EFEITO DO FOGO NA ABUNDÂNCIA DE INSETOS DO CERRADO: O QUE SABEMOS?

Ivone R. Diniz
Departamento de Zoologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília. 70910-900, Brasília, DF. irdiniz@unb.br

Helena C. Morais
Departamento de Ecologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília. 70910-900, Brasília, DF. morais@unb.br

RESUMO - Os padrões de abundância de insetos já foram investigados para algumas ordens de insetos na região de cerrado. A região tem uma longa história de eventos de queimadas mas, com raras exceções, as informações sobre os efeitos do fogo na abundância de insetos são largamente desconhecidas. O presente estudo trata do efeito do fogo na abundância de insetos no cerrado do Distrito Federal. Os insetos foram capturados com a utilização de três tipos de armadillhas durante um ano: janela, tenda de Malaise e alçapão, em duas áreas preservadas e em duas queimadas de campo sujo e cerrado sentido restrito. Os insetos foram somados em cada área e os números totais foram utilizados nas análises comparativas. Foram coletados indivíduos de 15 Ordens, mas somente sete dessas foram abundantes em todas as áreas, independentemente da ocorrência ou não do fogo e do tipo de vegetação. A abundância de insetos foi sempre maior nas áreas queimadas do que nas áreas preservadas. Insetos como Hymenoptera, Coleoptera, Lepidoptera e Hemiptera foram os mais abundantes nas áreas queimadas, enquanto Isoptera e Collembola (não-inseto) foram mais comuns nas áreas preservadas dos dois tipos fitofisionômicos. O estudo fornece informação básica sobre os efeitos das queimadas na abundância de insetos e permite o início da discussão sobre as possíveis influências nas cadeias alimentares de diferentes níveis tróficos, já que os insetos são recursos alimentares bastante importantes para muitos animais e atacam todas as plantas do cerrado.

Palavras chave: Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Isoptera, Lepidoptera

FIRE EFFECTS IN CERRADO ABUNDANCE INSECTS: WHAT WE KNOW?

ABSTRACT - Insect abundance seasonal patterns have only been investigated for some insect orders in the cerrado region. The region has a long term history of fire events but even basic information on the fire effect on insect abundance is unknown. Thus, our study concerns the effect of fire on insect abundance in the savanna-like vegetation of the central Brazilian cerrado in Distrito Federal. The insects were sampled by window, malaise tent and pitfall traps within one year, in two preserved and two burnt study areas of campo sujo and cerrado *sensu strict* respectively. We used a total number of insects captured to analyses the fire effect on insect abundance. Individuals of 15 Orders were collected but only seven orders were the most abundant in all studied areas independently of type vegetation and the previous occurrence of fire. The insect abundance was higher on both burnt study areas than their preserved areas. Insects like Hymenoptera, Coleoptera, Lepidoptera and Hemiptera were more abundant in burnt areas while Isoptera and Collembola (non-insect) were most common in the preserved area. The study provides baseline information about the fire effects on insect abundance and permits evaluation of the effect of this increase of abundance as they are resource for various food chains, and used all plant species as food.

Key-words: Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Isoptera, Lepidoptera

INTRODUÇÃO

Há fortes evidências de que as queimadas periódicas no cerrado vêm acontecendo antes mesmo da chegada do homem na América do Sul, quando o fogo era iniciado naturalmente pela eletricidade dos raios. Algumas dessas evidências são estudos palinológicos (referências em Miranda *et al.* 2004) e as adaptações presentes nas plantas do cerrado que minimizam os danos causados pelo fogo (Eiten, 1972). A freqüência do fogo no cerrado vem aumentando recentemente devido à intensa ocupação humana na

região e, no Brasil central, é exposto regularmente às queimadas iniciadas pelo homem (Frost & Robertson 1987). O cerrado é transformado extensivamente pelo aumento do fogo e pela introdução de espécies de gramíneas como o capim gordura (*Melinis minutiflora*), resultando em um novo ambiente (Hoffmman & Jackson 2000; Kilnk & Moreira 2002; Hobbs *et al.* 2006; Hoffmman & Haridasan 2008).

