

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

DIVERSIDADE DE ISOPTERA (ARTHROPODA, DICTYOPTERA) E EFEITO DE FATORES AMBIENTAIS SOBRE SUA DISTRIBUIÇÃO EM TRÊS ÁREAS NO MUNICÍPIO DE CLÁUDIA - MT, AMAZÔNIA MERIDIONAL

QUÉZIA CRISTINA DE LIMA SANTOS



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

DIVERSIDADE DE ISOPTERA (ARTHROPODA, DICTYOPTERA) E EFEITO DE FATORES AMBIENTAIS SOBRE SUA DISTRIBUIÇÃO EM TRÊS ÁREAS NO MUNICÍPIO DE CLÁUDIA - MT, AMAZÔNIA MERIDIONAL

QUÉZIA CRISTINA DE LIMA SANTOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto de Biociências para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação da Biodiversidade.

Cuiabá - Mato Grosso Março, 2013

S631d

Santos, Quézia Cristina Lima.

Diversidade de Isoptera (Arthropoda, Dictyoptera) e Efeito de Fatores Ambientais Sobre sua Distribuição em Três Áreas no Município de Cláudia - MT, Amazônia Meridional./ Quézia Cristina de Lima Santos.

Cuiabá: UFMT, 2013.

77 f.

Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação da Biodiversidade) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Instituto de Biociências, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, Mato Grosso, 2011.

Orientador: Dr. Leandro D. Battirola.

1. Cupins. 2. Guildas. 3. Humívoros. 4. Matéria Orgânica. 5. PPBio. I. Título.

CDU 576(817.2)

Bibliotecária: Suzette Matos Bolito - CRB1/1945.

Orientador: Prof. Dr. Leandro D. Battirola

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Leandro Dênis Battirola

Universidade Federal de Mato Grosso

Orientador

Prof. Dr. Marcos Gonçalves Lhano

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Examinador Externo

Profa. Dra. Marinez Isaae Marques

Universidade Federal de Mato Grosso

Examinador Titular

Dedicatória

Aos meus pais Isaias & Madalena, por sempre estarem ao meu lado, apoiando-me e incentivando-me.

Vocês são meus exemplos de vida, amor, respeito, coragem, ousadia e companheirismo.

Agradecimentos

Agradeço a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho. Agradeço principalmente:

A Deus, por sempre estar ao meu lado, me dando forçar para continuar nesta e na jornada da vida.

Ao meu orientador Prof. Dr. Leandro Battirola pela confiança depositada e por todo apoio e incentivo durante toda a execução deste trabalho. Espero realmente ter correspondido as tuas expectativas e não ter te decepcionado muito. Sempre brinco e faço inveja nos meus amigos dizendo que meu orientador é Querido, e você realmente é. Sorte tem seus orientandos por isso...

À CAPES, pela concessão de bolsa de estudo e ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade por todo o apoio fornecido. Agradeço também os Prof. Dr. Domingos Rodrigues e Dr. Thiago Izzo pelas contribuições na qualificação.

À professora Dra. Marinêz I. Marques e ao professor Dr. Marcos Lhano pela disponibilidade em participar da banca.

Sou muito grata aos coordenadores e bolsistas do PPBio-Sinop e a grande família do ABAM. Cada momento vivido com vocês foi um aprendizado sem igual. Agradeço especialmente à Márcia Cléia e Luciane Barbosa por todo companheirismo e carinho; Juliane Dambroz e Fernando Cabeceira por participarem das coletas as quais não foram uma etapa fácil e sem a ajuda de vocês seria muito mais difícil.

À professora Dr. Eliana Cancello por permitir o acesso à coleção de cupins do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo e auxiliar na identificação das espécies de cupins. Ao Tiago Carrijo pelo grande auxilio na identificação e elaboração do mapa. Ao Danilo Oliveira por identificar os espécimes do gênero *Diversitermes e Velocitermes*.

Ao Diogo Andrade Costa por ter me apresentado à ecologia e aos cupins. Por sempre me ajudar, ensinar, acalmar, e esclarecer minhas milhares de perguntas.

À Eliana Paixão e Janaina Noronha por toda ajuda com as análises estatísticas e pela paciência em me ensinar, ensinar e ensinar!

Aos meus pais Isaias e Madalena que apesar da distância geográfica sempre estiveram comigo, às vezes me aconselhando, às vezes me apoiando, as vezes só me ouvindo reclamar, porém nunca deixaram de me incentivar. A minha irmã Maísa, mesmo distante você foi muito importante a mim.

Aos colegas da turma pelos alegres momentos vividos. Desejo a todos muito sucesso. Em especial a Monica Paelo, Karla Calcanhoto, Michele Poleze, Marcela Gigliotti e Jéssica Falcão como vocês se tornaram importantes para mim. Agradeço também a Michele Gonçalves que esteve comigo nas horas mais difíceis, e mesmo assim tornou estes momentos alegres. Sempre me pergunto por que demorei tanto para te conhecer!

