



Faculdade de Ciências da Educação e Saúde - FACES
Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas

LAÍS DE SOUZA LIMA

O PAPEL ECOLÓGICO DOS CUPINS (INSECTA:ISOPTERA)

Brasília
2012

O PAPEL ECOLÓGICO DOS CUPINS (INSECTA:ISOPTERA)

Laís de Souza Lima¹, Carlos Abs Bianchi²

RESUMO

Os cupins são insetos sociais abundantes em regiões tropicais que dominam a macrofauna terrestre, e também podem ser encontrados em ambientes de clima árido e temperado nos mais variados habitats. Buscou-se reunir trabalhos acadêmicos (artigos, teses, livros e dissertações) a fim levantar dados da literatura dos últimos 20 anos sobre a ecologia dos cupins. As estruturas biogênicas construídas pelos Isoptera somada à capacidade de digerir a celulose são funções desses animais responsáveis pela alteração física, química e biológica do solo causando efeitos diretos na distribuição vegetal, no microclima e nos demais componentes da fauna, por isso os térmitas exercem papel chave no ecossistema. Apesar do aumento de estudos sobre a atividade dos cupins nos ecossistemas nas últimas décadas, considera-se escasso os registros sobre a biologia, taxonomia, ecologia e distribuição geográfica desses animais, principalmente no que se refere aos cupins não-pragas. Mesmo com essas limitações, o Brasil tem se destacado nas pesquisas sobre os térmitas da região neotropical, entretanto ainda há muito que se pesquisar, sobretudo nas regiões do pantanal, dos pampas e da caatinga.

Palavras-Chave: Térmitas. Fauna edáfica. Interações ecológicas.

THE ECOLOGICAL ROLE OF TERMITES (INSECTA:ISOPTERA)

ABSTRACT

Termites are social insects abundant in tropical regions which overcome the soil macrofauna, and also can be found in arid and temperate environments in various habitats. We effort to bring together academic papers (articles, theses, dissertations and books) in order to collect data from literature of the last 20 years about the ecology of termites. The biogenic structures built by Isoptera plus the ability to digest cellulose are the reason why termites can make physical, chemical and biological changes on soil causing direct effects on vegetation distribution, microclimate and others components of the fauna, therefore the termites play a key role in the ecosystem. Despite the increase in studies on the activity of termites in ecosystems in recent decades, it's scarce records on biology, taxonomy, ecology and geographical distribution of these animals, mainly with regard to non-pests termites. Eventhough these limitations, Brazil has emerged in research on termites of Neotropical region, however there is much to be researched particularly in regions of the Brazilian wetlands, pampas and caatinga.

Key-Words: Termites. Soil fauna. Ecological interactions.

¹ Graduanda em Ciências Biológicas, bacharelado, pelo Centro Universitário de Brasília –UniCEUB.

² Biólogo, Doutor em Vida Silvestre, professor do Centro Universitário de Brasília – UniCEUB.

Introdução

Os cupins ou térmitas são classificados na classe Insecta, ordem Isoptera e fazem parte do grande filo dos artrópodes. Dentro dessa ordem há sete famílias: Mastotermitidae, Kalotermitidae, Termopsidae, Hodotermitidae, Serritermitidae, Rhinotermitidae e Termitidae (MEDEIROS, 2004). Os animais das seis primeiras famílias são denominados cupins inferiores, enquanto os da última são denominados cupins superiores com base na dependência ou não de protozoários para auxiliar na degradação da celulose (CORREIA; MENEZES; AQUINO, 2008; MEDEIROS 2004; CONSTANTINO; ACIOLI, 2006). Há mais de 2.800 espécies de cupins descritas no mundo, sendo 537 da região neotropical. No Brasil foram catalogadas cerca de 300 espécies das Famílias Serritermitidae, Rhinotermitidae Kalotermitidae e Termitidae (CONSTANTINO, 1999).

Apesar da ordem Isoptera ser conhecida pelo seu potencial como praga, apenas 10% das espécies apresentam esta característica (LIMA; COSTA-LEONARDO, 2007) sendo que pelo menos seis espécies de duas famílias – Kalotermitidae e Rhinotermitidae – são originárias de outras regiões, foram introduzidas na América do Sul e se tornaram pestes urbanas (CONSTANTINO, 2002).

A fauna edáfica é classificada pelas dimensões corporais em quatro grupos: microfauna, mesofauna, macrofauna e megafauna (CATAZONI, 2011). A macrofauna terrestre tropical é dominada pelos cupins tanto em ambientes úmidos como as florestas quanto em savanas como o Cerrado (OLIVEIRA et al., 2011), podendo ser encontrados também em matas temperadas, restinga, mangues, caatinga, campos, culturas, pastagens e cidades (LIMA; COSTA-LEONARDO, 2007). Constantino (2002) relata que a abundância e diversidade desses animais na América do Sul são maiores nas regiões de várzeas, savanas e pastagens.

Os térmitas são invertebrados hemimetábolos que ocupam simultaneamente os níveis de consumidores primários e decompositores da cadeia alimentar, são herbívoros e detritívoros, pois atuam na trituração, humificação, decomposição e mineralização de uma série de materiais celulósicos (vivos ou mortos) como a madeira, gramínea e plantas herbáceas (FREYMAN; VISSER; OLFF, 2010; LIMA;

COSTA-LEONARDO, 2007) e, por isso, contribuem para o melhor aproveitamento do fluxo de energia do ecossistema (CONSTANTINO, 2005). Segundo Medeiros (2004), a celulose é o principal constituinte da parede celular dos vegetais e um alimento sem o qual os cupins não conseguem sobreviver. Esse polissacarídeo não é digerido pelos animais, exceto por alguns herbívoros como os cupins, os quais possuem bactérias e protozoários simbióticos que digerem a celulose em seus aparelhos digestivos. A degradação da celulose é um dos importantes papéis ecológicos dos térmitas que auxilia na reciclagem de nutrientes (MEDEIROS, 2004).

O hábito alimentar é um fator primordial na evolução do comportamento social desses insetos (LIMA; COSTA-LEONARDO, 2007). Na colônia, há divisão de tarefas entre grupos especializados, denominados castas, os quais vivem em completa interdependência, não existindo indivíduos que vivem isoladamente (BANDEIRA; VASCONCELLOS, 2004). Além disso, há também superposição de pelo menos duas gerações em uma mesma colônia e um cuidado com os indivíduos imaturos (ALBINO, 2009). A diferenciação das castas é um tipo de polifenismo, em que são expressos diferentes fenótipos baseados em um mesmo genótipo (LINEAUD et al., 2011). Os operários e soldados constituem a casta estéril, responsáveis respectivamente, pela busca do alimento e pela defesa da colônia, enquanto a casta fértil, responsável pela reprodução, é representada pelo rei, pela rainha e por reprodutores alados (OSIPITAN et al., 2010; FERREIRA et al., 2011).

Além de consumidores, os cupins são um importante recurso alimentar para uma extensa lista de animais vertebrados – anfíbios, répteis, aves e mamíferos- e invertebrados – como aranhas e formigas, sendo base de uma grande cadeia alimentar. Tais características somadas à densidade, à abundância e à estrutura dos cupinzeiros tornam algumas espécies de cupins – como, por exemplo, *Armitermes euamignathus* e *Cornitermes cumulans* - espécies-chave no ecossistema (REDFORD, 1984).

