

Universidade Federal de Minas Gerais  
Instituto de Ciências Biológicas  
Programa de Pós-graduação em Ecologia Conservação e Manejo de Vida Silvestre  
Dissertação de Mestrado

# Formigas, Fogo e Seus Efeitos Sobre os Invasores de Termiteiros

Aluno: Ivan Menezes Monteiro

Orientador: Prof. Dr. Frederico de Siqueira Neves (UFMG)

Co-orientador : Prof. Dr. Og DeSouza (UFV)

Fevereiro – 2015

**Aos aproximadamente 30 milhões de organismos  
que literalmente deram suas vidas pelo projeto.**

## **Agradecimentos**

Agradeço primeiramente aos meus progenitores, que em um momento de inspiração me conceberam. Obrigado Pai e Mãe por todo o cuidado parental e todo amor dedicados à minha formação. Aos meus irmãos Laelia, Helen e Erick, e ao meu irmão emprestado Fabiano, pelo companheirismo e os anos de convívio pacífico.

Agradeço à Luíza por existir, pela paciência que a permite se manter sempre ao meu lado, pelo amor dedicado a mim e pelas várias vezes em que me ajudou a esquadrinhar os ninhos em busca de inquilinos, termitófilos, termitariófilos, fêmeas fisiogástricas, alados, ninhos de formigas e etc.

Ao Professor Frederico Neves, pela confiança em mim depositada, sem você eu não saberia que ninhos de cupins são compartilhados por uma vasta riqueza de organismos. Agradeço pelos anos de amizade, pelas discussões de artigos, por ter carregado o “Diminuto”, o famigerado cupinzeiro de 65 kg, e por demonstrar empiricamente que Juiz + Apito = gargalhadas. Ao Professor Og Francisco Fonseca de Souza cujas idéias me ajudaram muito na elaboração do trabalho.

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Ecologia Conservação e Manejo de Vida Silvestre, inegáveis detentores das artes do ensino. Aos Professores Adriano Paglia e Marco Aurélio Melo pelo convívio prazeroso na Vila Parentoni. Ao Fred e à Cris por dominarem os trâmites internos da UFMG e resolverem nossos pepinos burocráticos.

Aos Professores Ana Carolina Neves, Tadeu Guerra e Newton Barbosa por terem aceitado prontamente compor a banca de defesa.

Ao amigo termitólogo, André Quintino pelo auxílio fundamental na identificação dos cupins.

Aos colegas do Laboratório de Aracnologia, Professor Adalberto J. Santos, Leonardo S. Carvalho, Bárbara T. Faleiro, Pedro H. Martins, Abel Pérez-González (MACN - Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia") e Lina M. Almeida-Silva (CAS - Californian Academy of Sciences) pela identificação dos aracnídeos.

À Professora Gabriela Castaño da “Universidad Nacional Autónoma de México” pela identificação dos Collembola. Ao Professor Jacques Delabie (UESC/CEPLAC) e Rayana Mello (LEI/UFMG) pela identificação das formigas. A Luiz Eduardo Macedo Reis (LEI/UFMG) pela ajuda na identificação dos coleóptera e hemíptera.

Ao amigo Pedro Raton pela identificação dos pseudoescorpiões.

Aos “chefes” do Instituto Prístino, Luciana Kamino e Flávio Fonseca do Carmo pelo convívio agradável e pelas parcerias futuras.

À Ana Luíza Campo Vila Real, por ter dedicado seus dias à árdua tarefa de triar invasores e separar as castas de cupins por horas e horas, inexplicavelmente sem reclamar de nada e aos amigos do Laboratório de Ecologia de Insetos, em especial à Marina Catão, Marina Beirão, Fábio, Lorena, Perillo, Ariel, Laura, Humberto, Luna, Rambo e Grazi por terem me salvado no mutirão de processamento dos termiteiros que somados representaram 1/3 da massa do Monte Everest. E às novas contratações que me

divertiram, Tica, Jéssica, Melina, Caio, Mateus, Vivi, e aos amiguinhos da Vila Ludmila, Gramps, Reuber e Arleu.

Aos funcionários e ao diretor do PARNA Serra do Cipó, Ivan Campos pelo apoio nas coletas.

Ao Cronos por agir como formigas em termiteiros, ao patrulhar minha casa pronto para devorar invasores de ninhos.

Aos membros eméritos do Buteco de Quarta: Manjuba, Quelé, Matu, Luiza, Fafinha, Jota, Glênio, Viné, Perfeito, Ti Totó, Tintin, Heron, Cacique, Rondon, Bolo Doido, Lumbriga, Gingolixo, Alf e Liginhas, pelas conversas científicas desenvolvidas em nossos encontros semanais.

Ao “Amiguiu”: Vovó, Goiás, Lelis, Manguaça, Prezzunto, Russo, Tintin, Xexeu, Pedrão, Doug, Neporola, *Calithrix* e Ruiz, sem vocês eu teria defendido em Novembro de 2014, porem seria um cachorro que tomou sorrisal.

Aos colegas de mestrado Alice, Paloma, Gabriela Duarte, Gabriela Lage, Carina Bomediano, Guilherme Ribeiro, Guilherme Capita, Leonardo Dias, Wander, Richard, Rfael, Cássio e os demais não mencionados.

Aos antigos, Camila Jardim, Tatiana Mingote, Cândida Radicchi, João Henrique, João Paulo, Santana, Giaco, Bárbara Jardim, Fernanda Lyon, Francisco Diniz, Mateus Andrade pelos anos de amizade.

Ao Caio Ambrósio, pela companhia durante os dias de estudo para a seleção do mestrado nos idos de 2012.

À Confraria CJ pelas discussões quase amistosas que resultaram quase sempre na produção de cervejas quase excelentes.

À KÜD, Backer, Invicta, Colorado, Brew Dog, Wäls, Sam Adams, Murphy's, Guinness, dentre outras por venderem alegria em garrafas.

A todos meus mais profundos agradecimentos.

## Resumo

MONTEIRO, I. M., Universidade Federal de Minas Gerais, fevereiro, 2015. **Formigas, Fogo e Seus Efeitos Sobre os Invasores de Termiteiros**. Orientador: Dr. Frederico de Siqueira Neves. Coorientador: Dr. Og Francisco Fonseca de Souza.

A invasão de ninhos de insetos sociais por espécies oportunistas é um fenômeno reportado com bastante frequência. Tal comportamento permite que o invasor usufrua dos benefícios providos pelo ninho sem lidar com o fardo de sua construção. Dentre os organismos associados aos termiteiros estão as formigas, aracnídeos, diversos insetos, crustáceos, miriápodes dentre outros. O comportamento eusocial das formigas permite o recrutamento de vários indivíduos da colônia para a defesa de territórios e recursos. Ao se associarem a termiteiros podem atuar como defesa indireta dos mesmos reduzindo o sucesso das invasões. Outro fator que pode afetar a taxa de invasões de termiteiros é o fogo. O fogo atua sobre a fauna principalmente através da eliminação de indivíduos, podendo ou não afetar a riqueza de espécies. De forma indireta, afeta a disponibilidade de recursos através da redução do adensamento da cobertura vegetal, fato que poderia levar a uma elevação da taxa de invasões por organismos à procura de recursos alimentares e abrigo. O objetivo deste estudo foi testar as hipóteses de que: I - a presença de formigueiros contíguos aos termiteiros reduziria a taxa de invasão de termiteiros por outros organismos e II - termiteiros expostos a queimadas apresentariam maior taxa de invasão. Foram coletados 30 termiteiros, 15 presentes em áreas queimadas e 15 em áreas não queimadas no PARNA Serra do Cipó em Minas Gerais. Dentre os ninhos amostrados, 19 apresentavam associação com formigueiros, sendo 9 em áreas queimadas e 10 em áreas não queimadas. Os termiteiros foram removidos e acondicionados em sacos plásticos para o transporte. Em laboratório foram mantidos congelados até a triagem do conteúdo. Os organismos presentes foram identificados e quantificados. Para se estabelecer os efeitos do fogo e da presença de formigueiros nos termiteiros, foram construídos GLM's sendo a ocorrência de queimadas e a presença de formigueiros as variáveis explicativas e a riqueza de invasores e inquilinos as variáveis resposta. Não houve resposta significativa da fauna à ocorrência de queimadas ( $P > 0,05$ ). No entanto, a presença de formigueiros reduziu a riqueza de invasores ( $P < 0,05$ ), porém não afetou a riqueza de inquilinos ( $P > 0,05$ ). Assim, embora afete severamente o ambiente, o fogo tem seus efeitos amortecidos pela estrutura dos termiteiros. As posturas defensivas das formigas embora inibam a instalação de invasores, não são direcionadas aos cupins.

Palavras chave: Co-habitação, Cerrado, *Velocitermes heteropterus*, *Camponotus rufipes*, *Solenopsis geminata*.

## Abstract

MONTEIRO, I. M., Universidade Federal de Minas Gerais, february, 2015. **Ants, Fire and its Effects Over Termite mounds invaders.** Adviser: Dr. Frederico de Siqueira Neves. Co-adviser: Dr. Og Francisco Fonseca de Souza.