O fogo influencia a composição e a estrutura da flora, da fauna e cria estruturas espaciais nas paisagens (Coutinho 1990; Shea *et al.* 2004; Knight & Holt 2005). Os efeitos do fogo, como também de outros distúrbios, no ambiente dependem da extensão, da intensidade, da duração, do período, do histórico e do ecossistema onde ocorreram esses distúrbios (Whelan 1995; Knight & Holt 2005). As queimadas afetam, direta e indiretamente, o ambiente alterando as condições abióticas como o solo, por exemplo, com aumento da liberação de nutrientes e a conseqüente mudança na disponibilidade de nutriente foliar o que, por sua vez, influencia os padrões de alimentação dos herbívoros (Rieske 2002). Modificam, também, a fauna alterando a qualidade e a quantidade de alimentos, os locais de nidificação e abrigos, as pressões de predação, as incidências de doenças, a intensidade das interações competitivas e os padrões das interações sociais, das mortalidades e das interações tróficas entre herbívoros e plantas. Podem, dependendo das circunstâncias, modificar os períodos de reprodução e a migração de animais, a diversidade, a composição e a sucessão de espécies na comunidade (Bigalke & Willan 1984; Kauffman *et al.* 1994; Whelan 1995; Menges & Hawkes 1998; Swengel 2001; Knight & Holt 2005).

Muitos insetos, especialmente aqueles que vivem em ecossistemas ou habitats onde ocorrem queimadas freqüentes, apresentam estratégias que facilitam a sobrevivência nestas condições ou na recolonização das áreas queimadas. Entretanto, muitos entomologistas argumentam que populações pequenas e isoladas de insetos podem ser incapazes de sobreviver às queimadas repetitivas (p. ex: Dietrich *et al.* 1998) e, que somente, serão capazes de tolerar as grandes queimadas se tiverem refúgios adequados próximos à área queimada ou se houver fragmentos de vegetação dentro da área queimada (Panzer 2003).

Apesar do fogo ter sido utilizado, na agricultura em vários sistemas e durante longos períodos, para reduzir as populações de insetos pragas (McCullough *et al.* 1998), quase não há informações sobre os efeitos do fogo em invertebrados em ambientes naturais.

Informações sobre os padrões de abundância de insetos no cerrado estão disponíveis para algumas ordens e poucos grupos específicos (Diniz 1997; Vieira *et al.* 1996; Pinheiro *et al.* 2002). No cerrado a distribuição de abundância de insetos foi variável conforme a ordem. Não foram detectados padrões para Diptera, Hemiptera (Auchenorryncha), Lepidoptera e Orthoptera. As ordens Isoptera, Coleoptera e Hemiptera (Heteroptera) apresentaram pico de abundância na estação chuvosa enquanto os Hymenoptera mostraram dois picos, um em cada estação (Pinheiro *et al.* 2002).

Apesar, desse trabalho ser exploratório para o cerrado e comparar a abundância e a distribuição temporal das ordens de insetos entre áreas preservadas do fogo e outras queimadas, pode-se discutir algumas questões como: o fogo afeta diferentemente as várias ordens de insetos? O efeito do fogo na abundância de insetos varia entre duas fitofisionomias de cerrado?

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi feito na Reserva Ecológica do IBGE (RECOR - 47°51'W, 15°55'S), a 35 km ao sul de Brasília, no Distrito Federal, Brasil, em áreas de cerrado sentido restrito e de campo sujo, a uma altitude de 1.100m. O clima do cerrado é sazonal, caracterizado por duas estações climáticas bem definidas uma seca (de maio a setembro) com média de pluviosidade de 23,9mm e umidade relativa de 58,2% e a outra chuvosa (outubro a abril) quando a pluviosidade média é de 184,7mm e a umidade relativa do ar de 75,7%.

As coletas foram feitas em duas fitofisionomias do cerrado e em períodos distintos. Em cada par de áreas (queimada e controle), as coletas foram feitas quinzenalmente: no campo sujo em 1986-1987 e no cerrado sentido restrito em 1997-1998. A área de campo sujo sofreu uma queimada esporádica em agosto de 1986 enquanto a área de cerrado sentido restrito sofre queimadas bienais desde 1990. Um quadrante de 1 ha foi estabelecido para cada área com 24 pontos de coleta separados por 15m. A cada duas coletas (mês), sorteava-se um novo ponto de coleta e as armadilhas eram removidas para o novo ponto até o mês seguinte quando era realizado o novo sorteio e

assim por diante até o fim do período do estudo.