Conhecidos como “engenheiros do ecossistema”, os cupins (juntamente com as formigas, e minhocas) afetam a disponibilidade de recursos para outras espécies através das alterações das propriedades físicas e químicas do solo (REIS; CANCELLO, 2007; JOUQUET et al., 2006). Na construção do ninho há deposição de compostos orgânicos (como saliva e fezes), gerando uma maior concentração de elementos como o carbono, fósforo e nitrogênio no ninho do que no solo ao seu

redor (BENITO et al., 2007). A construção dos ninhos epígeos e a abundância dos cupinzeiros, também contribuem para a alteração de paisagens. Devido a essas funções ecológicas e a sensibilidade a perturbações do meio em que vivem, os cupins são considerados bons bioindicadores ambientais (BANDEIRA; VASCONCELLOS, 2004; LAVELLE *et al.*, 2006).

A partir do exposto, o objetivo deste trabalho é fazer um levantamento bibliográfico a respeito dos estudos realizados no Brasil nos últimos 20 anos sobre a relação dos cupins com outros elementos bióticos e abióticos do ecossistema terrestre.

Metodologia

O presente trabalho utilizou o referencial da pesquisa bibliográfica para buscar dados e informações a respeito da ecologia de térmitas. A pesquisa foi feita através de levantamento bibliográfico de dados nacionais e internacionais (português e inglês) com enfoque em artigos publicados entre 1990 e 2012.

Foram selecionados artigos científicos, livros, teses e dissertações consultados nas seguintes bases de dados: EBSCO, Scielo, Elsevier e Google Acadêmico, após busca sistematizada com uso das seguintes palavras chaves: cupim, térmita/ *termite*, Isoptera, interações ecológicas/ *ecological interactions*, ecologia e fauna edáfica/ *soil fauna*.

Posteriormente, os artigos foram avaliados quanto ao seu conteúdo a fim de serem identificadas as principais linhas de pesquisa sobre térmitas abordadas no período investigado. Por fim, foi elaborada uma breve discussão sobre os principais tópicos estudados nos últimos 20 anos.

Resultados e Discussão

Os estudos sobre a fauna de Isoptera e sua ecologia ainda são escassos no Brasil (BEZERRA et al., 2009), sobretudo no que se refere à espécies não-pestes (SCHEFFRAHN, 2011). No entanto, mesmo com o conhecimento limitado da taxonomia, biologia e distribuição geográfica dos térmitas brasileiros, o Brasil é o único país da América Latina com razoável tradição nos estudos sobre cupins (CONSTANTINO; ACIOLI, 2006). Constantino (1992) relata que a região neotropical contém o maior número de espécies descritas de térmitas com 537 espécies, perdendo apenas para a região etíopiana - ou afrotropical (figura 1).

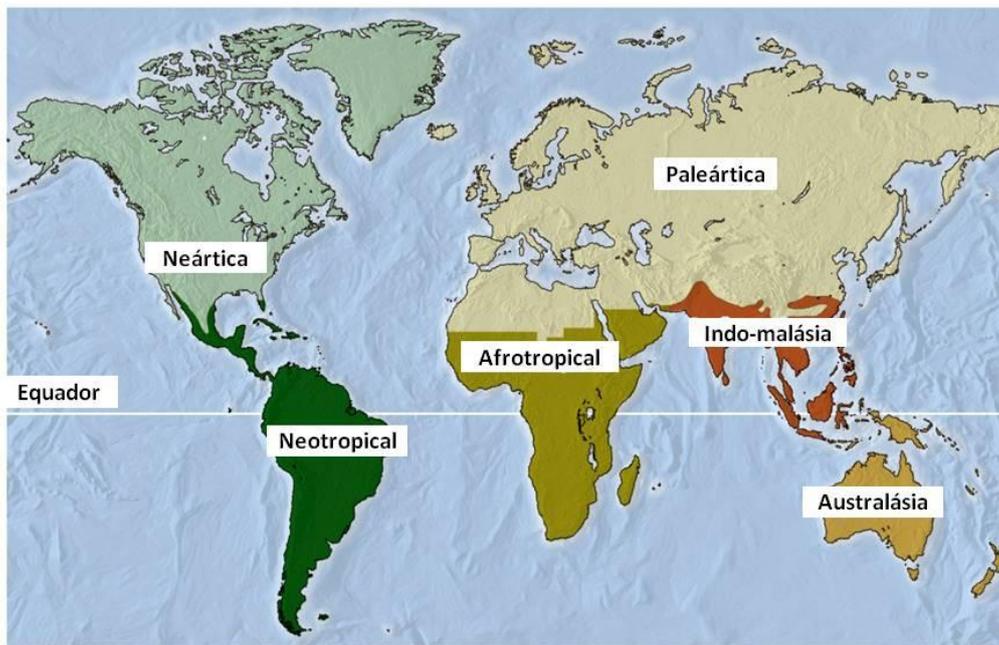


Figura 1: Mapa das regiões biogeográficas. Fonte: R. Ricklefs. 2010. *A Economia da Natureza*.

Foram encontrados e avaliados um total de 52 trabalhos no período compreendido entre 1990 e 2012. Destes 39% tratavam de ecologia e biologia dos cupins, 23% de interações ecológicas, 17% de estruturas biogênicas, 17% de taxonomia e levantamento de espécies e 4% tratavam sobre o impacto antrópico nas comunidades de cupins e o papel destes insetos como bioindicadores. A tabela 1, em anexo, descreve a região e a categoria em que foram classificados os trabalhos analisados.

A seguir, são discutidas informações sobre os principais tópicos abordados na pesquisa sobre térmitas das últimas duas décadas.

Taxonomia

Dentre as sete famílias existentes da ordem Isoptera - Mastotermitidae, Kalotermitidae, Termopsidae, Hodotermitidae, Serritermitidae, Rhinotermitidae e Termitidae – quatro delas podem ser encontradas no Brasil: Kalotermitidae, Rhinotermitidae, Termitidae e Serritermitidae (FERREIRA et al, 2011). A família Termitidae é a mais numerosa e de maior ocorrência no país (FERREIRA et al., 2011) compreendendo cerca de 85% das espécies conhecidas (CONSTANTINO, 1999). Isso pode estar ligado ao fato dos Termitidaees serem mais evoluídos por não dependerem de organismos simbiontes para a digestão da celulose (MEDEIROS, 2004).

Um levantamento feito por Constantino (1998) sobre os térmitas das Américas, revelou que, das famílias existentes no Brasil, a família Kalotermitidae é representada por 122 espécies, a família Rhinotermitidae contém 35 espécies, a família Termitidae é composta por 381 espécies e a família Serritermitidae contém apenas 1 espécie – *Serritermes serrifer*. Contudo, Ferreira et al. (2011) afirmam que a espécie *Glossotermes oculatus*, espécie amazônica, também pertence à família Serritermitidae.