The invasion of social insect nests by opportunistic species is a frequently reported phenomenon. This behavior allows the attacker to enjoy the benefits provided by the nest without dealing with the burden of its construction. Among the organisms associated with termite mounds are ants, arachnids, insects, crustaceans, and millipedes. The eusocial behavior of ants allows the recruitment of various colony individuals to defend territories and resources. When associated to termite mounds, ants can act as an indirect protection of mounds, reducing the success of invasions. Another factor that can affect the rate of termite mounds invasions is fire. Fire affects fauna mainly by eliminating individuals, and may or may not affect species richness. Indirectly, it also affects the availability of resources by reducing the density of the vegetation cover, which could lead to increased rates of invasions by organisms looking for food resources and shelter. The aim of this study was to test the hypotheses that: I - the presence of contiguous ant nests reduces the termites mounds invasion rate by other organisms and II - termite mounds exposed to fire have higher invasion rate. It was collected 30 termite mounds, 15 present on burned areas and 15 at unburned areas at PARNA Serra do Cipo in Minas Gerais. Among the sampled nests, 19 had associated anthills, 9 from burned areas and 10 from unburned areas. The termite mounds were removed and placed in plastic bags for transportation. In laboratory they were kept frozen until sorting of the content. The organisms founded were identified and quantified. To establish the effects of fire and the presence of anthills on termite nests, GLM's were built where the occurrence of fire and the presence of anthills were the explanatory variables and the richness of invaders and inquilines the response variables. There was no significant response of fauna to the occurrence of fires ( $P > 0.05$ ), indicating that termite mounds are safe places for fauna during fires. However, the presence of anthills reduced the invaders richness ( $P < 0.05$ ), but did not affect the inquilines richness ( $P > 0.05$ ) indicating that defensive postures of ants though inhibit the installation of invaders, are not directed against termites.

Key words: Co-habitation, Cerrado, *Velocitermes heteropterus*, *Camponotus rufipes*, *Solenopsis geminata*.

## **Introdução**

A construção de ninhos representa uma tarefa bastante custosa tanto no que se refere ao tempo de construção, materiais utilizados e mobilização de mão de obra, por parte da espécie construtora (Rosa et al 2008). Uma estratégia eficiente para organismos que dependem de ninhos é habitar ninhos de outras espécies, evitando-se assim a necessidade de construí-los e mantendo as vantagens de habitar tais estruturas (Florencio et al. 2013).

As vantagens advindas de invadir e utilizar os ninhos construídos por outros organismos são tantas, que tal comportamento surgiu independentemente em diversos grupos tais como aves, anfíbios, peixes e insetos (Kilner & Langmore, 2011). Isso impõem à espécie hospedeira a necessidade de desenvolver um portfólio de defesas contra tais invasões (Jongepier et al. 2014), mediado por uma corrida armamentista com bases na coevolução (Barret et al. 2008), onde o rompimento de uma linha de defesa exige que a espécie hospedeira desenvolva novos mecanismos de detecção e eliminação dos invasores (Planqué et al. 2002).

Dentre os insetos construtores de ninhos se destacam os insetos sociais, caracterizados pela sobreposição de gerações de adultos, cuidado parental, divisão do trabalho e a presença de castas estéreis, apresentando como principais representantes os cupins (Isoptera), formigas, abelhas e vespas (Hymenoptera) (Anderson, 1984).

O ninho protege os animais contra a dessecação e contribui para a manutenção de um ambiente interno estável proporcionando a seus habitantes o amortecimento das variações da temperatura (Korb, 2003). Além das defesas providas pela estrutura do ninho em si, a casta dos soldados apresentam uma série de artifícios tais como mandíbulas poderosas e/ou *nasus* que secretam substâncias irritantes, que funcionam como uma segunda linha na defesa contra invasores (Traniello, 1981).

A manutenção deste sistema depende de uma estratégia de identificação altamente ajustada entre os integrantes da colônia, o que previne a entrada de invasores potencialmente perigosos para a colônia (Sturgis & Gordon, 2012). Esta estratégia de identificação é normalmente baseada nos hidrocarbonetos presentes na cutícula dos indivíduos da colônia que podem variar em quantidade de uma colônia para outra e em composição de uma espécie para outra (Sturgis & Gordon, 2012).

Embora disponham desse sofisticado sistema de reconhecimento e defesa contra invasores, uma riqueza impressionante de organismos pode ser encontrada tanto coabitando e interagindo com a espécie construtora dos ninhos de insetos sociais, ou

ocupando seus condutos e cavidades sem contato direto com o construtor (Rosa et al., 2008).

Os cupins, também chamados de térmitas, são insetos eussociais pertencentes à ordem Isoptera. Atualmente existem cerca de 2800 espécies descritas distribuídas em 287 gêneros no mundo (Constantino, 2010). No continente americano, foram registradas cerca de 500 espécies, fazendo desta região a segunda maior em diversidade de espécies de cupins, ficando atrás somente da África (Constantino, 1999). Para o Brasil, foram registradas cerca de 290 espécies presentes principalmente na Amazônia e no cerrado (Constantino, 1999). Devido a sua elevada biomassa, sua composição química, ausência de exoesqueleto rígido e sua alta densidade populacional, cupins representam uma fonte de alimento para diversos predadores (Perna et al. 2008). São considerados engenheiros de ecossistemas (Davies et al. 2010) por desempenharem papéis estruturais importantes como alterar a composição e hidrologia do solo além de revolvê-lo (Mando et al. 1996), atuarem como decompositores em florestas e savanas tropicais (Schuurman 2005), disponibilizarem energia para as teias tróficas a partir de alimentos vegetais de baixo valor nutricional (Lima & Costa, 2007), desempenharem um papel importante na ciclagem de nutrientes (Konaté et al. 1999). Além de construírem ninhos prontamente utilizáveis por diversas espécies de animais (Redford, 1984), dentre elas morcegos (Dechmann et al. 2004), aves (Joseph et al. 2011; Tubelis & Delitti, 2010), répteis e anfíbios (Moreira et al. 2009), crustáceos (Lisboa et al. 2013) e diversos componentes da entomofauna, com destaque para coleóptera (Kistner, 1971; Bourguignon & Roisin, 2006; Cristaldo et al. 2012) e formigas (Jafe et al. 1995).

As formigas (Hymenoptera: Formicidae) constituem um dos grupos mais abundantes nos ecossistemas terrestres (Leal et al. 2012), são cosmopolitas e podem ser encontradas em todos os continentes da terra com exceção da Antártida (Lach et al 2010), ocupando diversos ambientes desde o dossel de florestas até o sub-solo (Neves et al. 2013). São componentes importantes dos mecanismos de ciclagem e fluxo de nutrientes nos ecossistemas devido à sua elevada biomassa (Grime, 1998). Interferem na fertilidade do solo uma vez que transportam nutrientes para dentro do ninho aumentando o teor de matéria orgânica no solo (Jouquet et al, 2011) e de forma semelhante aos cupins, constroem ninhos prontamente utilizáveis por diversos grupos de animais tais como aranhas, escorpiões, opiliões, besouros, dentre outros (Kistner, 1982).

A co-ocorrência de ninhos de formigas e cupins em uma mesma estrutura é relativamente bem documentada (Delabie, 1995; Jaffeet al. 1995; Dejean & Fénéron 1999; Gonçalves et al. 2005; Diehl et al. 2005). Estima-se que cupins e formigas coexistam há pelo menos 100 milhões de anos em uma relação onde normalmente as formigas afetam negativamente os cupins (Hölldobler & Wilson, 1990), utilizando-os como fonte de alimento através de predação direta de ovos e imaturos ou utilizando seus ninhos como sítio de nidificação (Dejean & Fénéron, 1999). As formigas apresentam uma série de comportamentos defensivos e ofensivos que visam defender a colônia contra perda de áreas ricas em recursos e contra invasões dos ninhos (Oliveira et al., 1987; Campos & Camacho, 2014). Entretanto Higashi & Ito (1989) forneceram evidências de que algumas espécies de formigas ao instalarem seus ninhos em termiteiros protegem os cupins contra predação.

Os cupins representam um dos grupos mais diversos da entomofauna do cerrado, com aproximadamente 140 espécies descritas para o bioma (Constantino & Acioli, 2006). Seus ninhos são componentes bastante conspícuos da paisagem do cerrado onde atingem grandes densidades em algumas áreas (Constantino, 2005).

Os cerrados são considerados savanas tropicais, caracterizados principalmente por um mosaico vegetacional apresentando formações savânicas, campestres e florestais (Fielder et al. 2004). Com área aproximada de 203 milhões de hectares, o cerrado ocupa a porção central do Brasil e é o segundo maior bioma do país, estendendo-se por cerca de 25% do território nacional, abrangendo os estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Maranhão, Piauí, Rondônia, Paraná, São Paulo e Distrito Federal, além de se apresentar como manchas em Roraima, Amapá e Amazonas (MMA, 2002). O Cerrado brasileiro é reconhecido como a vegetação savânica mais diversa do mundo, contendo mais de 4.000 espécies endêmicas, sendo considerado um *hotspot* da biodiversidade (Myers et al, 2000). A distribuição, estrutura e funcionamento dos ecossistemas do cerrado são condicionados principalmente pelo clima tropical, associado a solos ácidos e arenosos, e com baixa fertilidade (Sugihara et al. 2015), tendo o fogo como um dos principais agentes estruturadores das comunidades vegetais (Medeiros & Miranda, 2005). O fogo é um distúrbio amplamente distribuído em vários biomas pelo globo, funcionando como um agente modificador da estrutura e composição da vegetação (Bond & Keeley, 2005), sendo considerado um dos principais fatores que determinam o estabelecimento do cerrado como matriz vegetacional (Macias et al. 2014).