Três tipos de armadilhas foram utilizadas: tenda de Malaise (com superfície bidimensional de $2m^2$), alçapão (pitfall com $20cm^3$) e tipo janela (80cm x 80cm). As amostras recolhidas dessas armadilhas foram levadas para o laboratório onde foram feitas a triagem, a separação por ordens e a contagem dos insetos. Para as análises juntamos todas as coletas das armadilhas porque estamos interessados em uma análise global da abundância de insetos. O Hexapoda, não inseto, da Ordem Collembola foi considerado somente nas coletas do campo sujo. As ordens de insetos que foram raras devido à ineficiência dessas armadilhas em capturá-las foram desconsideradas nesse trabalho.

RESULTADOS

Foram coletadas 15 ordens de insetos nas áreas preservadas do fogo (ver Pinheiro *et al.* 2002). Entretanto, apenas sete ordens de insetos foram abundantes nas quatro áreas independentes da fitofisionomia e da ocorrência ou não do fogo, com algumas variações na ordem numérica entre as áreas: Hymenoptera (abelhas, formigas e vespas), Coleoptera (besouros), Diptera (moscas e mosquitos), Lepidoptera (borboletas e mariposas), Hemiptera (cigarras, cigarrinhas e percevejos), Isoptera (cupins) e Orthoptera (gafanhotos, grilos, paquinhas e esperanças) (**Tabela 1**). O total de insetos coletados foi maior nas áreas queimadas tanto no cerrado sentido restrito quanto no campo sujo. Entretanto, não houve diferenças significativas entre as áreas queimadas e não queimadas quando os dados foram analisados conjuntamente ($U = 56,0$, $Z = 0,924$, $p = 0,36$). A abundância total de insetos foi bastante semelhante nas duas áreas preservadas apesar de se tratar de fitofisionomias diferentes (**Tabela 1**), mas, com grandes variações numéricas entre as ordens. No cerrado sentido restrito houve maior captura de Coleoptera (2,87 x), Isoptera (2,25 x) e Orthoptera (2,25 x) do que no campo sujo. No campo sujo houve maior captura de Diptera (2,11 x) e de Hemiptera (1,65 x) do que no cerrado sentido restrito.

A ordem Diptera foi mais abundante na área preservada do que no campo sujo queimado enquanto no cerrado sentido restrito a abundância foi maior na área queimada. Os isópteros foram significativamente mais abundantes nas áreas preservadas nos dois tipos fitofisionômicos, sendo oito vezes mais abundantes no cerrado sentido restrito e cerca de três vezes mais comum no campo sujo do que nas áreas queimadas respectivas. O Hexapoda, não inseto, Collembola foi 35 vezes mais abundante no campo sujo preservado do fogo do que na área queimada correspondente (**Tabela 1**).

O fogo não alterou a variação sazonal da abundância de insetos no cerrado (**Figuras 1 e 2**). Entretanto, a abundância de insetos, em geral e, como exemplo, os coleópteros em particular variou mensalmente e foi quase sempre maior nas áreas queimadas tanto nas coletas de 1986-1987 no campo sujo como naquelas de 1996-1997 no cerrado sentido restrito.

Tabela 1 - Número total de insetos coletados em áreas queimadas e não queimadas (controle) de cerrado sentido restrito e de campo sujo da Reserva do IBGE, em Brasília, DF, durante um ano.