Apesar da alta diversidade desses insetos no Brasil, o número de táxons não descritos ainda é elevado, provavelmente devido à dificuldade de identificação desses animais (CONSTANTINO, 1999). Segundo este mesmo autor tal dificuldade está na diferenciação das castas, já que na maioria das chaves de identificação são considerados apenas os soldados, pois não se conhece ainda os seres imagos (alados, rainhas e reis) de todos os gêneros. Além disso, os soldados são mais utilizados para taxonomia devido à alta diversidade morfológica dessa casta – alguns indivíduos têm cabeça larga com poderosa mandíbula enquanto outros se especializam na defesa química (CONSTANTINO; ACIOLI, 2006).

Hábitos Alimentares

Apesar da celulose ser a única fonte de alimento dos cupins, ela pode ser encontrada em várias formas presentes na natureza, por isso o hábito alimentar dos Isoptera é bastante variado abrangendo gramíneas, plantas herbáceas, serapilheira, fungos, líquens, e madeira (viva ou morta), e por isso ocupam diferentes níveis tróficos, como herbívoros e decompositores (FILHO, 2005; CONSTANTINO; ACIOLI, 2006; FREYMANN; VISSER; OLFF, 2010).

Segundo Medeiros (2004), além dos materiais celulósicos presentes nas células vegetais, os cupins também se alimentam de exúvias e de fezes das operárias, ou se alimentam ainda de seus cadáveres. Os indivíduos jovens, reprodutores e soldados se alimentam da saliva ou do material regurgitado dos operários, relação que enfatiza a necessidade desses insetos viverem em colônias com sobreposição de gerações (LIMA; COSTA-LEONARDO, 2007). Lima e Costa-Leonardo (2007) afirmam que o canibalismo pode ocorrer em situações de estresse, como na falta de nitrogênio ou de alguma proteína e que são mais comuns em condições laboratoriais, na natureza esse ato é incerto.

Os térmitas podem ser classificados em diferentes guildas, de acordo com o hábito alimentar: 1) húmívoros e geófagos, aqueles que se alimentam de húmus e partículas do solo; 2) xilófagos, que se alimentam de madeira; 3) ceifadores, que se alimentam de serapilheira, gramíneas e madeira não decomposta; 4) intermediários, que se alimentam da interface entre solo e madeira (FILHO, 2005; REIS; CANCELLO, 2007; FERREIRA et al., 2011). Mesmo assim, alguns autores afirmam que todos os cupins são comedores de madeira (LIMA; COSTA-LEONARDO, 2007) ou comedores de serapilheira (CONSTANTINO, 1999). Algumas espécies de cupins cultivam fungos para obter alimento, contudo não foi encontrado ainda esse tipo de interação entre os térmitas neotropicais (CORREIA; MENEZES; AQUINO, 2008; CONSTANTINO; ACIOLI, 2006), ao contrário, alguns fungos, chamados de entomopatogênicos, são utilizados para o controle de cupins em áreas de pastagens (TOSCANO et al., 2010).

A diferença no hábito alimentar afeta a distribuição dos térmitas ao longo das regiões. Térmitas húmívoros, por exemplo, não conseguem sobreviver em temperaturas muito baixas devido à sua dieta conter baixos níveis de nutrientes e não ser satisfatória para os gastos fisiológicos exigidos em locais muito frios (PALIN, 2010; FREYMANN; VISSER; OLFF, 2010 *apud* KORB e LINSENMAIR, 1998).

Ngugi e colaboradores (2011) constataram que cupins humívoros contribuem fortemente para o ciclo do Nitrogênio em ambientes tropicais ao mineralizarem matéria orgânica e liberarem no solo, nitrogênio na forma de amônia, mantendo esse elemento retido no ecossistema. Além disso, a amônia é a principal forma de assimilação do nitrogênio pelas plantas de florestas tropicais e a liberação dela pelos térmitas pode influenciar a estrutura da vegetação das savanas (NGUGI; JI; BRUNE, 2011). Estima-se que apenas 10% dos nutrientes assimilados pelos vegetais são de origem da rocha matriz do solo, o restante advém da regeneração e manutenção desses nutrientes no ecossistema gerados pela fauna edáfica (CATAZONI, 2011).

Ninhos

Os ninhos dos cupins, chamados termiteiros, estão vastamente distribuídos em diferentes ambientes e podem ser classificados em subterrâneos (ou hipógeos), epígeos, arborícolas ou em troncos de madeira viva ou morta (BEZERRA et al., 2009). As estruturas biogênicas construídas por esses “engenheiros” podem ser consideradas ilhas, visto que nelas há propriedades físicas, químicas e microbiológicas específicas. Portanto, entende-se, que os cupins não contêm um papel ecológico apenas como elemento da cadeia alimentar, mas sim uma responsabilidade de alteração da dinâmica do ecossistema através da modificação, manutenção ou criação de habitats para outros organismos do ecossistema (CONSTANTINO, 2005; JOUQUET et al., 2006). A figura 2 demonstra a abordagem “top-down”, proposta por Jouquet e colaboradores (2006), que os engenheiros do ecossistema desempenham ao modificarem as estruturas químicas e físicas do solo com a criação de estruturas biogênicas e os consequentes efeitos nos demais seres vivos.

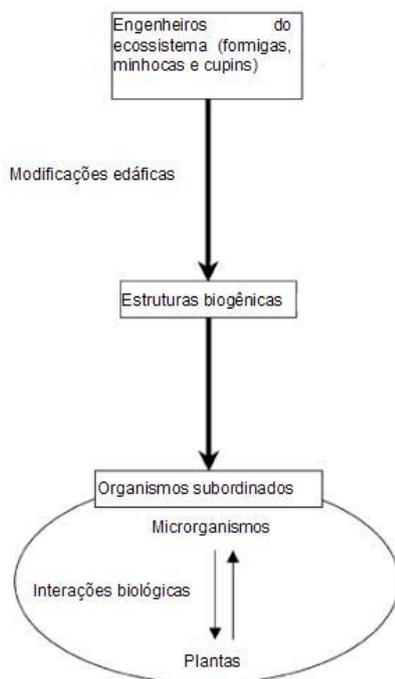


Figura 2: Abordagem “top-down” dos engenheiros do ecossistema para os organismos subordinados (microrganismos e plantas). As estruturas biogênicas construídas pelos engenheiros do ecossistema influenciam a qualidade do solo e as atividades de microrganismos e plantas (JOUQUET et al., 2006).

É sabido que os cupins constroem estruturas temporárias e “perenes” (duradouras) e, para cada caso, utilizam diferentes estratégias. Para estruturas temporárias os térmitas utilizam o solo adjacente a fim de suprir a alimentação minimizando gasto energético. Já para estruturas duradouras, como os ninhos, eles utilizam material dos horizontes mais profundos do solo (MORA et al., 2003).

Lôbo et al. (2007) destacam que há uma discussão vigente sobre a influência dos cupinzeiros na formação dos campos de murundus, um tipo de paisagem do bioma Cerrado caracterizado pela presença de montículos de terra. Há duas hipóteses sobre a origem destas formações de terra: uma delas aponta para a origem dos murundus por meio de fatores abióticos como a erosão; e a outra é que essa paisagem tenha sido formada pela presença de cupins de ninhos epígeos (OLIVEIRA-FILHO, 1992; LÔBO et al., 2007). Os resultados encontrados por Oliveira-Filho (1992) demonstraram que as propriedades físicas e químicas dos murundus são mais similares com os ninhos dos térmitas do que com o solo ao

redor, sugerindo ser verdadeira a segunda hipótese, ainda que a topografia e a geomorfologia influenciem, segundo o autor, na origem dos murundus.