Queimadas naturais são frequentes no cerrado, sobretudo em se tratando de fitofisionomias abertas dominadas pelo extrato herbáceo. No entanto, as atividades humanas normalmente alteram a frequência e a severidade dos incêndios, trazendo efeitos negativos para vegetação, como por exemplo, exclusão de espécies vegetais e alterações da fitofisionomia (Miranda & Sato, 2006).

Os efeitos do fogo sobre a fauna se relacionam diretamente à redução de recursos alimentares, uma vez que os animais apresentam uma série de artifícios que os permitem deslocar para longe da frente de fogo e procurar abrigo em buracos, cursos d'água e termiteiros (Daomba et al. 2014). Organismos com mobilidade reduzida, como no caso dos insetos terrestres, podem se refugiar em ranhuras no solo (DeSouza et al. 2003), se abrigar em cupinzeiros (Korb, 2003) ou ainda se refugiarem em estruturas ocas presentes nos entrenós de algumas espécies vegetais (Neves et al. 2014).

Neste contexto, o presente estudo procurou elucidar as relações entre os efeitos da co-ocorrência de formigueiros e de incêndios e sobre a fauna de invasores e inquilinos, associada a termiteiros de uma região de Cerrado. Assim, as seguintes hipóteses foram testadas: I - Ao se associarem a termiteiros, formigas reduzem a co-habitação destes por outras espécies ao assumirem posturas defensivas frente a tentativas de invasão do ninho, diminuindo a riqueza de invasores e inquilinos em cupinzeiros. II - A passagem da frente de fogo reduz a complexidade do ambiente, o que leva os artrópodes a procurarem abrigo e recursos dentro dos termiteiros, aumentando a riqueza de invasores e de inquilinos em cupinzeiros presentes em áreas queimadas.

## **Metodologia**

### **Área de estudo**

Este estudo foi conduzido no Parque Nacional da Serra do Cipó (PARNA Cipó), localizado no município de Santana do Riacho, região central do estado de Minas Gerais (19°-20°S; 43°-44°O). Com área aproximada de 33.000 hectares, o parque está inserido na Área de Proteção Ambiental do Morro da Pedreira, constituinte da Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço, em sua porção sul (Figura 1). A cadeia do espinhaço apresenta largura leste-oeste que poucas vezes ultrapassa 100 km e a altitude varia de 700 a 2.072 m (Oliveira, 2010), se estendendo por mais de 1.000 km, desde a Serra de Ouro Branco, ao sul da cidade de Ouro Preto em Minas Gerais, até seu extremo norte na Serra de Jacobina (Bahia), onde recebe a denominação de Chapada Diamantina (Giulietti et al. 1987).

A vegetação do PARNA Serra do Cipó é caracterizada por um mosaico, abrangendo diversas fitofisionomias do Cerrado como campos cerrados, matas de galeria e extensas áreas de campos rupestres (Giulietti et al. 1987). O solo é arenoso, raso, com pouca capacidade de retenção de água, pobre em nutrientes e com grande concentração de alumínio (Giulietti et al. 1987). O clima da região é o tropical de altitude (CWB), caracterizado por uma estação úmida (outubro – abril) e uma estação seca (março – setembro) bem definidas. As temperaturas médias variam entre 17°C e 18,5°C e as precipitações variam entre 1450 e 1800 mm.

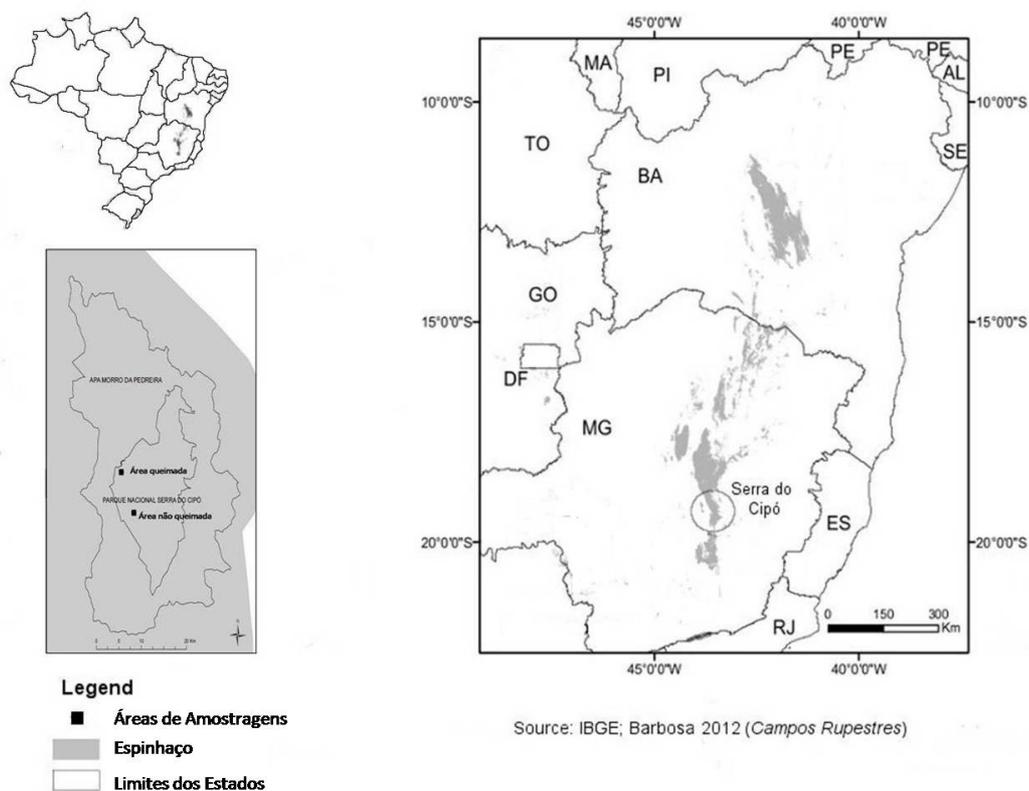


Figura 1: Áreas de amostragens no Parque Nacional da Serra do Cipó (MG).

### Definição dos termos utilizados

No presente estudo designaram-se como *inquilinos* as espécies de cupins presentes nos cupinzeiros avaliados que não participaram de sua construção (Kistner, 1990). O termo *invasores* foi utilizado para designar organismos não pertencentes ao grupo dos cupins que utilizam seus ninhos como abrigo ou área de forrageio. O termo *termiteiro* apresenta a mesma denotação de cupinzeiro ou ninho de cupins.

## Amostragem

Foram selecionados dois sítios de amostragem na área do PARNA Cipó, um apresentando traços de perturbação recente por fogo, e uma área adjacente sem registros de perturbação há pelo menos cinco anos. O incêndio estudado teve início no dia 06/10/2012, sendo extinto no dia 13/10/12, atingindo uma área de aproximadamente 6900 ha, equivalente a 21% da área total do parque. Esse incêndio foi considerado o maior incêndio florestal ocorrido desde a criação do PARNA Cipó, em termos de área queimada e impactos sobre a flora, fauna, solo, água e ar (Relatório de Ocorrência de Incêndios 02/2012). Em cada sítio, foram selecionados grupos de cinco cupinzeiros distribuídos em três áreas afastadas 500 metros, respeitando-se a distância mínima de 50 metros entre cada cupinzeiro amostrado, totalizando 30 cupinzeiros sendo 15 provenientes de áreas queimadas e 15 de áreas não queimadas (Figura 2).

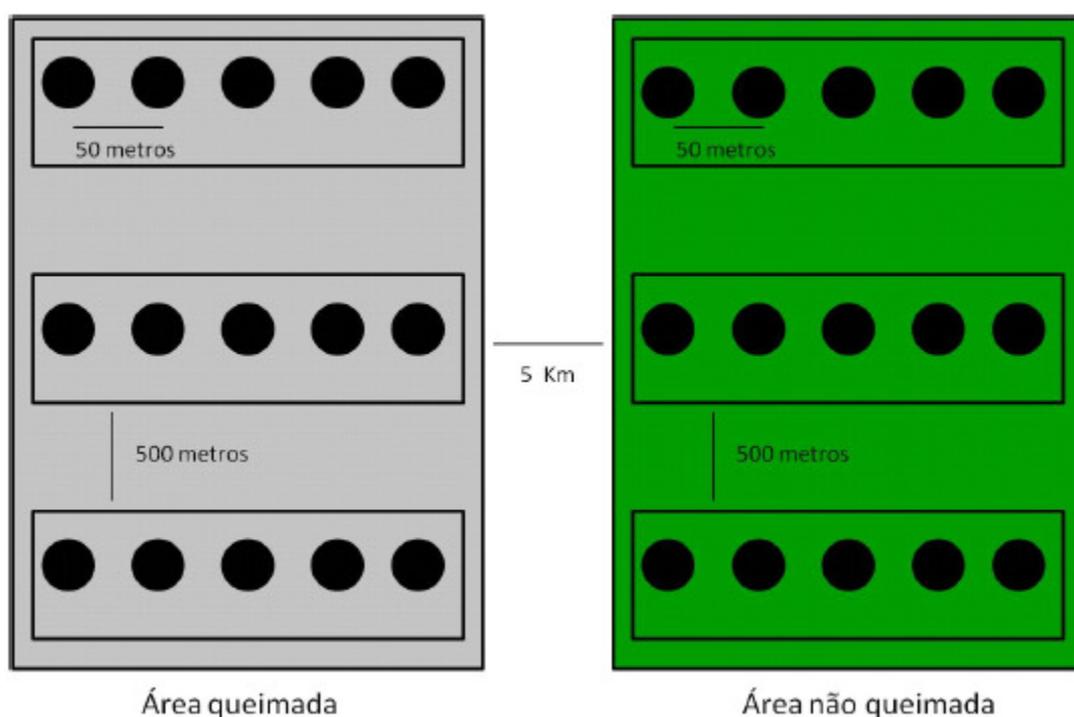


Figura 2: Distribuição dos pontos de amostragens.