ORDENS DE INSETOS	CERRADO Sentido restrito QUEIMADO	CERRADO Sentido restrito CONTROLE	CAMPO SUJO QUEIMADO	CAMPO SUJO CONTROLE
Hymenoptera	**30.427**	11.529	**17.476**	11.114
Coleoptera	**15.721**	13.033	**8.388**	4.536
Diptera	**15.214**	10.276	16.824	**21.683**
Lepidoptera	**3.813**	752	**2.500**	1.235
Hemiptera	**3.596**	2.506	**4.787**	4.131
Isoptera	1.251	**10.025**	1.628	**4.457**
Orthoptera	908	752	328	334
Total	**70.930**	48.873	**51.931**	47.490
Não inseto- Collembola	----------	----------	3.368	**117.632**

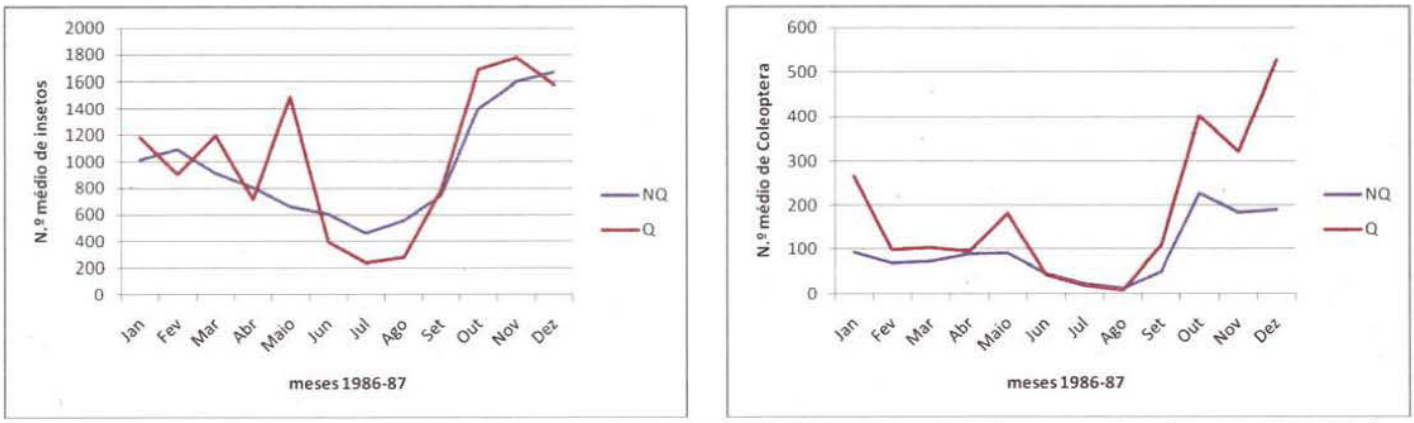


Figura 1 - A) Abundância média mensal para insetos totais, exceto Collembola e (B) para Coleoptera, coletados em 1986-1987, área de campo sujo queimado e não queimado com a utilização de três tipos de armadilhas. Dados de Diniz (1997) mostrados de forma simplificada.