Segundo Cosarinsky (2011), o crescimento dos ninhos pode se dar por duas vias: adição ou reorganização. No primeiro, não há modificação da construção original, onde os novos elementos são depositados por cima do ninho antigo. Só há modificação se houver conexão da parte antiga com novas partes do ninho. Na reorganização, como o próprio nome diz, há modificação da estrutura original, à medida que o ninho é ampliado (COSARINSKY, 2011)

A densidade das colônias, a composição e diversidade de espécies variam de um local para outro, o que pode ser explicado pelo tipo de solo – características químicas e físicas- onde os térmitas se encontram (BANDEIRA; TORRES 1984; CONSTANTINO 1992). O tamanho, o volume e a superfície do ninho podem indicar a idade da colônia (PERNA et al., 2008) a qual irá influenciar a concentração dos nutrientes nele presentes (JOUQUET et al., 2006) e a fauna que irá utilizar essa estrutura para alguma finalidade. Ninhos mais velhos, por exemplo, abrigam maior quantidade de termitófilos (CONSTANTINO; ACIOLI, 2006; REDFORD, 1984).

Perna e colaboradores (2008) explanam que a função biológica dos ninhos pode ser explicada através das inter-relações das diferentes partes do ninho (forma, localização e material agregado), a forma do ninho, por exemplo, pode afetar a divisão de tarefas e a disseminação de doenças dentro de uma colônia. Esses autores revelaram que em ninhos de *Cubitermes subaquartus*, há baixa conectividade entre as câmaras e corredores, principalmente entre câmaras mais externas, as quais estão mais expostas a ataques, possivelmente uma estratégia de defesa da colônia (PERNA et al., 2008). No entanto, cada espécie possui um projeto arquitetônico próprio (NUÑEZ et al., 2011).

A estrutura de labirinto e câmaras em várias camadas do cupinzeiro garante que em seu interior sejam mantidas a temperatura e a umidade estáveis (ZERBINI, 2011; PERNA et al., 2008; REDFORD, 1984), e servem de abrigo para diversos animais em casos de catástrofes como incêndio. A ventilação nas cavidades é de suma importância para a regulação da concentração de oxigênio e de carbono e para manutenção da homeostase no interior do ninho (OSIPITAN et al., 2010; FERREIRA et al., 2011; KORB; LINSENMAIR, 2000). Além disso, localização dos ninhos, se estão expostos ao sol ou sob o dossel, também afeta a regulação térmica

e conseqüentemente a sobrevivência dos cupins (VASCONCELLOS et al., 2008) que, segundo Ferreira e colaboradores (2011), são sensíveis às trocas de umidade.

Relação com solo

Para o estabelecimento da colônia, é necessário que haja disponibilidade de alimento e do material necessário para a construção do ninho, portanto, a composição do solo impõe limites para a instalação da fauna edáfica (LAVELLE et al., 2006). Alguns ninhos necessitam de partículas coloidais como argila ou material salivar e fecal para cimentar as paredes do ninho (VALÉRIO, 2006). A proporção e distribuição de sedimentos como areia, silte e argila no solo também influencia o estabelecimento ou não da colônia, o que poderia explicar, por exemplo, a ausência desses insetos em solos extremamente arenosos (BANDEIRA; TORRES, 1985; VALÉRIO, 2006).

A atividade da fauna edáfica é responsável pela organização dos horizontes do solo bem como pelo tamanho dos poros e sua distribuição. A movimentação de partículas entre os horizontes do solo na construção de galerias subterrâneas – fenômeno conhecido como bioturbação (FERREIRA et al., 2011) -, além de contribuir para a aeração e descompactação do substrato, e promover a permeabilidade interferindo na estrutura dos aquíferos (CONSTANTINO, 2005; FILHO, 2005; LAVELLE et al. 2006), é um dos fatores responsáveis pela formação de latossolo, principal classe de solo do Brasil (KASCHUK et al., 2006). A porosidade causada por essas galerias facilita o crescimento de várias plantas (BENITO et al., 2007; CONSTANTINO, 2005).

Alguns autores (KASCHUK et al., 2006; BENITO et al., 2007; NGUGI; JI; BRUNE, 2011) declaram que a concentração de alguns nutrientes como o Carbono, Potássio, Nitrogênio e Fósforo, bem como o pH são maiores no ninho do que no solo ao seu redor e variam de acordo com a idade e composição da estrutura. A diferença de concentração de nutrientes ocorre devido à utilização de micro-agregados-organo-minerais juntamente com saliva e fezes na construção dessas estruturas biogênicas, tornando os ninhos verdadeiras ilhas de recursos para plantas e animais (JOUQUET et al., 2006; OKULLO; MOE, 2012). Tais construções, quando erodidas, distribuem os nutrientes e alteram localmente a textura e fertilidade do

solo, podendo esses nutrientes ser absorvidos pelas plantas ou lixiviados (CORREIA; OLIVEIRA, 2006; OLIVEIRA-FILHO, 1992; KASCHUK et al., 2006).

Segundo Lavelle et al. (2006), a agregação de partículas do solo para a construção das estruturas biogênicas, juntamente com a humificação, são importantes processos que maximizam o acúmulo de Carbono impedindo a liberação rápida desse gás na forma de gás de estufa. Por isso, os térmitas podem ser considerados importantes na regulação climática (FILHO, 2005). A humificação gerada pelos térmitas torna-se fundamental para a disponibilização de nutrientes em períodos secos ou regiões de clima semi-árido, quando a disponibilidade de água no solo é bastante limitada (SOUTO, 2010). A alteração climática também pode influenciar a composição faunística, pois algumas espécies de cupins são sensíveis à dessecação e à grandes flutuações de temperatura (REIS; CANCELLO, 2007; PALIN et al., 2010).

Devido à capacidade de decompor a celulose, os térmitas podem ser os únicos invertebrados a colonizarem o solo em ambientes degradados (CORREIA; MENEZES; AQUINO, 2008). Filho (2005) afirma que os cupins têm hábitos sedentários e demoram mais a reabitar áreas perturbadas do que outros organismos de dispersão mais rápida. Entretanto, as características físicas e comportamentais desses insetos levam a crer que os cupins sejam espécies *r* estrategistas, com habilidade de colonizar ambientes perturbados em estágios iniciais de sucessão, gerando um melhor aproveitamento de energia do ecossistema e facilitando o aparecimento de novas espécies no local.

O fato de modificarem a fertilidade e a estrutura do solo tornam esses insetos fundamentais para a manutenção de agroecossistemas (CUNHA, 2011). Apesar de muitos considerarem os cupins pragas em áreas agrosilvipastoris (TOSCANO et al., 2010), alguns autores afirmam que a presença desses insetos não causam efeitos negativos para o gado (CUNHA, 2011), nem para a cobertura vegetal, uma vez que, a maioria das espécies, se alimenta de matéria orgânica depositada no solo e, apenas algumas, de tecido vegetal vivo (VALÉRIO, 2006), mesmo assim Zerbini (2011) discute que as espécies herbívoras não causam danos significativos em pastagens, definindo-as como pragas “estéticas” para os produtores agropecuários. Já em áreas agrícolas, o desfolhamento causado por espécies herbívoras acarreta grande perda de biomassa vegetal e afeta a sobrevivência e crescimento das

espécies cultivadas. É um desafio, portanto, associar os benefícios da ação dos térmitas no solo e a atividade agrícola (SOUTO, 2010).