A retirada dos cupinzeiros foi realizada no mês de janeiro de 2013, três meses após a queimada e após as primeiras chuvas, o que permitiu que a entomofauna se recuperasse parcialmente para que os efeitos do fogo pudessem ser avaliados.

Com o intuito de aumentar as chances de se encontrar invasores no interior dos ninhos, somente os termiteiros com mais de 20 litros foram coletados (Ver Cristaldo et

al. 2012). Após a seleção do cupinzeiro, foi realizada a estimativa do volume do mesmo. Como a superfície dos cupinzeiros é extremamente irregular, a estimativa do volume dos ninhos foi feita com base na forma geométrica que mais se aproxima ao formato do cupinzeiro (Adaptado de Marins, 2012). Assim, dividiu-se a altura total do cupinzeiro em cinco seções, cada uma dessas seções teve seu perímetro medido. Os valores de 2P e H/5 foram então utilizados na determinação do volume de cinco cilindros. O volume total foi obtido através do somatório dos volumes das cinco seções (Figura 3).

Padronizou-se também o tipo de ninho a ser coletado. O tipo selecionado apresentava estrutura piramidal, com paredes construídas com material cartonado de coloração escura e bastante frágil o que facilitava sua remoção.

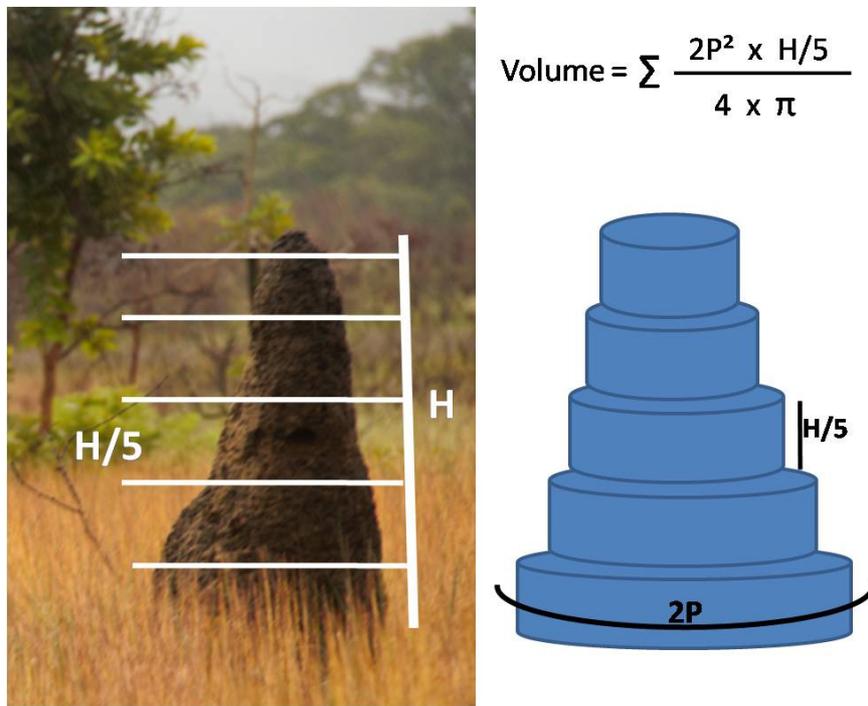


Figura 3: Método de estimativa do volume dos cupinzeiros onde 2P representa o perímetro de cada seção e H/5 a altura das seções. (Foto: Lucas Perillo).

O método de coleta consistiu em remover a parte epígea dos cupinzeiros e acondicioná-las em sacos plásticos etiquetados que em seguida foram levados para o laboratório onde foram congelados até o processamento. Em laboratório, o método empregado para acessar os organismos foi o mesmo utilizado por Clarke & Garraway (1994) que consiste de duas etapas. Na primeira etapa, porções dos cupinzeiros foram agitadas com as mãos para desalojar os organismos dos condutos do cupinzeiro. Na segunda etapa, os organismos remanescentes foram separados dos restos do ninho

através do método de flotação em solução salina concentrada, onde as seções remanescentes do cupinzeiro foram fragmentadas em pequenas partes e subsequentemente mergulhadas em solução salina. A elevada densidade da solução salina concentrada fez com que o material orgânico, incluindo os cupins e possíveis invasores, presentes no termiteiro flutuassem enquanto os detritos oriundos das paredes do ninho afundaram, permitindo a remoção do sobrenadante e posterior descarte do precipitado.

O sobrenadante foi lavado em água corrente para a remoção da solução salina e em seguida foi armazenado em álcool 80% para a preservação. Com o auxílio de um microscópio estereoscópico, o material derivado da flotação dos ninhos foi triado e os organismos amostrados foram separados em artrópodes não cupins e cupins. Posteriormente, os artrópodes não cupins foram morfoespeciados para a determinação da riqueza de artrópodes associada aos termiteiros. Os aracnídeos foram enviados para o laboratório de aracnologia do Instituto de Ciências Biológicas (ICB/UFMG) onde foram identificados e depositados em coleção. Os Collembola foram identificados pela Professora Gabriela Castaño da UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México). As formigas foram identificadas pela equipe do Laboratório de Ecologia de Insetos do Instituto de Ciências Biológicas (ICB/UFMG). Os cupins foram, quando possível, identificados até espécie segundo Constantino (1999). Os demais grupos foram identificados segundo Triplehorn & Johnson (2011) e Rafael e colaboradores (2012).

Para a determinação da espécie de cupim construtora, alíquotas de 100 mililitros do material derivado das flotações foram triadas em microscópios estereoscópicos. A espécie mais abundante no termiteiro foi considerada a espécie construtora.

Dentre os termiteiros coletados em áreas afetadas pelo fogo, nove continham ninhos de formigas associados e dentre os ninhos coletados em áreas não afetadas pelo fogo 10 apresentavam-se associados a formigueiros. A confirmação da associação de formigueiros e termiteiros, foi feita com base na observação da presença de ovos e indivíduos imaturos pertencentes à família Formicidae em meio ao material coletado (Figura 4).



Figura 4: *Solenopsis* sp. carregando um ovo em meio às estruturas de um cupinzeiro avaliado. (Foto: Lucas Perillo)

### **Análises estatísticas**

Para investigar se a ocorrência de queimadas e a presença de ninhos de formigas surtem efeito sobre a riqueza de invasores e inquilinos de cupinzeiros, foram construídos modelos lineares generalizados (GLMs). Dessa forma a riqueza de inquilinos e invasores foram utilizadas como variáveis respostas, e a presença de ninho de formigas, ocorrência de incêndio e as interações entre ambas, como variáveis explicativas. Todos os modelos gerados foram submetidos a análise de resíduo para avaliar adequação da distribuição de erros (Crawley, 2002). Sendo assim, assumimos distribuição de erro Poisson (dados de contagem) com função de ligação logarítmica (Crawley, 2002). Quando eram detectadas inadequações na distribuição de erro do modelo este era mudado para distribuição de erro quasipoisson. A simplificação dos modelos foi feita através da remoção de termos não significativos ( $P > 0,05$ ) (Crawley 2007), até atingirmos o modelo mínimo adequado. Todas as análises estatísticas foram executadas utilizando o software estatístico R (R Core Team, 2014).

### **Resultados**

#### **Caracterização da fauna de invasores**

Foram coletados indivíduos pertencentes a 20 ordens de artrópodes coabitando os cupinzeiros avaliados. Dentre essas, as ordens Auchenorrhyncha, Diptera, Lepidoptera, Orthoptera, Psocoptera e Thysanoptera, apresentaram somente indivíduos imaturos que foram morfotipados, porém não tiveram suas famílias determinadas.

A ordem Coleoptera apresentou maior riqueza com 24 morfoespécies distribuídas em nove famílias. A família Staphylinidae apresentou maior riqueza com nove morfoespécies, seguida por Nitidulidae e Curculionidae com cinco e quatro morfoespécies respectivamente. As famílias Tenebrionidae e Scarabaeidae apresentaram duas morfoespécies cada. As famílias Anthicidae, Carabidae, Cleridae e Derodontidae foram representadas por uma morfoespécie cada.

Para a ordem Hymenoptera, foi registrada apenas a família Formicidae dividida em seis subfamílias. A subfamília Myrmicinae foi a mais diversa e representada por oito *taxa*, são eles: *Acromyrmex* sp., *Cephalotes minutus*, *Cephalotes* sp., *Cyphomyrmex* sp., *Pheidole* sp1, *Pheidole* sp2, *Solenopsis saevissima*, *Solenopsis geminata* e *Wasmannia* sp.. Formicinae apresentou cinco *taxa*, *Brachymyrmex* sp., *Camponotus crassus*, *Camponotus cingulatus*, *Camponotus rufipese* e *Nylanderia* sp.. Ponerinae foi representada por três *taxa*, *Centromyrmex* sp., *Hypoponera* sp. e *Pachycondyla* sp.. As subfamílias Ecitoninae, Ectatominae e Pseudomyrmicinae apresentaram um *taxa* cada, *Neivamyrmex* sp., *Ectatoma* sp. e *Pseudomyrmex termitarius* respectivamente. Registrou-se a presença de ninhos de formigas pertencentes às espécies *Camponotus rufipes* e *Solenopsis geminata*, em paredes adjacentes à 19 dos 30 termiteiros amostrados.