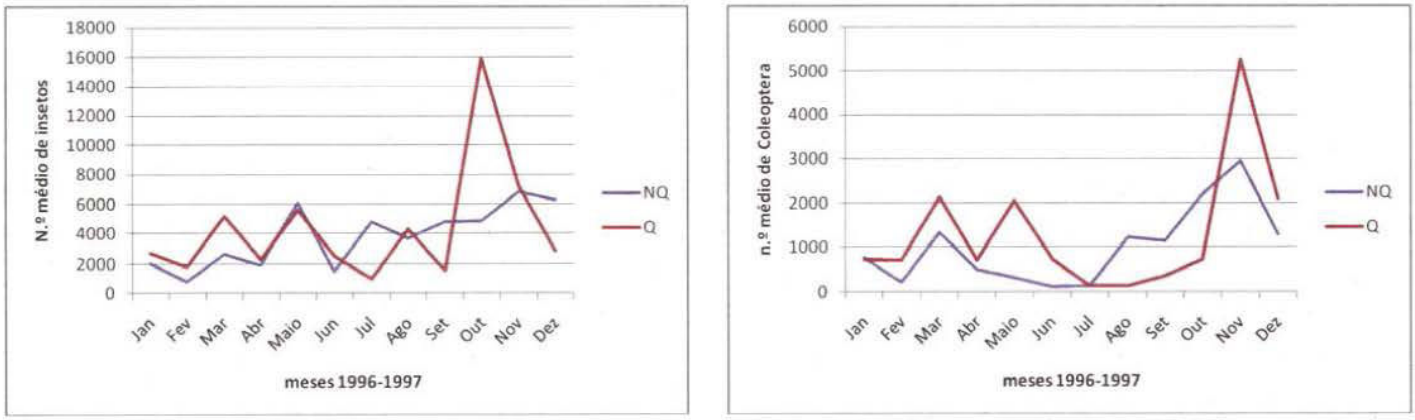


Figura 2 - A) Abundância média mensal para insetos totais, exceto Collembola e (B) para Coleoptera, coletados com três tipos de armadilhas em 1996-1997, área de cerrado sentido restrito queimado e não queimado. Parte dos dados de Pinheiro *et al.* (2002) mostrada de forma simplificada.

DISCUSSÃO

As mudanças ambientais induzidas pelo fogo podem ser importantes na determinação da composição de espécies de insetos seja devido ao favorecimento de espécies que dependem de ambientes mais abertos ou xéricos e diminuindo ou eliminando outras populações pela diminuição da diversidade de nichos (Lamotte 1975). Entretanto, a abundância das ordens de insetos varia grandemente entre as estações climáticas no cerrado de Brasília (Pinheiro *et al.* 2002).

Os distúrbios na vegetação podem trazer fortes efeitos nos herbívoros, pois o fogo é conhecido como um estimulador de rebrota em variados ecossistemas (Stein *et al.* 1992). Muitos estudos mostraram que o fogo estimula o florescimento em plantas herbáceas (Baruch *et al.* 1989; Silva *et al.* 1990; Leigh *et al.* 1991; Laubhan 1995). Em área próxima à nossa área de estudo, o fogo estimulou a produção de flores e sementes em *Trachypogon filifolius* e *Echinolaena inflexa* (Gramínea) (Parron & Hay 1997). Além disso, há dados que mostraram o aumento de crescimento de gramíneas em outras áreas (Canales *et al.* 1994).

Nove grupos de artrópodes mais abundantes nas serrapilheiras (aranhas, ácaros e carrapatos, pseudoescorpiões, colémbolos, percevejos, coleópteros, formigas e larvas de insetos), sofreram uma redução significativa na abundância com as queimadas freqüentes (York 1999). Alguns grupos no cerrado mostraram diferenças significativas na abundância entre as áreas de estudo.

Invertebrados coletados com o alçapão

mostraram variações entre os grupos; enquanto alguns grupos mostraram redução da população pós-fogo, outros grupos aumentaram (Lamotte 1975). Diptera, por exemplo, variou de abundância de acordo com o período da queimada, mas as maiores variações foram aquelas anuais. Para os coleópteros as flutuações foram sazonais, independentemente do fogo. Himenópteros e aranhas ocorreram em maiores abundâncias em áreas protegidas do fogo por menos tempo. Os ortópteros e os hemípteros foram mais abundantes depois do fogo, o que pode estar relacionado às rebrotas das plantas que constitui o alimento desses grupos. Em nosso estudo, as respostas dos insetos ao fogo mostraram que o mesmo pode afetar diferentemente a abundância quando ocorre em áreas mais abertas (campo sujo) ou mais fechadas (cerrado sentido restrito). Coleoptera e Hemiptera, por exemplo, não exibiram diferenças na abundância entre as áreas, queimada e preservada, no cerrado sentido restrito. Entretanto, no campo sujo foram significativamente mais abundantes na área queimada. Esses grupos são bastante ricos em espécies e diversos em usos do habitat, o que torna difícil a argumentação já que algumas famílias diminuem enquanto outras aumentam a abundância pós-fogo.

Alguns estudos sobre insetos e fogo mostraram que há um forte declínio no período imediato após a queimada (horas depois) como também no curto prazo (1-2 meses após o fogo) quando comparado às coletas feitas pré-fogo ou em áreas preservadas. Três grupos de organismos mostraram grande sensibilidade às queimadas na área de campo sujo: Diptera, Isoptera e os Collembola, sendo esse último 35 vezes menos abundante na área queimada. Em contraste, inúmeras espécies de várias famílias de insetos já foram documentadas como sendo atraídas pelo fogo ou pela fumaça o que os leva a ovipositar na vegetação recém-queimada. Muitas dessas espécies pertencem às ordens Coleoptera e Diptera (Swengel 2001). Os dípteros do cerrado sentido restrito e os himenópteros, coleópteros e lepidópteros do campo sujo parecem corroborar essa afirmação acima.