Estudos demonstram que a transformação de áreas naturais em áreas agropastoris ou em áreas urbanas, afeta negativamente a macrofauna edáfica, causando uma drástica queda na diversidade através das mudanças na produtividade do solo e a consequente quebra do equilíbrio dinâmico antes existente (CORREIA; OLIVEIRA, 2006; LAVELLE et al. 2006; OLIVEIRA et al., 2011).

Interação com fauna

A simbiose entre térmitas e microrganismos é a razão pelo qual os térmitas conseguem digerir a celulose (MEDEIROS, 2004; FILHO, 2005) e a partir disso fixar nitrogênio da atmosfera e processar carbono de maneira eficiente (CORREIA; OLIVEIRA, 2006). Esses processos acarretam a liberação de gases na atmosfera, como metano e dióxido de carbono, e pode interferir em padrões climáticos locais (CORREIA; MENEZES, AQUINO, 2008; FILHO, 2005). Além da interação entre o térmita e o protozoário, há uma interação entre o protozoário e a bactéria intracelular do protista formando uma simbiose tripartite entre esses três organismos (CORREIA; MENEZES; AQUINO, 2008).

Devido às funções dos cupins de gerarem recursos para outras espécies, os cupinzeiros são procurados por uma gama de seres vivos- chamados termitófilos (BANDEIRA; TORRES, 1985). Já foram encontrados registros de termitófilos de diferentes *taxa* como planárias, lesmas, anelídeos, artrópodes - aranhas, opiliões, escorpiões, ácaros, vespas, hemípteros, himenópteros, coleópteros, lepidópteros, miriápodes, blatários, entre outros e vertebrados – sapos, cobras, lagartos, roedores, aves, mamíferos entre outros (BANDEIRA; TORRES, 1985; BEZERRA et al. 2009); ainda assim, a diversidade da fauna associada aos cupinzeiros ainda é pouco conhecida (ZERBINI, 2011). A presença de formas larvais e ninfas de algumas espécies encontradas nos ninhos apontam a importância dos cupinzeiros para o ciclo de vida dessas espécies (COSTA et al., 2009). Entende-se então que os cupinzeiros são importante recurso para muitos seres vivos em busca de abrigo, alimento e local para reprodução.

Vitt e colaboradores (2007) registraram que lagartos da espécie *Gymnodactylus carvalhoi*, endêmico do Cerrado, são encontrados restritamente em termiteiros, destacando a importância dessas estruturas para animais especialistas.

O transporte horizontal e vertical dos nutrientes do solo, causado pela atividade dos térmitas, contribui para a heterogeneidade espacial graças à diferença de gradiente de recursos. Essa heterogeneidade espacial cria condições para o estabelecimento de plantas palatáveis ou não para os herbívoros e, assim afeta indiretamente a distribuição desses animais nas savanas (OKULLO; MOE, 2012; FREYMAN; VISSER; OLFF, 2010).

As formigas são encontradas no cupinzeiro do lado de fora, isoladas dos cupins, ambos só entram em contato quando a construção é quebrada (COSTA et al., 2009). As formigas e os cupins, juntos, constituem maior parte da biomassa terrestre das regiões tropicais (SANTOS; VASCONCELLOS; DELABIE, 2007; CONSTANTINO, 1992). Existem registros de relação entre formiga e cupim de predação, co-habitação e competição por espaço (DUTRA; GALBIATI, 2009). Diehl et al. (2005) descrevem que a relação entre cupins e formigas pode ser de parasitismo, comensalismo – em que as formigas são as beneficiadas- ou até mesmo mutualismo quando as formigas servem de defensoras do ninho contra predadores e os cupins oferecem abrigo. Estes autores afirmam ainda que alguns térmitas podem ser inquilinos em ninhos de formigas, apesar de ser raro.

Além da relação entre os térmitas e os demais elementos da fauna de um ecossistema, é comum a coexistência de várias espécies de cupins em um único cupinzeiro, sendo que na maioria das vezes uma espécie é a construtora e as demais são inquilinas (COSTA et al., 2009; CONSTANTINO; ACIOLI, 2006). A espécie inquilina pode ocupar todo o cupinzeiro ou apenas parte dele, construindo novas estruturas ou alterando estruturas pré-existentes (LÔBO et al., 2007). Estes mesmos autores afirmam que existem espécies que ocorrem juntas com mais frequência devido à preferência de micro-habitats e ao processo de colonização das colônias. Já Diehl et al. (2005), sugerem que a associação entre as espécies de cupins está relacionada com a maximização da defesa (química e mecânica) da colônia e da construção do ninho. Neste último trabalho, foram mais comuns os ninhos com mais de uma espécie de térmitas co-habitando um mesmo cupinzeiro do que ninhos com apenas uma espécie. Há ainda, espécies que não constroem ninhos

e vivem apenas como inquilinas, como *Inquilinetermes spp.* (CONSTANTINO; ACIOLI, 2006).

A ação dos engenheiros no ecossistema parece ser mais significativa do que as regulações feitas pelas interações tróficas, pois, mesmo com as limitações ecológicas específicas encontradas no ambiente em que vivem esses animais, quando comparado com os que vivem sobre o solo, os cupins impulsionam fortemente a influência física nos processos ecológicos (LAVELLE et al., 2006; JOUQUET et al., 2006).

Considerações Finais

Os cupins mantêm múltiplas interações em diferentes escalas com outros organismos, e por isso participam de processos físicos, químicos e biológicos que garantem o provimento, a utilização e manutenção dos serviços ecológicos e da biodiversidade de um ecossistema. As estruturas biogênicas criadas pelos cupins e a capacidade de digerir lignocelulose são os principais motivos pelos quais esses animais desempenham papel chave no ecossistema. Portanto a ausência desses insetos na natureza prejudica fortemente uma série de processos ecológicos dos quais os térmitas são mediadores essenciais.

A grande quantidade de recursos explorados pelos cupins e a biomassa de suas populações explica a ampla distribuição geográfica e densidade desses insetos em diversas regiões diferentes, e sua influência na ciclagem de nutrientes. No entanto, as características do solo e do clima impõem limites para o estabelecimento das colônias. Os impactos gerados no solo e no clima afetam negativamente a composição faunística levando a uma possível migração dos térmitas de ambientes naturais para áreas urbanas, onde podem tornar-se possíveis pragas.

Os estudos sobre a fauna de Isoptera ainda são escassos, principalmente na região Neotropical onde a diversidade de espécies é maior. Mesmo assim, nas últimas décadas o Brasil tem se destacado nas pesquisas de identificação, distribuição geográfica, biologia e ecologia dos térmitas. Ainda assim as regiões do pantanal, dos pampas e da caatinga necessitam de muitas pesquisas, quando comparadas com as demais regiões do país. As pesquisas sobre os cupins são em grande parte relativas às espécies pragas, as quais são minoria dentro do grupo, mas que também são importantes para o funcionamento do ecossistema, por isso deve-se buscar a harmonia entre práticas agrosilvipastoris e a manutenção desses insetos em seus habitats.