A ordem Aranea apresentou 15 famílias. As famílias Araneidae, Ctenidae, Lycosidae e Zodaridae apresentaram apenas indivíduos jovens e não puderam ser identificados ou morfoespeciados devido à elevada possibilidade de erro no processo. As famílias Salticidae e Theridiidae foram as mais diversas com três morfoespécies. Em Theridiidae registrou-se a presença de três gêneros, a saber: *Dipoena* sp., *Styopsis* sp. e *Thymoites* sp.. Corinidae foi representada por *Falconina gracilis* e *Abapeba* sp., a família Palpimanidae apresentou duas morfoespécies *Palpimanidae* sp. e *Othiotops* sp.. Oonopidae apresentou duas morfoespécies pertencentes a duas subfamílias, Oonopinae e Gamasomorphinae. A família Linyphiidae, apresentou duas morfoespécies. As famílias Gnaphosidae, Ochyroceratidae e Tetrablemmidae apresentaram uma morfoespécie cada.

A ordem Opiliones, foi representada por sete morfoespécies dentre as quais duas não foram passíveis de identificação até família por conterem somente indivíduos imaturos. As demais morfoespécies foram divididas em duas famílias sendo Zalmoxidae a mais rica com três morfoespécies pertencentes ao gênero *Pirassunungoleptes* e Gonyleptidae com duas morfoespécies pertencentes ao gênero *Mischonyx*.

A ordem Pseudoscorpiones foi representada por quatro morfoespécies, *Cryptoditha* sp1, *Geogarypus* sp1, Chthoniidae sp1 e Olpiidae sp1.

A ordem Collembola foi representada por seis gêneros e sete morfoespécies divididas em três famílias. A família Entomobryidae foi a mais rica apresentando quatro gêneros e cinco morfoespécies, são elas: *Heteromurus* sp., *Sinella* sp1., *Sinella* sp2., *Entomobrya* sp., *Willowsia* sp.. A família Paronellidae apresentou apenas um gênero, *Paronella* sp. e Sminthurididae foi representada pelo gênero *Sphaeridia* sp..

Foram coletadas seis morfoespécies pertencentes à ordem Blattodea, divididas em três famílias. A família Blattellidae foi a mais rica apresentando quatro morfoespécies, seguidas por Blatiidae e Blaberidae com uma morfoespécie cada.

A ordem Hemiptera, apresentou duas morfoespécies, sendo uma pertencente à família Cydnidae e uma não identificada até família devido a dificuldades na taxonomia dos espécimes. Indivíduos representantes da ordem Isopoda, apresentaram duas morfoespécies, sendo uma pertencente à família Bathytropidae e uma pertencente à família Pudeoniscidae. A ordem Dermaptera apresentou duas morfoespécies, ambas pertencentes à família Labiidae.

Devido à grande dificuldade na identificação, os indivíduos coletados pertencentes às demais ordens foram morfoespeciados, porém, não foram divididos em famílias. Assim, as ordens Myriapoda e Acari apresentaram quatro morfoespécies, a ordem Sternorrhyncha apresentou duas morfoespécies e a ordem Embioptera apresentou uma morfoespécie.

## Caracterização da fauna de inquilinos

Foram amostradas 15 espécies de cupins em meio aos ninhos coletados. Apenas cinco dos 30 cupinzeiros analisados eram habitados por uma única espécie de cupim. Nos demais ninhos, a riqueza variou entre duas a sete espécies (Tabela 1).

Tabela 1: Riqueza de espécies de inquilinos nos ninhos avaliados. As espécies marcadas com (\*) foram as mais abundantes em seus respectivos ninhos.

Taxa	Área Queimada		Área Não Queimada	
	Formigueiro Presente	Formigueiro Ausente	Formigueiro Presente	Formigueiro Ausente
<i>Cortaritermes rizzinii</i>	X	X	X	X
<i>Cortaritermes</i> sp.		X		
<i>Dihoplotermes inusitatus</i>	X	X	X	X
<i>Diversitermes</i> sp.	X			X
<i>Embiratermes festivellus</i>				X
<i>Heterotermes tenuis</i>	X			
<i>Heterotermes</i> sp.		X		
<i>Labiotermes brevilabius</i>		X		
<i>Neocapritermes opacus</i>	X			
<i>Parvitermes bacchanalis</i>	X	X		
<i>Silvestritermes euamignatus</i>	X	X	X	X
<i>Spinitermes</i> sp.	X	X		X
<i>Subulitermes</i> sp.	X		X	X
<i>Termes ayri</i>	X	X	X	X
<i>Velocitermes heteropterus</i>	X	X	X	X
<b>Riqueza de invasores (med ±desvpad)</b>	6,0 ± 2,5	25,3 ± 5,4	6,2 ± 2,2	19,2 ± 6,5
<b>Riqueza de inquilinos (med ±desvpad)</b>	3,1 ± 1,4	3,2 ± 1,9	2,0 ± 0,9	2,6 ± 1,1

Em 22 ninhos avaliados a espécie *Velocitermes heteropterus* foi a mais abundante, motivo pelo qual se considerou esta a espécie construtora. Nos quatro ninhos compartilhados por mais de uma espécie, onde *Velocitermes heteropterus* não foi registrada, a espécie mais abundante foi *Cortaritermes rizzinii*, onde co-existiu com *Dihoplotermes inusitatus*, *Heterotermes tenuis*, *Neocapritermes opacus*, *Subulitermes* sp., e *Termes ayri*. Dos cinco ninhos monoespecíficos, três eram ocupados por *Silvestritermes euamignatus*, um era ocupado por *Termes ayrie* um por *Velocitermes heteropterus* (Figura 5)

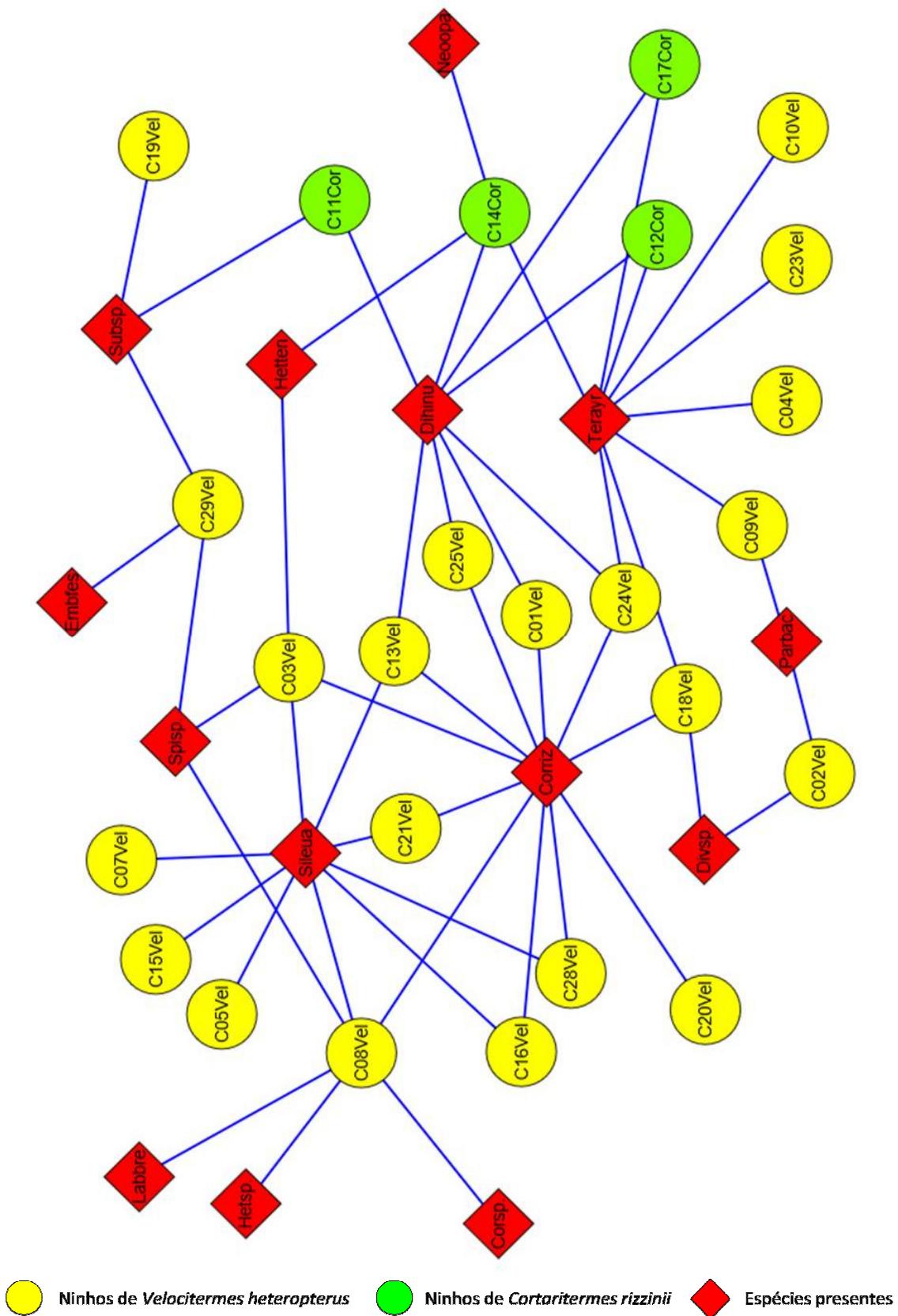


Figura 5: Rede interações entre os construtores de ninhos (Círculos) e espécies invasoras (Losangos).