Os hemípteros (Auchenoryncha), coletados nas armadilhas de interceptação de vôo, foram mais abundantes na área queimada. Como esse grupo é herbívoro, ele pode estar respondendo diretamente ao rebrotamento, especialmente de gramíneas. De fato, o rebrotamento rápido no cerrado, de certas plantas, depois da passagem do fogo é invariávelmente seguido por um ataque intenso de insetos herbívoros (Prada *et al.* 1995; Vieira *et al.* 1996).

Hymenoptera teve a maior abundância na área queimada provavelmente devido à maior facilidade de localização de recursos como flores, por exemplo. Além disso, o fogo promove a floração de algumas espécies herbáceas no cerrado (Munhoz & Felfili 2005) tornando este recurso mais abundante em áreas recém queimadas. Os lepidópteros responderam de maneira similar (mais abundantes em áreas queimadas) e isso pode ser resposta ao aumento quantitativo e qualitativo de recursos para ovipositar (folhas novas) e forragear (flores).

Os isópteros foram mais comuns nas duas áreas preservadas comparadas às áreas queimadas correspondentes e, provavelmente, isso deveu-se à redução das colônias pela ação de queimadas.

A longo prazo, durante todas as estações climáticas, há sempre menos artrópodes por unidade de área nas savanas regularmente queimadas do que naquelas preservadas, com uma perda de 30% na abundância e na biomassa (Gillon 1983). Isto realmente é esperado para os herbívoros que se alimentam de gramíneas porque esta apresenta melhor estabelecimento nas áreas preservadas.

A explicação pela qual a abundância de insetos aumenta em determinada área após a passagem do fogo deve estar relacionada à habilidade das espécies de acessar e utilizar o rebrotamento da vegetação (Swengel 2001). Por exemplo, um estudo conduzido no cerrado de Brasília mostrou que os minadores e os cecidógenos que recolonizaram a área queimada eram constituídos, principalmente, por indivíduos migrantes além daquelas espécies que são adaptadas e sobrevivem ao fogo (Marini-Filho 2000). Há, ainda, variação na resposta dos insetos em relação ao fogo dependendo do nível trófico.

Não é uma tarefa fácil estabelecer o que acontece aos insetos quando uma área passa por queimadas prescritas ou acidentais. Entretanto, alguns trabalhos na mesma região de cerrado com lagartas de lepidópteros em diferentes espécies de plantas indicaram que as queimadas acidentais aumentam a proporção de plantas com lagartas, a abundância e a riqueza de lagartas, enquanto nas áreas com queimadas repetitivas bienais houve uma redução de todos os três parâmetros considerados acima (Gonçalves 2007; Higgins 2007). Muitos outros estudos serão

necessários com dados por família, por guildas e até específicos para o melhor entendimento dessa relação. Mas, sem dúvida, a disponibilização de dados e repetição de experimentos em diferentes condições sobre as variações na abundância e na distribuição temporal é o primeiro passo para a obtenção dessas respostas.

Resumindo, os nossos resultados indicaram que o fogo aumentou a abundância total de insetos nas duas áreas queimadas, corroborando resultados anteriores, independentemente da fitofisionomia de cerrado. Entretanto, a diferença na abundância é bem maior no cerrado sentido restrito do que no campo sujo. O fogo afeta de maneira diferente as diversas ordens: os dípteros aumentaram a abundância no campo sujo queimado e diminuíram no cerrado sentido restrito. Com o aumento da abundância de insetos em áreas queimadas podemos inferir maior ataque às plantas, maior ataque de parasitas e predadores e com isso alterar as cadeias alimentares em vários níveis tróficos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Joaquim Silva, Santos Balbino e Maria do Socorro Bandeira do Departamento de Zoologia nos trabalhos de campo e de laboratório; à administração da Reserva Biológica do IBGE; à FAPDF pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARUCH, Z.; HERNÁNDEZ, A. B. & MONTILLA, M. G. Dinámica del crecimiento, fenologia y repartición de biomassa em gramíneas nativas e introducidas de uma sabana neotropical. **Ecotropica,** v.2, p.1-13. 1989.