Referências Bibliográficas

ALBINO, E. Ninfas em populações forrageiras do cupim *Coptotermes gestroi* (Isoptera: Rhinotermitidae. 2009. 124 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista.

BANDEIRA, A. G.; TORRES, M. F. P. Abundância e distribuição de invertebrados do solo em ecossistemas da Amazônia Oriental. O papel ecológico dos cupins. *Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi*, v.2, n. 1, p. 13-38, 1985.

BANDEIRA, A. G.; VASCONCELLOS, A. Efeitos de perturbações antrópicas sobre as populações de cupins (Isoptera) do Brejo dos Cavalos, Pernambuco. In PORTO, KC., CABRAL, JJP.; TABARELLI, M. (Orgs.). *Brejos de Altitude em Pernambuco e Paraíba: História Natural, Ecologia e Conservação*. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, p. 145-152. Série Biodiversidade, 9, 2004. Disponível em: <http://www.culturaapicola.com.ar/apuntes/libros/Caatinga/parte5_brejos.pdf> Acesso em 4 abr 2012.

BENITO, N. P.; BROSSARD, M.; CONSTANTINO, R.; BECQUER, T. Densidade de ninhos epigeos de térmitas em uma área de Cerrado, Planaltina, DF. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8, 2007, Caxambu. Disponível em: <<http://www.seb-ecologia.org.br/viiiiceb/pdf/862.pdf>> Acesso em 5 abr 2012

BEZERRA, Y. B. S.; OLIVEIRA, C. R. F.; MATOS, C. H. C.; SILVA, M. L. L. S.; FERRAZ, C. S. Diversidade de cupins em áreas de Caatinga em Serra Talhada –PE. 2009. Disponível em <<http://www.eventosufrpe.com.br/jepex2009/cd/resumos/R0387-1.pdf>> Acesso em: 16 abr 2012.

CATAZONI, G. Importância dos aspectos ecológicos na análise qualiquantitativa da macrofauna edáfica. *Revista da Universidade Ibirapuera*, n. 1, p. 42 – 52, 2011.

CONSTANTINO, R. Abundance and diversity of termites (Insecta: Isoptera) in two sites of primary rainforest in Brazilian Amazonia. *Biotropica*, v. 24, n. 3, p. 420-430, 1992.

CONSTANTINO, R. Catalog of the living termites of the New World (Insecta:Isoptera). *Arquivos de Zoologia*, v. 35 n. 2, p. 135 -230, 1998.

CONSTANTINO, R. Chave ilustrada para identificação dos gêneros de cupins (Insecta: Isoptera) que ocorrem no Brasil. *Papéis Avulsos de Zoologia*, v. 40, n. 25, p. 387 – 448, 1999.

CONSTANTINO, R. The pest termites of South America: taxonomy, distribution and status. *Journal of Applied Entomology*, n. 126, p. 355- 365, 2002.

CONSTANTINO, R. Padrões de diversidade e endemismo de térmitas no bioma Cerrado In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J.C.; FELIFILI, J.M. Cerrado: *Ecologia, Biodiversidade e Conservação*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005, p. 319 – 333.

CONSTANTINO R.; ACIOLI, A. N. S. Termite diversity in Brazil (Insecta: Isoptera). In: MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O.; BRUSAARD, L. Soil Biodiversity in Amazonian and other Brazilian ecosystems. Wallingford: CABI, 2006, p. 420- 430.

CORREIA, M. E. F. Relações entre a diversidade da fauna de solo e o processo de decomposição e seus reflexos sobre a estabilidade dos ecossistemas. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 33 p. 2002.

CORREIA, M. E. F.; OLIVEIRA, L. C. M. Importância da fauna de solo para a ciclagem de nutrientes. In: AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L. Processos biológicos no sistema solo – planta: ferramenta para uma agricultura sustentável. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2006, p. 77-99. Disponível em: <<http://ag20.cnptia.embrapa.br/Repositorio/biotacap4ID-QOAsuHeSsM.pdf>> Acesso em 03 mai 2012.

CORREIA, M. E. F.; MENEZES, E. L. A.; AQUINO, A. M. Associações entre térmitas e microrganismos. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 20 p., 2008.

COSARINSKY, M. I. The nest growth of Neotropical mound-building termite: *Cornitermes cumulans*: a micromorphological analysis. *Journal of Insect Science*, v.11, n. 122, p. 1 – 14, 2011.

COSTA, D. A.; CARVALHO, R. A.; FILHO, G. F. L.; BRANDÃO, D. Inquilines and invertebrate fauna associated with termite nests of *Cornitermes cumulans* in the Emas National Park. *Sociobiology*, v. 53, n. 2B, p. 443- 453, 2009.

CUNHA, H. F. Distribuição espacial de cupinzeiros epígeos de pastagem no município de Iporá –GO, Brasil. *Entomobrasilis*, v. 4, n. 2, p. 45 – 48, 2011.

DAVIES, A. B.; Eggleton, P.; Rensburg, B. J. V.; Parr , C. L. The pyrodiversity-biodiversity hypothesis: a test with savanna termites assemblages. *Journal of Applied Ecology*, v. 49, p. 422- 430, 2012.

DIEHL, E.; JUNQUEIRA, L. K.; BERTHI-FILHO, E. Ant and térmites mound coinhabitants in the wetlands of Santo Antonio da Patrulha, Rio Grande do sul, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 65, n. 3, p. 431 – 437, 2005.

DUTRA, C. C.; GALBIATI, C. Comportamento de formigas (Hymenoptera: Formicidae) inquilinas de cupins (Isoptera: Termitidae) em pastagens. *EntomoBrasilis*, v. 2, n. 2, p. 37 -41, 2009.

ENGEL, M. S. Family-group names for termites (Isoptera), redux. *ZooKeys*, v. 148, p.171- 184, 2011.

FERREIRA, E. V. O.; MARTINS, V.; JUNIOR, A. V. I.; GIASSON, E.; NASCIMENTO, P. C. Ação dos térmitas no solo. *Ciência rural*, v. 41, n. 5, p. 804-811, 2011.

FILHO, K. E. S. Efeito de distúrbios ambientais sobre a fauna de cupins (Insecta: Isoptera) e seu papel como bioindicador. 2005. 113 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho.

FREYMAN, B. P.; VISSER, S. N.; OLFF, H. Spatial and temporal hotspots of termite-driven decomposition in the Seregenti. *Ecography*, n. 33, p. 443- 450, 2010.

GALBIATI, C. Determinantes da riqueza de espécie de cupins (Insecta:Isoptera). 2004.102 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

JOUQUET, P.; DAUBER, J.; LAUGERLOF, J.; LAVELLE, P.; LEPAGE, M. Soil invertebrate as ecosystem engineers: Intended and accidental effects on soil and feedback loops. *Applied Soil Ecology*, n.32, p. 153 – 164, 2006.

KASCHUK, G.; SANTOS, J. C. P.; ALMEIDA, J. A.; SINHORATI, D. C.; BERTON-JUNIOR, J. F. Termite activity in relation no natural grassland soil attributes. *Scientia Agricola*, v. 63, n. 6, p. 583 -588, 2006.

