrado. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 38: 7-15.

VITT, L.J. & CALDWELL, J.P. 1993. Ecological observations on cerrado lizards in Rondonia, Brazil. *Journal of Herpetology*, 27: 46-52.

WILLIAMS, A.A.J.; KAROLY, D.J. & TAPPER, N. 2001. The sensitivity of Australian fire danger to climate change. *Climatic Change*, 49: 171-191.

Submetido em 10/09/2010

Aceito em 29/05/2011

Tabela 2. Resumo dos principais efeitos do fogo sobre a fauna das savanas brasileiras.
Table 2. Summary of the main effects of fire on the fauna of Brazilian savannas.

Grupo	Duração do estudo (aproximada)	Efeitos registrados	Fonte
Grandes mamíferos	1 ano	Veado-campeiro e anta foram pouco vulneráveis aos efeitos diretos do fogo (fogem rapidamente), enquanto o tamanduá-bandeira é mais vulnerável. Tatu-canastra também foi pouco afetado (refugia-se em abrigos subterrâneos).	Silveira <i>et al.</i> 1999
	1 ano	Não registrou efeito sobre a abundância de tamanduás-bandeira e tatuís-canastra, mas aumentou a abundância do tatu peba devido à maior disponibilização de alimento após o fogo (brotos, raízes folhas e insetos).	Prada & Marinho-Filho 2004
Pequenos mamíferos	4 meses	Roedores aparentemente não utilizam matas de galerias subjacentes como refúgio, usualmente esses animais se refugiam em tocas e buracos no subsolo.	Vieira & Marinho-Filho 1998
	Seqüências temporais de 1 a 26 anos	Desencadeamento de um processo sucessional, onde logo após o fogo algumas espécies são dominantes, com o tempo essas espécies passam a ter suas abundâncias diminuídas e outras espécies se tornam mais abundantes.	Briani <i>et al.</i> 2004
	Seqüências temporais de 1 a 26 anos	Resultados semelhantes à Briani <i>et al.</i> , 2004.	Henriques <i>et al.</i> 2006
	2 anos	Áreas protegidas de fogo possuíam mais espécies antes e após o evento de fogo do que áreas que queimam frequentemente. Houve mudança na abundância relativa das espécies no pós-fogo, algumas se tornando mais abundantes e outras menos.	Vieira 1999
Aves	1 ano	A maioria das aves não sofreu alteração na abundância no pós-fogo, indicando que possivelmente estão adaptadas às alterações ambientais geradas pelo fogo.	Cavalcanti & Alves 1997
	5 meses	A composição da comunidade de aves pré-fogo foi significativamente diferente daquela encontrada após a passagem do fogo. A alta frequência do fogo na região pode estar mudando constantemente as comunidades de aves no tempo e no espaço.	Cintra & Sanaiotti 2005
Lagartos	1 ano	<i>Cnemidophorus lemniscatus</i> apresentou menor utilização de áreas queimadas, pois o fogo retira a vegetação que provê sombreamento importante para a espécie. <i>Anolis aeneus</i> e <i>Kentropyx striata</i> não apresentaram diferença na utilização de áreas queimadas e não-queimadas.	Faria <i>et al.</i> 2004
	5 meses	Após a passagem do fogo algumas espécies de lagartos foram encontradas mais frequentemente nas aberturas dos ninhos de cupins e entradas de tocas de tatus (importantes refúgios), sendo que algumas espécies que antes eram raras nas áreas passaram a ser comuns.	Vitt & Caldwell 1993
	8 meses	Áreas com incêndios eventuais apresentaram uma maior riqueza de espécies de lagartos do que as áreas queimadas a intervalos regulares de 2 ou 4 anos. Sugere-se que grandes áreas queimadas podem reduzir a riqueza de lagartos, especialmente os das famílias Gynophthalmidae e Scincidae.	Araujo <i>et al.</i> 1996

Continuação/Continuation

Tabela 2. Compilação dos efeitos do fogo na fauna estudada, autores do trabalho, duração da coleta e efeito do fogo sobre a comunidade de animais.
Table 2. Compilation of the results from selected papers. Faunal group studied, authors of the papers, sampling duration and the effect of fire on the animal assemblages studied.

Grupos	Duração (aproximada)	Efeito do fogo	Artigos
Artrópodos	22 meses	Redução da abundância de todos os artrópodos, abundância de cada táxon individualmente, e riqueza dos grupos taxonômicos. A menor disponibilidade de serrapilheira e a mortalidade direta foram as principais causas das mudanças observadas. No entanto, os efeitos foram transitórios e em muitos casos negligíveis no segundo ano após o fogo.	Vasconcelos <i>et al.</i> 2009
Formigas	4 anos	A quantidade de área queimada (no ano anterior ao estudo ou nos três anos anteriores ao estudo) não teve influência sobre a riqueza de espécies. A quantidade de área queimada teve influência bastante limitada sobre a composição de espécies	Vasconcelos <i>et al.</i> 2008
	17 meses	Ocorreu um menor número de colônias por espécie de formigas arborícolas no primeiro mês após a queimada. O número de espécies na área queimada foi menor que o da área não queimada até o fim do estudo. Apesar da alta taxa de recolonização na área queimada, as colônias nessas foram comparativamente menores do que nas áreas não queimadas.	Morais & Benson 1988
	4 meses	O estudo mostra uma leve diminuição na atividade de formigas que nidificam no solo 24 horas após a passagem do fogo. Já para as formigas que nidificam na vegetação houve redução na atividade de 69%.	Naves 1996
	1 ano	Não houve diferença na taxa de visitação por formigas a nectários extraflorais entre uma área queimada e outra controle um mês após o fogo. Porém, 15 meses após o incêndio a taxa de visitação foi maior na área queimada.	Knoechelmann & Morais 2008
Cupins	1 mês	Não foi observado nenhum efeito significativo sobre o número de gêneros e a abundância dentro de cada gênero devido à ocorrência do fogo.	De Souza <i>et al.</i> 2003
Insetos galhadores	3 meses	Houve um aumento na produção de folhas novas com menor dureza e, conseqüentemente, maior ataque as plantas pelos insetos. Além disso, o fogo teve um efeito positivo no estabelecimento e sobrevivência dos insetos na primeira e na segunda geração, sendo o efeito ainda mais forte na segunda geração.	Vieira <i>et al.</i> 1996
Insetos minadores e galhadores	1 ano	Algumas morfoespécies de galhas e minadores foram afetadas negativamente pelo fogo e se tornaram menos abundantes, e mostraram um padrão exógeno de recolonização. No entanto, alguns minadores eram capazes de se empupar, e nestes casos a recolonização foi endógena.	Marini-Filho 2000
Insetos de inflorescências (coleópteros, dípteros)	1 mês	O fogo promoveu a intensificação da floração e resultou em um efeito positivo na abundância de coleópteros e dípteros visitantes de inflorescências.	Prada <i>et al.</i> 1995