BIGALKE, R. C. & WILLAN, K. Effects of fire regime on faunal composition and dynamics. In P. V. BOYSEN, P. V. & TAYTON, N. M. (eds.). **Ecological effects of fire in South African ecosystems.** New York: Springer Verlag, 1984. p. 255-271.

CANALES, J.; TREVISAN, M. G.; SILVA, J. F. & CASWELL, H. A demographic study of the annual grass (*Andropogon brevifolius* Schwarz) in burned and unburned savanna. **Acta Oecologica,** v.15, p. 261-273. 1994.

COUTINHO, L. M. Fire ecology of the Brazilian cerrado. In GOLDAMMER, J. G. (ed.). **Fire in the tropical biota** - ecosystem processes and global challenges. Berlin: Springer Verlag, 1990. p.82-105.

DIETRICH, C. H.; HARPER, M. G.; LARIMORE, R. L. & TESSENE, P. A. Insects and fire: too much of a good thing? **Illinois Natural History Survey Reports**, v.342, p.4-4. 1998.

DINIZ, I. R. **Variação na abundância de insetos no cerrado: efeito das mudanças climáticas e do fogo**. Brasília: UnB, 1997. 274p. (Tese de Doutorado).

EITEN, G. The cerrado vegetation of Brazil. **Botanical Review,** v.38, p.201-341. 1972.

FROST, P. G. H. & ROBERTSON, F. The ecological effects of fire in savannas. In: WALKER, B. H. (ed.). **Determinants of tropical savannas**. Oxford: IRL Press, 1987. p. 93-140.

GILLON, D. The fire problem in tropical savannas. In: BOURLÈRE, F. (ed.). **Ecosystems of the world**: tropical savannas. New York: Elsevier, 1983. p. 617-641.

GONÇALVES, C. L. **Larvas de Lepidoptera em duas espécies de *Erythroxylum* em um cerrado de Brasilia, DF: fogo e fenologia foliar**. Brasília: UnB, 2007. 93p. (Dissertação de Mestrado).

HIGGINS, B. F. **Fogo, fenologia foliar e a fauna de lagartas em *Byrsonima coccolobifolia* Kunth (Malpighiaceae)**. Brasília: UnB, 2007. 56p. (Dissertação de Mestrado).

HOBBS, R. J.; ARICO, S.; ARONSON, J.; BARON, J. S.; BRIDGEWATER, P.; CRAMER, V. A.; EPSTEIN, P. R.; EWEL, J. J.; KLINK, C. A.; LUGO, A. E.; NORTON, D.; OJIMA, D.; RICHARDSON, D. M.; SANDERSON, E. W.; VALLADARES, F.; VILA, M.; ZAMORA, R. & ZOBEL, M. Novel ecosystems: theoretical and managemente aspects of

the new ecological world order. **Global Ecology and Biogeography,** v.15, p.1-7. 2006.

HOFFMANN, M. A. & HARIDASAN, M. The invasive grass, *Melinis minutiflora*, inhibits tree regeneration in a neotropical savanna. **Austral Ecology**, v.33, p.29-36. 2008.

HOFFMANN, M. A. & JACKSON, R. B. Vegetation-climate feedbacks in the conversion of tropical savannas to grassland. **Journal of Climate**, v.13, p.1593-1602. 2000.

KAUFFMAN, J. B.; CUMMINS, D. L. & WARD, D. E. Relationships of fire, biomass and nutrient dynamics along a vegetation gradient in the Brazilian cerrado. **Journal of Ecology**, v.82, p.519-531. 1994.

KLINK, C. A. & MOREIRA, A. C. Past and current human occupation, and land use. In: OLIVEIRA, P. S. & MARQUIS, R. J. (eds.). **The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna**. New York, Columbia University Préss, 2002. p. 69-75.

KNGTH, T. M. & HOLT, R. D. Fire generates spatial gradients in herbivory: an example from a Florida sandhill ecosystem. **Ecology**, v.86, p.587-593. 2005.