KORB, J.; LINSENMAIR, K. E. Ventilation of termite mounds: new results require a new model. *Behavioral Ecology*, v.11, n. 5, p. 486 -494, 2000.

LAVELLE, P.; DECAENS, T.; AUBERT, M.; BAROT, S.; BLOUIN, M.; BUREAU, F.; MARGERIE, P.; MORA, P.; ROSSI, J. P. Soil invertebrates and ecosystem services. *European Journal of Soil Biology*, v. 42, p. 3-15, 2006.

LIMA, J. T.; COSTA-LEONARDO, A. M. Recursos alimentares explorados pelos cupins (Insecta: Isoptera). *Biota Neotropica*, v. 7, n. 2, p. 243 – 250, 2007.

LINEAUD, L.; DARROUZET, E.; DEDEINE, F.; AHN, K.; HUANG, Z.; BAGNÈRES, A. G. Ontogenic potentialities of the worker caste in two sympatric subterranean termites in France. *Evolution & Development*, v.13 , n. 2, p. 138 – 148, 2011.

LÔBO, Y. P. P.; OLIVEIRA, C. C. S.; CONSTANTINO, R.; LIMA, H. S.; FRANZAK, D. D.; MARIMON, B. Associação de espécies de cupins (Insecta: Isoptera) em campo de murundus no Parque Estadual do Araguaia (MT). In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8, 2007, Caxambu. *Anais eletrônicos*. Disponível em: <<http://www.seb-ecologia.org.br/viiiiceb/pdf/1539.pdf>> Acesso em 9 abr 2012.

MOÇO, M. K. S.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; CORREIA, M. E. F. Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região norte Fluminense. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 29, n. 4., p. 555 – 564, 2005.

MORA, P.; SEUGÉ, C.; CHOTTE, J. L.; ROULAND, C. Physico- chemical tipology of the biogenic structures of termites and earthworms: a comparative analysis. *Biology and Fertility of Soils*, v.37, p. 245- 249, 2003.

MEDEIROS, M. B. Metabolismo da celulose em Isoptera. *Revista de Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento*, p. 76 – 81, 2004. Disponível em: <<http://www.biotecnologia.com.br/revista/bio33/metabolismo.pdf>> Acesso em 3 abr 2012.

NGUGI, D. K.; JI, R.; BRUNE, A. Nitrogen mineralization, denitrification and ammonification by soil-feeding termites a ¹⁵N-based approach. *Biogeochemistry*, v.103, p. 355- 369, 2011.

NUÑEZ, B. N. C.; LIMA, M. S. C. S.; MENEZES, E. B.; PEDERASSI, J. Ocupação de ninhos de cupins epígeos e arbóreos em fragmento de caatinga hipoxerófila em Bom Jesus- PI. *Comunicata Scientiae*, v. 2, n. 3, p. 164-169, 2011.

OKULLO, P.; MOE, S. Termite activity, not grazing, is the main determinant of spatial variation in savanna herbaceous vegetation. *Journal of Ecology*, v. 100, p. 232 -241, 2012.

OLIVEIRA, M. I. L.; BRUNET, D.; MITJA, D.; CARDOSO, W. S.; BENITO, N. P.; GUIMARÃES, M. F.; BROSSARD, M. Incidence of epigeal nest-building termites in *Brachiaria* pastures in the Cerrado. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 33, n. 1, p. 181 – 185, 2011.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. Flooplain 'murundus' of Central Brazil: evidence for the termite origin hypothesis. *Journal of Tropical Ecology*, v. 8, p. 1-19, 1992.

OSIPITAN, A. A.; OWOSENI, J. A., ODEYEMI, I. S.; SOMADE, A. A. Assessment of extracts from some tropical plants in the management of termite (Termitidae: Isoptera) in Ogun State, Nigeria. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, v. 43, n. 10, p. 962 – 971, 2010.

PALIN, O. F.; EGGLETON, P.; MALHI, Y.; GIRARDIN, C. A.; ROZAS-DÁVILA, A.; PARR, C. L. Termite diversity along an Amazon- Andes elevation gradient, Peru. *Biotropica*, v. 43, n. 1, p. 1 -8, 2010.

PERNA, A.; JOST, C.; COUTURIER, E.; VALVERDE, S.; DOUADY, S.; THERAULAZ, G. The structure of gallery networks in the nests of termite *Cubitermes* sp. Revealed by X-ray tomography. *Naturwissenschaften*, v.95, n. 9, p. 877- 884, 2008.

REDFORD, K. H. The termitaria of *Cornitermes cumulans* (Isoptera, Termitidae) and their role in determining a potential keystone species. *Biotropica*, v. 16, n. 2, p. 112- 119, 1984.

REIS, Y. T.; CANCELLO, E. M. Riqueza de cupins (Insecta, Isoptera) em áreas de Mata Atlântica primária e secundária do sudeste da Bahia. *Ilheringia Série Zoologia*, v. 97, n. 3, p. 229 – 234, 2007.

SANTOS, P. P.; VASCONCELLOS, A.; DELABIE, J. H. C. Uso de ninhos de *Nasutitermes* spp. (Isoptera: Termitidae) por formigas (Hymenoptera: Formicidae) na Bahia. *Biológico*, v. 69, n. 2, p. 365 -367, 2007.

SCHEFFRAHN, R. H. Distribution, diversity, mesonotal morphology, gallery architecture, and queen physogastry of Termite genus *Calcaritermes* (Isoptera: Kalotermitidae). *Zookeys*, v. 148, p. 41- 53, 2011.

SOUTO, L. S. Formigas, cupins e a ciclagem de nutrientes em solos tropicais. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 8, 2010, Guarapari. Disponível em: http://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:IL4dBQuZa98J:scholar.google.com/&hl=pt-BR&as_sdt=0,5> Acesso em 23 mai 2012

TOSCANO, L. C.; SCHLICK-SOUZA, E. C.; MARTINS, G. L. M.; SOUZA-SCHLICK, G. D.; MARUYAMA, W. I. Controle de cupins de montículo (Isoptera: Termitidae) de pastagem com fungos entomopatogênicos. *Revista Caatinga*, v. 23, n. 2, p. 6 -11, 2010.

TORRE, A. D. L.; Ribeiro, O. M.; Miranda, J. P.; Quental, F.; Portela, R. C. Q. Relação da distribuição temporal de forrageamento de cupins (Isoptera: Termitidae) com o tempo de inundação em um igapó no arquipélago de Anavilhanas, rio Negro. In: VENTICINQUE, E.; ZUANON, J. *Ecologia da Floresta Amazônica*. Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, 2003.

VALÉRIO, J. R. Cupins –de- montículo em pastagens. *Embrapa Gado de Corte*, 33 p., 2006.

VASCONCELLOS, A.; BANDEIRA, A. G.; ALMEIDA, W. O.; MOURA, F. M. S. Térmitas construtores de ninhos conspícuos em duas áreas de Mata Atlântica com diferentes níveis de perturbação antrópica. *Neotropical Entomology*, v.37, n. 1, p. 15 – 19, 2008.