Sumário

Lista de Figuras	xi
Listas de Tabela	xiii
Lista de anexos	xiv
Resumo.	15
Abstract	15
Introdução Geral	18
Referências Bibliográficas	22
Capítulo I: Diversidade de cupins (Hexapoda, Dictyoptera) em três áreas no n de Cláudia-MT, Amazônia Meridional, Brasil	
Resumo	27
1. Introdução	28
2. Material e Métodos	29
2.1 Área de Estudo:	29
2.2 Delineamento Amostral	32
2.3 Coleta de Isoptera	xiii xiv
2.4 Análises de dados	
3. Resultados	35
4. Discussão	42
Conclusão	46
Referências Bibliográficas	47
Capítulo II: Efeito de variáveis ambientais sobre a distribuição de Isoptera (Arthropoda, Dictyoptera) no município de Cláudia-MT, a Amazônia Men	
Resumo	54
1. Introdução	55
2. Material e Métodos	56
2.1 Área de Estudo.	56
2.2 Delineamento Amostral.	59
2.3 Coleta de Isoptera	59
2.4 Coletas das variáveis ambientais	62
2.5 Análise dos dados	62

3. Resultados	61
4. Discussão	70
5. Conclusão	73
7. Referências Bibliográficas	74
Conclusão Geral	79

Lista de Figuras

Capítulo I

Figura 1 - Localização do município de Cláudia no estado de Mato Grosso, Brasil (A) e área amostral (B). O retângulo vermelho representa o módulo amostral, e os círculos amarelos as parcelas
Figura 2 - Esquema dos módulos I e II (A) e III (B) implantados nas três áreas de estudo localizados no município de Cláudia, MT
Figura 3- Transecto para a coleta de cupins. As áreas hachuradas representam as subparcelas de coleta
Figura 4 - Proporção das guildas tróficas de cupins amostradas nas 31 parcelas amostradas no município Cláudia, MT
Figura 5 - Diagrama representando o número de espécies de cupins compartilhadas e exclusivas nas 31 parcelas amostradas, no município Cláudia. MT
Figura 6 - Curva de rarefação de espécies gerada a partir da ocorrência das espécies de cupins registradas no conjunto das 31 parcelas amostradas no município Cláudia. MT
Figura 7 - Curva de rarefação de espécies gerada a partir da ocorrência das espécies de cupins para cada área amostrada: módulo I, módulo II e módulo III, no município de Cláudia, MT
Figura 8 - Frequência de ocorrência das espécies de cupins nas 31 parcelas amostradas no município Cláudia, MT. Os números de 1 a 25 representam o número de vezes que uma espécie ocorreu e as barras representam o número de espécies que apresentou a frequência de 1 a 25
Figura 9 - Mapa de distribuição evidenciando os estudos realizados no bioma Amazônico. (▲) Amostragens publicadas realizadas nesta coordenada. (♠) Local de amostragem do presente estudo, no município Cláudia, MT

Capítulo II

Figura 1 - Localização do município de Cláudia no estado de Mato Grosso, Brasil (A) e área amostral (B). O retângulo vermelho representa o módulo amostral, e os círculos amarelos as 31 parcelas amostradas
Figura 2 - Esquema dos módulos I e II (A) e III (B), implantados nas três áreas de estudo, localizados no município de Cláudia, MT
Figura 3- Transecto para a coleta de cupins. As áreas hachuradas representam as subparcelas de coleta
Figura 4 - Relação entre a composição da comunidade de cupins sumarizada em dois eixos de NMDS e a variável (A) teor de argila e (B) teor de matéria orgânica, em 31 parcelas das três áreas amostradas no município de Cláudia, MT
Figura 5- Porcentagem do teor de areia e argila coletados nas 31 parcelas amostradas no município Cláudia, MT
Figura 6- Distribuição das espécies de cupins no gradiente do teor de matéria orgânica, em 31 parcelas amostras nas três áreas localizadas no município de Cláudia, MT A ordem das espécies no gráfico foi construída em função dos gradientes originais

Listas de Tabela

\sim	•		•
Car	oitu	IIO	1

Tabela 1- Famílias e espécies de cupins encontradas em 31 parcelas amostradas no município Cláudia, MT. Frequência de ocorrência das espécies e classificação das guildas: Ceifadores "C", Humívoros "H", Xilófagos "X" e Intermediários
"I"35
Tabela 2- Comparação da comunidade de cupins entre os estudos realizados na Amazônia brasileira, destacando o local e estado onde o estudo foi realizado
Capítulo II
Tabela 1- Famílias e espécies de cupins encontradas em 31 parcelas no município
Cláudia, MT. Frequência de ocorrência das espécies e classificação das guilda:
Ceifadores "C", Humívoros "H", Xilófagos "X" e Intermediários
"I" 62

Anexos

Anexo I: Valores das variáveis ambientais em cada parcela amostrada, Cláudia-MT, Brasil.

Anexo II: Coeficiente de correlação de Pearson das variáveis ambientais, representando as características das parcelas amostradas nas três áreas localizadas no município de Cláudia, MT.

Anexo III: Instrução para Autores: Insect Conservation and Diversity.