## Efeito do fogo e da presença de formigueiros

A riqueza média de invasores em termiteiros não afetados pelo fogo foi de  $10,5 \pm 7,4$  taxa. Riqueza semelhante à registrada em termiteiros afetados pelo fogo onde a riqueza média de invasores foi de  $13,6 \pm 10,5$  taxa.

No que se refere aos inquilinos, a riqueza média em termiteiros não afetados pelo fogo foi de  $3,1 \pm 1,5$  taxa, levemente superior à riqueza média em ninhos queimados que foi de  $2,2 \pm 1,0$ .

Os resultados dos GLM's demonstram que a ocorrência de queimadas não afeta a riqueza de invasores ou inquilinos nos termiteiros avaliados ( $p > 0,05$ ; Figura 5).

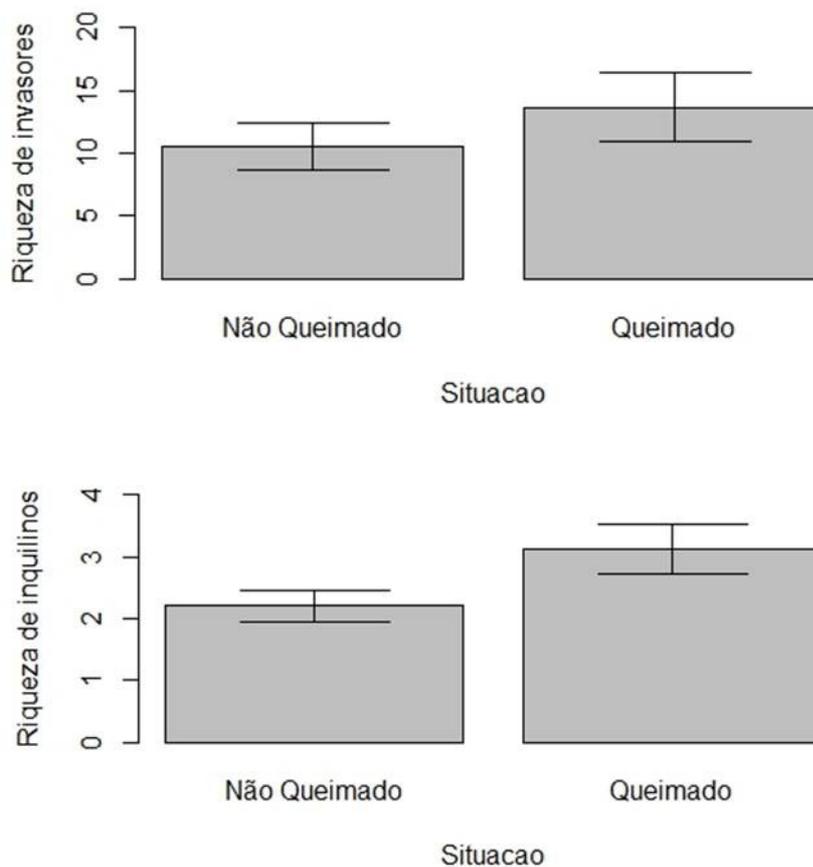


Figura 5: Riqueza de invasores e inquilinos (média  $\pm$ EP) em termiteiros presentes em áreas queimadas e não queimadas.

A riqueza média de invasores em termiteiros não associados a formigueiros foi de  $22,5 \pm 6,5$  taxa. Riqueza superior à registrada em termiteiros associados a formigueiros onde a riqueza média de invasores foi de  $6,0 \pm 2,5$  taxa.

No que se refere aos inquilinos, a riqueza média em termiteiros não associados a formigueiros foi de  $2,9 \pm 1,6$  taxa, levemente superior à riqueza média em ninhos compartilhados que foi de  $2,5 \pm 1,3$ .

Os resultados dos GLM's demonstram que a presença de formigueiros estabelecidos em termiteiros, apresenta efeito inibitório sobre as invasões uma vez que reduz a riqueza de invasores ( $p < 0,05$ ), entretanto não afeta a riqueza de inquilinos nos termiteiros avaliados ( $p > 0,05$ ) (Figura 6).

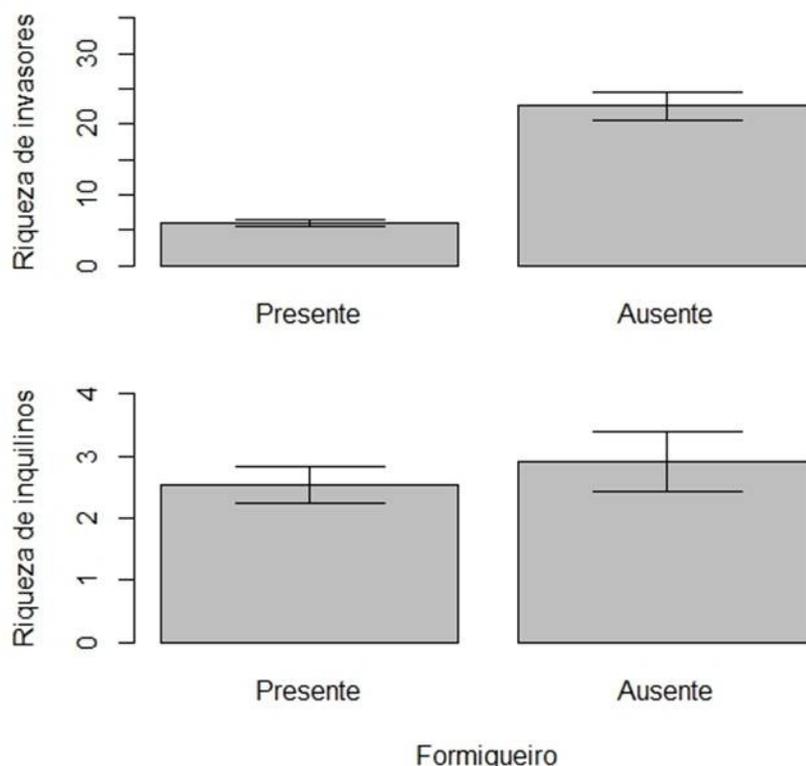


Figura 6: Riqueza de invasores e inquilinos (média  $\pm$ EP) em termiteiros associados e não associados a formigueiros.

## Discussão

A associação de ninhos de formigas a termiteiros apresentou forte efeito redutor sobre a riqueza da fauna de invasores de ninhos de cupins. Entretanto, não afetou a taxa de inquilinismo nos mesmos. Os termiteiros presentes em áreas queimadas e não queimadas não diferiram quanto à riqueza de invasores e inquilinos, demonstrando que suas estruturas funcionam como isolantes eficientes contra adversidades externas.

No que se refere aos efeitos da co-habitação de termiteiros por formigas, nossa hipótese era de que a postura defensiva das formigas frente às tentativas de invasão dos ninhos reduziria o sucesso dos invasores. O presente estudo demonstrou que a

associação de ninhos de formigas das espécies *Camponotus rufipes* e *Solenopsis geminata* com cupinzeiros apresentou forte efeito inibitório sobre as invasões, corroborando nossa hipótese. As formigas apresentam uma série de mecanismos de defesa e agressão, que podem ser empregados na defesa de territórios da colônia e de recursos (Jongepier et al. 2014,), fato demonstrado em estudos com plantas que apresentam algum tipo de recursos aprazível às formigas como domácias, nectários extra-florais ou insetos trofobiontes (Ver Rosumek et al. 2009, Trager et al. 2010, Shoereder et al. 2010). Tais trabalhos constataram que plantas patrulhadas por formigas apresentam menor número de insetos herbívoros, menor percentual de danos foliares e maior capacidade reprodutiva. A agressividade das formigas ao atacarem possíveis inimigos tende a ser elevada com a proximidade da ameaçada ao ninho (Oliveira et al. 1987), nesse contexto, é razoável pensar que ao patrulharem a área de seus ninhos, as formigas cobririam também a superfície do termiteiro hospedeiro, e frente às tentativas de invasão desses, removeriam os invasores impedindo que esses se estabelecessem em seu interior. O efeito inibitório de formigas do gênero *Camponotus* sobre predadores de cupins foi primeiro descrito por Higashi & Ito (1989) onde a taxa de predação de *Amitermes laurensis* por *Iridomyrmex sanguineus* foi bastante reduzida, em uma possível relação mutualística entre as espécies estudadas. Indícios da ausência de comportamento agressivo entre formigas e cupins foram obtidos por Dutra & Galbiati (2009) onde em experimentos de arena de predação, formigas do gênero *Camponotus*, co-habitantes de ninhos de cupins, não reconheceram *Cortaritermes silvestrii* como presas.