VELUDO, L.; JAPIASSU, R.; REGO, S.; SOARES, T.; GIACOMAZZO, G.; COLLI, G. Padrão de distribuição de cupinzeiros como modelo para estudo de competição em

área natural e antropizada no Cerrado. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8, 2007, Caxambu. *Anais eletrônicos*.

VITT, L. J.; SHEPARD, D. B.; CALDWELL, J. P.; VIEIRA, G. H. C.; FRANÇA, F. G. R.; COLLI, G. R. Living with your food: geckos of termitaria in Cantao. *Journal of Zoology*, v. 272, p. 321 – 328, 2007.

ZERBINI, A. S. Padrões de diversidade de macrofauna associada a cupinzeiros em pastagens. 2011. 52 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília.

Anexo

Tabela 1: Descrição dos trabalhos avaliados por categoria e distribuição geográfica.

Categoria	Autores	Distribuição Geográfica (Biomás)
Biologia dos cupins	Moço, M. K. S.; Gama-Rodrigues, E. F.; Gama-Rodrigues, A. C.; Correia, M. E. F. (2005).	Mata Atlântica
Biologia dos cupins	Medeiros, M. B. (2004).	Revisão
Biologia dos cupins	Albino, E. (2009).	Mata Atlântica
Biologia dos cupins	Ngugi, D. K.; Ji,R.; Brune, A. (2011).	África
Biologia dos cupins	Lima, J. T.; Costa-Leonardo, A. M. (2007).	Revisão
Biologia dos cupins	Davies, A. B.; Eggleton, P.; Rensburg, B. J. V.; Parr , C. L. (2012).	África
Ecologia e Biologia	Scheffran, R. H. (2011).	“ New World” - Américas
Ecologia e Biologia	Torre, A. D. L.; Ribeiro, O. M.; Miranda, J. P.; Quental, F.; Portela, R. C. Q. (2003).	Amazônia
Ecologia e Biologia	Lavelle, P.; Decaens, T.; Aubert, M.; Barot, S.; Blouin, M.; Bureau, F.; Margerie, P.; Mora, P.; Rossi, J. P. (2006).	Revisão
Ecologia e Biologia	Correia, M. E. F. (2002).	Revisão

Ecologia	Jouquet, P.; Dauber, J.; Lagerlof, J.; Lavelle, P.; Lepage, M. (2006).	Revisão
Ecologia	Freymann, B. P.; Visser, S. N.; Olf, H. (2010).	África
Ecologia	Bandeira, A. G.; Torres, M. F. (1985).	Amazônia
Ecologia	Osipitan, A. A.; Owoseni, J. A.; Odeyemi, I.S.; Somade, A. A. (2010).	Nigéria
Ecologia	Correia, M. E. F.; Oliveira, L. C. M. (2006).	Revisão
Ecologia	Catazoni, G. (2011).	Revisão
Ecologia	Oliveira-Filho, A. T. (1992).	Cerrado
Ecologia	Kaschuk, G; Santos, J. C. P.; Almeida, J. A.; Sinhorati, D. C.; Berton-Junior, J. F. (2006).	Mata Atlântica
Ecologia	Redford, K. H. (1984).	Cerrado
Ecologia e Interações Ecológicas	Okullo, P; Moe, S. R. (2012).	África
Estruturas Biogênicas	Korb, J.; Linsenmair, K. E. (2000).	África
Estruturas Biogênicas	Valério. J. R. (2006).	Cerrado
Estruturas Biogênicas	Benito, N. P.; Brossard, M.; Constantino, R.; Becquer, T. (2007).	Cerrado
Estruturas Biogênicas	Oliveira, M. I. L.; Brunet, D.; Mitja, D.; Cardoso, W. S.; Benito, N. P.; Guimarães, M. F.; Brossard, M. (2011).	Cerrado
Estruturas Biogênicas	Núñez, B. N. C.; Lima, M. S. C. S.; Menezes, E. B.; Pederassi, J. (2011).	Caatinga
Estruturas Biogênicas	Mora, P.; Seugé, c; Chotte, J. L.; Rouland, C. (2003).	África
Estruturas Biogênicas	Vasconcellos, A.; Bandeira, A. G.; Almeida, W. O.; Moura, F. M. S. (2008).	Mata Atlântica
Estruturas Biogênicas	Cosarinsky, M. I. (2011).	Argentina

Estruturas Biogênicas	Perna, A.; Jost, C.; Couturier, E.; Valverde, S.; Douady, S.; Theraulaz, G. (2008).	África
Impacto Ambiental	Filho, K. E. S. (2005).	Mata Atlântica
Impacto Ambiental	Bandeira, A. G.; Vasconcellos, A. (2004).	Mata Atlântica
Interação Ecológica	Diehl, E.; Junqueira, L. K.; Berti-Filho, E. (2005).	Pampas
Interação Ecológica	Toscano, L. C.; Schlick-Souza, E. C.; Souza- Schlick, G. D.; Maruyama, W. I.(2010).	Cerrado
Interação Ecológica	Costa, D. A.; Carvalho, R. A.; Filho, G. F. L.; Brandão, D. (2009).	Cerrado
Interação Ecológica	Dutra, C. C.; Galbiati, C. (2009).	Cerrado
Interação Ecológica	Lôbo, Y. P. P.; Oliveira, C.C.S.; Constantino, R.; Lima, H. S.; Franczak, D. D.; Marimon, B. (2007).	Cerrado
Interação Ecológica	Vitt, L. J.; Shepard, D. B.; Caldwell, J. P.; Vieira, G. H. C.; França, F. G. R.; Colli, G. R. (2007).	Cerrado
Interação Ecológica	Veludo, L.; Japisassu, R.; Rego, S.; Soares, T.; Giacomazzo, G.; Colli, G. (2007).	Cerrado
Interação Ecológica	Zerbini, A. S. (2011).	Cerrado
Interação Ecológica	Galbiati, C. (2004).	Cerrado
Interação Ecológica	Cunha, H. F.; Morais, P. P. A. M. (2011).	Cerrado
Interação Ecológica	Santos, P. P.; Vasconcellos, A.; Delabie, J. H. C. (2007).	Mata Atlântica
Interação Ecológica	Correia, M. E. F.; Aguiar-Menezes, E. L.; Aquino, A. M. (2008).	Revisão
Taxonomia	Engel, M. S. (2011).	Mundo
Taxonomia e Levantamento de	Reis, Y. T.; Canello, E.M. (2007).	Mata Atlântica

espécies		
Taxonomia e Levantamento de espécies	Palin, O. F.; Eggleton, P.; Malhi, Y.; Gerardin, C. A. J.; Rozas-Dávila, A.; Parr, C. L. (2010).	Andes, Peru
Taxonomia e Levantamento de espécies	Bezerra, Y. B. S.; Oliveira, C. R. S.; Matos, C. H. C.; Silva, M. L. L. S.; Ferraz, C. S. (2009).	Caatinga
Taxonomia	Constantino, R. (1998).	América do Sul
Taxonomia	Constantino, R. (1992).	Amazônia
Taxonomia	Constantino, R. (1999).	Brasil
Taxonomia e Biologia	Constantino, R.; Acioli, A. N. S. (2006).	Brasil
Taxonomia, Biologia e Ecologia	Constantino, R. (2005).	Cerrado