LAMOTTE, M.. The structure and function of a tropical savanna ecosystem. In: GOLLEY, F. B. & MEDINA, E. (eds.). **Tropical ecological systems**: trends in terrestrial and aquatic research. Berlin: Springer Verlag, 1975. p.179-222.

LAUBHAN, M. K. Effects of prescribed fire on moist-soil vegetation and soil macronutrients. **Wetlands**, v.15, p.159-166. 1995.

LEIGH, J. H.; WOOD, D. H.; SLEE, A. V. & HOLGATE, M. D. The effects of burning and simulated grazing on productivity, forage quality, mortality and flowering of eight subalpine herbs in Kosciusko National Park. **Australian Journal of Botany**, v.39, p.97-118, 1991.

MARINI-FILHO, O. J. Distance-limited recolonization of burned cerrado by leaf-miners and gallers in Central Brazil. **Environmental Entomology**, v.29, p.901-906. 2000.

MCCULLOUGH, D. G.; WERNER, R. A. & NEUMANN, D. Fire and insects in northern and boreal forest ecosystems of North America. **Annual Review of Entomology**, v.43, p.107-127. 1998.

MENGES, E. S. & HAWKES, C. V. Interactive effects of fire and microhabitat on plants of Florida scrub. **Ecological Applications**, v.8, p.935-946. 1998.

MIRANDA, H. S.; SATO, M. N.; ANDRADE, S. M. A; HARIDASAN, M. & MORAIS, H. C. Queimadas de Cerrado: caracterização e impactos. In: AGUIAR, L. M. S. & CAMARGO, A. J. A. (eds.). **Cerrado: ecologia e caracterização**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. p.69-123.

MUNHOZ, C. B. R. & FELFILI, J. M. Fenologia do estrato herbáceo-subarbustivo de uma comunidade de campo sujo na Fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, v.19, p.979-988. 2005.

PANZER, R. Importance of *in situ* survival, recolonization, and habitat gaps in the postfire recovery of fire sensitive prairie insect species. **Natural Areas Journal,** v.23, p.4-21. 2003.

PARRON, L. M. & HAY, J. D. Effect of fire on seed production of two native grasses in the Brazilian cerrado. **Ecotropicos**, v.10, p.1-8. 1997.

PINHEIRO, F.; DINIZ, I. R.; COELHO, D. & BANDEIRA, M. P. S. Seasonal pattern of insect abundance in the Brazilian cerrado. **Austral Ecology**, v.27, p.132-136. 2002.

PRADA, M. V.; MARINI-FILHO, O. J. & PRICE, P. W. Insects on flower heads of *Aspilia foliacea* (Asteraceae) after fire in a central Brazilian savanna: evidence for the plant vigor hypothesis. **Biotropica**, v.27, p.513-518. 1995.

RIESKE, L. K. Wildfire alters oak growth, foliar chemistry and herbivory. **Forest Ecology and Management**, v.168, p.91-99. 2002.

SHEA, K.; ROXBURGH, S. H. & RAUSCHERT, E. S. H. Moving from patterns to processes: coexistence mechanisms under intermediate disturbance. **Ecology Letters**, v.7, p.491-508. 2004.

SILVA, J. F.; RAVENTOS, J. & CASWELL, H. Fire and fire exclusion effects on the growth and survival of two savannas grasses. **Acta Oecologica**, v.11, p.783-800. 1990.

STEIN, S. J.; PRICE, P. W.; ABRAHAMSON, W. G. & SACCHI, C. F. The effects of fire, on stimulanting willow regrowth and subsequent attack by grasshoppers and elk. **Oikos**, v.65, p.190-196. 1992.

SWENGEL, A. B. A literature review of insect response to fire, compared to other conservation managements of open habitat. **Biodiversity and Conservation**, v.10, p.1141-1169. 2001.

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

WHELAN, R. J. **The ecology of fire**. Cambridge: Cambridge University Press, 1995. 346p.

YORK, A. Long-term effects of frequent low-intensity burning on the abundance of litter-dweling invertebrates in coastal blackbutt forests of southeastern Australia. **Journal of Insect Conservation**, v.3, p.191-199. 1999.