O número de ninhos de formigas associados a termiteiros não diferiu entre áreas queimadas e não queimadas indicando não ser o fogo um fator determinante para essa associação. A respeito dos efeitos do fogo sobre a fauna de invasores e inquilinos associados a ninhos de cupins, nossa hipótese era de que a passagem da frente de fogo sobre as áreas estudadas elevaria a riqueza de ambos, invasores e inquilinos, no interior dos termiteiros, uma vez que esses os invadiriam à procura de abrigo e recursos. Tal hipótese não foi corroborada nos termiteiros estudados, onde o fogo não surtiu efeito sobre a riqueza de tais componentes da fauna. Normalmente o fogo afeta os componentes da biota pela exclusão de organismos ou pela depleção de recursos fato que pode ou não levar a redução da riqueza de espécies (DeSouza et. al, 2003). Miranda & Sato (2006) reportaram exclusão de espécies vegetais, sobretudo lenhosas, e alterações na fitofisionomia em regiões de cerrado submetidas a regimes intensos de

perturbações pelo fogo. Entretanto, os efeitos do fogo sobre os insetos, em ambientes de savana, são normalmente mais amenos se comparado à comunidade vegetal. Andersen & Müller (2000) demonstraram que o fogo não surtiu efeito sobre a riqueza de espécies de besouros na savana australiana. No Cerrado, formigas de solo e arbóreas, presentes em ambientes expostos a diferentes regimes de queimadas, não sofreram alterações em suas riquezas taxonômicas, entretanto, ambientes não expostos a queimadas apresentaram menor riqueza de espécies de formigas (Maravalhas & Vasconcelos, 2014). No mesmo bioma, Lana e colaboradores (2015 no prelo) verificaram que a riqueza de espécies de formigas de solo não é afetada pela ocorrência de incêndios.

Com relação aos invasores, os ninhos construídos por cupins apresentam formas e organização interna extremamente complexas (Korb & Linsenmair, 2000), o que permite que o ninho proteja os seus habitantes contra a dessecação e contribui para a manutenção de um ambiente interno estável, oferecendo a seus habitantes proteção contra variações na temperatura (Korb, 2003), mesmo durante a passagem da frente de fogo, fato que torna tais estruturas refúgios eficientes para diversos grupos.

DeSouza e colaboradores (2003), demonstraram que o fogo não surte efeitos drásticos sobre a riqueza de gêneros de cupins em áreas de cerrado que sofreram efeitos de queimadas, atribuindo tais resultados a: I - baixa intensidade das queimas não ter suplantado a eficiência do ninho em proteger seus ocupantes, II - à rápida recuperação das colônias atingidas e III - à redução dos efeitos da escassez de recursos causada pela ausência de uma dieta restritiva em cupins. Resultados semelhantes foram obtidos por Davies e colaboradores (2012) onde as variações nos regimes de queimadas surtiram pouco efeito sobre a riqueza de espécies de cupins em ambientes savânicos.

O presente estudo demonstrou que os ninhos construídos por *Velocitermes heteropterus*, embora frágeis, propiciam a seus habitantes, cupins ou não, um ambiente bastante estável e resistente a flutuações abruptas de temperatura, uma vez que a ocorrência de incêndios, na proporção dos eventos registrados em outubro de 2012 no PARNA Cipó, não surtiu efeito sobre a termitofauna da área nem sobre a fauna de invasores de ninhos. Por serem organismos muito susceptíveis à dessecação, os cupins apresentam hábitos fossoriais, isso afeta a capacidade dos mesmos de patrulhar a superfície externa de seus ninhos, assim, a primeira linha de defesa contra invasores fica comprometida. Ao se associarem aos termiteiros, as formigas funcionam como uma força auxiliar de defesa, suprimindo essa demanda e consequentemente reduzindo o sucesso das invasões.

## **Conclusões**

Os resultados desse trabalho indicam que embora os incêndios afetem severamente o ambiente, os abrigos construídos por cupins oferecem resistência bastante eficiente contra as oscilações na temperatura durante os incêndios. O fato deste estudo ter avaliado somente um evento de queimada não nos permite fazer extrapolações a cerca de um limite de intensidade para o qual cupinzeiros são eficientes em proteger seus habitantes contra as chamas. No entanto deixa claro que sua arquitetura e composição oferecem resistência contra intempéries.

A presença de ninhos de formigas associados aos termiteiros, eleva o poder das defesas impostas pelos soldados contra as invasões uma vez que as formigas apresentam esqueletos mais resistentes à dessecação e patrulham com maior eficiência a superfície externa dos ninhos.

## Referências

ANDERSEN, A. N. & MÜLLER, W. J. 2000. **Arthropod responses to experimental fire regimes in an Australian tropical savannah: ordinal-level analysis.** *Austral Ecology*. 25, pp. 199–209.

ANDERSON, M. 1984. **The evolution of eusociality.** *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 15, pp. 165-189.

BARRETT, R. D. H. et al. (2008). **Natural selection on a major armor gene in threespine stickleback.** *Science*. 322, pp. 255–257.

BOND, W. J. & KEELEY, J. E. 2005. **Fire as a global ‘herbivore’: the ecology and evolution of flammable ecosystems.** *Trends in Ecology and Evolution*. 20, pp. 387–394.

BOURGUIGNON, T. & ROISIN, Y. 2006. **Revision of the termitophilous tribe Pseudoperinthini (Coleoptera: Staphylinidae) in New Guinea.** *Insect Syst. Evol.* 37, pp. 443-456.

BROWN, K. S. 1997. **Diversity, disturbance, and sustainable use of Neotropical forests: insects as indicators for conservation monitoring.** *Journal of insects conservation*. 1, pp. 25-42.

CAMPOS, R. I. & CAMACHO, G. P. 2014. **Ant–plant interactions: the importance of extrafloral nectaries versus hemipteran honeydew on plant defense against herbivores.** *Arthropod-Plant Interactions*. 8, pp. 507–512.

CLARCK, P. A. & GARRAWAY, E. 1994. **Development of nests and composition of colonies of *Nasutitermes Nigriceps* (Isopetra: Termitidae) in the mangroves of Jamaica.** *Florida Entomologist*. 77, pp. 272-280.

CONSTANTINO, R. & ACIOLI A. N. S. 2006. **Termite diversity in Brazil (Insecta: Isoptera).** *In:* Moreira, F., J.O. Siqueira & L. Brussaard, editors. *Soil biodiversity in*

Amazonian and other Brazilian ecosystems. Wallingford: CAB International. pp. 117-128.

CONSTANTINO, R. 1999. **Chave ilustrada para identificação dos gêneros de cupins (Insecta: Isoptera) que ocorrem no Brasil.** Papeis avulsos de zoologia. 40, pp. 387-488.

CONSTANTINO, R. 2005. **Padrões de diversidade e endemismo de térmitas no bioma Cerrado.** In: Scariot, A.O., J.C.S. Silva & J.M. Felfili, editors. Biodiversidade, Ecologia e Conservação do Cerrado. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. pp. 319-333.

CONSTANTINO, R. 2010. **On-line térmita data-base.** Publicado em: <http://www.termitologia.unb.br>. Acessado em : 20/11/2013.

CRAWLEY, M. J. (2007) **The R Book.** Wiley, United Kingdon, 1st ed.

CRISTALDO, P. F. et al. 2012 . **Termitarium volume as a determinant of invasion by obligatory termitophiles and inquilines in the nests of Constrictotermes cyphergaster (Termitidae, Nasutitermitinae).** Insectes Sociaux 59, pp. 541-548.

DAOMBA, S. W. M. F. et al. 2014. **Effects of burning on soil macrofauna in a savanna-woodland under different experimental fuel load treatments.** Applied Soil Ecology. 81, pp. 37–44.

DAVIES, A. B. et al. 2010. **Termites and fire: current understanding and future research directions for improved savanna conservation.** Austral Ecology. 35, pp. 482–486.

DAVIES, A. B. et al. 2012. **The pyrodiversity–biodiversity hypothesis: a test with savanna termite assemblages.** Journal of Applied Ecology. 49, pp. 422–430.

DECHMANN, D. K. N. et al. 2004 **Ecology of an exceptional roost: energetic benefits could explain why the bat *Lophostoma silvicolum* roosts in active termite nests.** Evolutionary ecology research. 6, pp. 1037-1050.

DEJEAN, A & FÉNERON, R. 1999. **Predatory behaviour in the Ponerine ant, *Centromyrmex bequaerti*: a case of termitolesty.** Behavioural Processes. 47, pp. 125-133.

DELABIE, J.H.C. 1995. **Inquilinismo simultâneo de duas espécies de *Centromyrmex* (Hymenoptera; Formicidae; Ponerinae) em cupinzeiros de *Syntermes* sp (Isoptera; Termitidae; Nasutermitinae).** Revista Brasileira de Entomologia. 39, pp. 605-609.

DESOUZA, O. et al. 2003. **Effects of fire on termite generic richness in a savanna-like ecosystem 'Cerrado' of Central Brazil.** Sociobiology. 42, pp. 639-649.

DIEHL, E. et al. 2005. **Ant and termite mound coinhabitants in the wetlands of Santo Antonio da Patrulha, Rio Grande do Sul, Brazil.** Brazilian Journal of Biology. 65, pp. 431-437.

DUTRA, C. C. & GALBIATI, C. 2009. **Comportamento de Formigas (Hymenoptera: Formicidae) Inquilinas de Cupins (Isoptera: Termitidae) em Pastagem.** Entomo Brasiliis 2, pp. 37-41.

FIELDER, N. C. et al. 2004. **Efeito de incêndios florestais na estrutura e composição florística de uma área de cerrado *sensu stricto* na fazenda Água Limpa-DF.** Rev. Árvore. 28, pp. 129-138.

FLORENCIO, D. F. et al. 2013. **Diet Segregation between Cohabiting Builder and Inquiline Termite Species.** Plos one 8(6): e66535.

GONÇALVES, T. T. et al. 2005. **Predation and interference competition between ants (Hymenoptera: Formicidae) and arboreal termites (Isoptera: Termitidae).** Sociobiology. 46, pp. 409- 419.

GIULIETTI, A.M. et al. 1987. **Flora da Serra do Cipó: caracterização e lista de espécies.** *Boletim de Botânica*, 9: 1-51.

GRIME, J. P. 1998 **Benefits of plant diversity to ecosystems: immediate, filter and founder effects.** *Journal of Ecology*. 86, pp. 901–910.

HIGASHI, S & ITO, F. 1989. **Defense of termitaria by termitophilous ants.** *Oecologia*. 80, pp. 147-151.

HÖLLDOBLER, B. & WILSON, E. O. 1990. **The Ants.** Cambridge. Belknap Press of Harvard 23 University Press. 732 p.

JAFFE, K. et al. 1995. **Trophic Interactions Between Ants and Termites That Share Common Nests.** *Annals of the Entomological Society of America* 88, pp. 328-333.

JONGEPIER E. et al. 2014 **Collective defence portfólios of ant hosts shift with social parasite pressure.** *Proc. R. Soc. B*. 281, pp. 1-7.

JOSEPH, G.S. et al. 2011. **Large termitaria act as refugia for tall trees, deadwood and cavity-using birds in a miombo woodland.** *Landscape Ecol.* 26, pp. 439–448.

JOUQUET, P. et al. 2011. **Influence of termites on ecosystem functioning. Ecosystem services provided by térmites.** *European Journal of Soil Biology*. 47, pp. 215-222.

KILNER, R. M. & LANGMORE, N. E. 2011. **Cuckoos versus hosts in insects and birds: adaptations, counter-adaptations and outcomes.** *Biological Reviews*. 86, pp. 836–852.

KISTNER, D. H. 1972. **Termitophiles from nests of *Nasutitermes* collected by Alfred E. Emerson in the orient (Coleoptera: Staphylinidae).** *Pacific Insects*. 14, pp. 679-696.

KISTNER D.H. 1982. **The social insect's bestiary.** In: Social Insects, Vol.III (Hermann H.R., Ed), Academic Press, New York. pp 1-244.

KISTNER D.H. 1990. **The integration of foreign insects into termite societies or why do termites tolerate foreign insects in their societies?** Sociobiology 17: 191-215.

KONATÉ, S. et al. 1999. **Influence of large termitaria on soil characteristics, soil water regime, and tree leaf shedding pattern in a West African savanna.** Plant and Soil. 206, pp. 47–60.

KORB, J. & LINSENMAIR, K. E. 2000. **Ventilation of termite mounds: new results require a new model.** Behavioral Ecology. 11, pp. 486–494.

KORB, J. 2003. **Thermoregulation and ventilation of termite mounds.** Naturwissenschaften. 90, pp. 212–219.

LANA, T. C. et al. 2015. **Ant Diversity Variation in Burned and Unburned Areas in Campos Rupestres, Brazil.** (In press).

LEAL, I. R. et al. 2012. **Effects of habitat fragmentation on ant richness and functional composition in Brazilian Atlantic forest.** Biodivers Conserv. 21, pp. 1687-1701.

LIMA, J. T. & COSTA, A. M. 2007. **Recursos alimentares explorados pelos cupins.** Revista Brasileira de Zoologia. 7, pp. 243 - 250.

LISBOA, J. T. et al. 2013. **Terrestrial isopods (Crustacea: Isopoda: Oniscidea) in termite nests (Blattodea: Termitidae) in a cocoa plantation in Brazil.** Biota Neotrop. 13, pp. 393-397.

MACIAS, D. et al. 2014. **Grazing and neighborhood interactions limit woody encroachment in wet subtropical savannas.** Basic and Applied Ecology. 15, pp. 661–668.

MANDO, A. et al. 1996. **Effects of termites on infiltration into crusted soil.** Geoderma. 74, pp. 107-113.

MARAVALHAS, J. & VASCONCELOS, H. L. 2014. **Revisiting the pyrodiversity–biodiversity hypothesis: long-term fire regimes and the structure of ant communities in a Neotropical savanna hotspot.** Journal of Applied Ecology, 51, pp. 1661–1668.

MARINS, A. D. 2012. **Fatores que propiciam a coabitação de cupinzeiros por diferentes espécies de cupins.** Tese de doutorado. Universidade Federal de Viçosa.

MEDEIROS, M. B. & MIRANDA, H. S. 2005. **Mortalidade pós-fogo em espécies lenhosas de campo suj submetido a três queimadas prescritas anuais.** Acta bot. bras. 19, PP. 493-500.

MEYERS, N. et al. 2000. **Biodiversity hotspots for conservation priorities.** Nature 403, pp. 853-858.

MIRANDA, H. S. & SATO, M. N. 2006. **Efeitos do fogo na vegetação lenhosa do Cerrado.** Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação. pp 73 - 92. MMA. Brasília - DF.

MMA. 2002. **Biodiversidade brasileira: avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira.** Ministério do Meio Ambiente. Brasília - DF. 404

NEVES, F. S. et al. 2013. **Ants of three adjacent habitats of a transition region between the cerrado and caatinga biomes: the effects of heterogeneity and variation in canopy cover.** Neotropical Entomology. 42, pp. 258-68.

NEVES, A.C. et al. 2014. **Co-existence of ants and termites in *Cecropia pachystachya* Trécul (Urticaceae).** Sociobiology 61, pp. 88-94.

OLIVEIRA, P. S. et al. 1987. **Ant-foraging on ant-inhabited *Triplaris* (Polygonaceae) in western Brazil: a Field experiment using live termite baits.** *J Trop Ecol.* 3, pp. 195–200.

PARR, C. L. & ANDERSEN, A. N. 2006. **Patch mosaic burning for biodiversity conservation: a critique of the pyrodiversity paradigm.** *Conservation Biology.* 20, pp. 1610–1619.

PARR, C. L. & BROCKETT, B. H. 1999. **Patch-mosaic burning: a new paradigm for savanna fire management in protected areas?** *Koedoe.* 42, pp. 117–130.

PERNA, A. et al. 2008. **Topological efficiency in three-dimensional gallery networks of termite nests.** *Physica A.* 387, pp. 6235–6244.

PIVELLO, V. R. 2011. **The use of fire in the Cerrado and Amazonian rainforest of Brazil: Past and Present.** *Fire Ecology.* 7, pp. 24–39.

PLANQUÉ, R. et al. 2002. **The adaptiveness of defence strategies against cuckoo parasitism.** *Bull. Math. Biol.* 64, pp. 1045–1068.

RAFAEL, J. A. et al. 2012. **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia.** (Gabriel Augusto Rodrigues de Melo, Cláudio José Barros de Carvalho, Sônia Aparecida Casari, Reginaldo Constantino). Holos Editora, Ribeirão Preto.

REDFORD, K. H. 1984. **The termitaria of *Cornitermes cumulans* (Isoptera, termitidae) and their role in determining a potential keystone species.** *Biotrópica.* 16, pp. 112 -119.

ROSA, C. S. 2008. **Interactions Between Beetle Larvae and Their Termite Hosts (Coleoptera; Isoptera, Nasutitermitinae).** *Sociobiology.* 51, pp. 191-197.

ROSUMEK, F. B. et al. 2009 . **Ants on plants: a meta-analysis of the role of ants as plant biotic defenses.** *Oecologia,* 160, pp. 537-549.

SCHOEREDER, J. H. 2010. **The arboreal ant community visiting extrafloral nectaries in the Neotropical cerrado savanna.** *Terrestrial Arthropod Review* 3, pp. 3-27.

SCHUURMAN, G. 2005. **Decomposition rates and termite assemblage composition in semiarid Africa.** *Ecology*. 86, pp. 1236–1249.

STURGIS, S. J. & GORDON, D. M. 2012. **Nestmate recognition in ants (Hymenoptera: Formicidae): a review.** *Myrmecol. News*. 16, pp. 101–110.

SUGIHARA, S. et al. 2015. **Effects of vegetation on soil microbial C, N, and P dynamics in a tropical forest and savanna of Central Africa.** *Applied Soil Ecology*. 87, pp. 91–98.

TRAGER, M. D. et al. 2010. **Benefits for Plants in Ant-Plant Protective Mutualisms: A Meta Analysis.** *PLoS One* 5, pp. 1-9.

TRANIELLO, J. F. A. 1981. **Enemy deterrence in the recruitment strategy of a termite: Soldier organized foraging in *Nasutitermes costalis*.** *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 78, pp. 1976-1979.

TRIPLEHORN, C.A. & JOHNSON, N. F. 2011. **Estudo dos insetos.** (Charles A. Triplehorn e Norman F. Johnson), Cengage Learning. São Paulo.

TUBELIS, D.P. & DELITTI, W.B.C. **Fire management and the nesting of *Athene cunicularia* (Aves, Strigidae) in grasslands in central Cerrado, Brazil.** *Biota Neotrop.* 10, pp. 93-101.