Resumo: A perda de ambientes naturais é uma das maiores ameaças à biodiversidade tropical, principalmente, em regiões caracterizadas pela forte pressão antrópica como a Amazônia Meridional. Nestas áreas os cupins estão entre os artrópodes mais abundantes do solo, e tem um importante papel na ciclagem de nutrientes, sendo responsáveis em grande parte pela manutenção da fertilidade do solo. Considerando a importância destes insetos na dinâmica de comunidades edáficas, este estudo objetivou (i) Analisar a diversidade de cupins em três áreas no município de Claudia-MT na Amazônia Meridional, e (ii) avaliar a influência de variáveis edáficas na determinação da riqueza e composição de espécies de cupins nestas três áreas. Esta pesquisa está inserida no Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio) com amostragens em unidades básicas (módulos) no bioma amazônico. Os módulos I e II possuem 12 parcelas cada e o módulo III possui oito parcelas, distribuídas uniformemente a cada 1km, possuindo 250m de comprimento. No total foram amostradas 31 parcelas e 155 subparcelas durante o período de seca entre os anos de 2010 e 2011. Os cupins foram coletados manualmente em todos os microhabitats presentes. As variáveis ambientais foram coletadas em trabalhos prévios segundo os protocolos PPBio. Amostrou-se um total de 436 ocorrências de cupins, distribuídos em 72 espécies, duas famílias e sete subfamílias. Destas, 55 espécies foram encontradas no módulo II, 44 no módulo III e 43 no módulo I. Os gêneros com maior frequência de amostragem foram Nasutitermes, Embiratermes, Cyrilliotermes, Dolichorhinotermes e Anoplotermes. A ordenação da composição por NMDS captou 47% da variação com dois eixos (Stress=26,7). A regressão múltipla multivariada indicou que a composição de espécies na comunidade é afetada pelo teor de argila (P=0,023) e matéria orgânica (P=0,009), mas não foi afetado pelo volume da serapilheira (P=0,810), mas nenhuma das variáveis influenciou a riqueza de espécies. A grande ocorrência de cupins humívoros indica que as áreas amostradas mantêm características de ambientes não fragmentados. A riqueza observada correspondeu apenas a 78% da riqueza estimada e a curva de rarefação não atingiu a assíntota. A baixa similaridade entre os módulos I e III, e II e III demostra que a composição de espécies destes locais é diferente. Portanto, as três áreas tem igual importância para a conservação de hábitats naturais considerando-se estas variáveis.

Palavras-chave: Cupins, Guildas, Humívoros, Matéria Orgânica, PPBio.

Abstract

The loss of environment is one of the most threats to biodiversity. The termites are one of the most abundant arthropods in the soil and have an important role on the nutrient cycling, being responsibles for major part of the soil fertility maintenance. Considering the importance of this insects to the edaphic communities dynamics, this study aims (i) to inventory and analyse the termites diversity in three areas in the same region, and (ii) analyse the influence of environmental variables on the distribution of termites composition and richness in three areas in the Meridional Amazon. This research is inserted in the Program of Biodiversity Research (PPBio) with samplings in three basic units (modules) in amazonic biome. The I and II modules have 12 parcels each, and the III module has eight parcels, uniformly distributed every 1km, and have 250m of length. In total were samplings 31 parcels and 155 subparcels. The termites were colected manually in all microhabitats beings. The environmental variables were colected in prior researches according the PPBio protocols. Were sampled a total of 436 occurences of termites, distributed in 72 species, two families and seven subfamilies, among them 55 species were found in the II module, 44 in the III module and 43 in the I module. The sampling frequency were Nasutitermes, Embiratermes, genera with major Cyrilliotermes, Dolichorhinotermes and Anoplotermes. The ordination of the composition by NMDS it captured 47% of the variation with two axes (Stress = 26.7). The multivariate multiple regression indicated that the species composition in the community was affected by the clay content (p=0,023), and organic matter (p=0,0009), but not was affected by the litter volume (p=0,81). However none of these variables influenced the richness. The high occurence of humivorus species indicates that the sampled areas have character of unfragmented environments. The richness observed corresponded only the 78% of the estimated richness and the rarefaction curve not reached the asymptote. The low similarity between the I and II modules, and II and III, demonstrates that the species composition of these locals are very different. Therefore, the three areas have equal importance to the conservation of natural habitats, mainly by the high quantity of exclusive species found.

Keywords: Guild, Humivorus, Nasutitermes, organic matter, PPBio.

Introdução Geral

Introdução Geral

Os invertebrados são determinantes nos processos edáficos em ecossistemas tropicais (Lavelle *et al.*, 1994). Os organismos que compõem este grupo são responsáveis por importantes processos como a movimentação de partículas do solo, construção e manutenção de poros, estoque de água, decomposição e humificação, transformação física do material vegetal e ciclagem de nutrientes (Lavelle *et al.*, 2006; Woodman, 2008). Frequentemente, espécies deste grupo, têm sido usadas como indicadoras de função e qualidade do solo em agroecossistemas (Lavelle *et al.*, 1997).

Dentre os organismos que apresentam maior diversidade de espécies e enorme abundância destacam-se os macroinvertebrados edáficos (Decaëns *et al.*, 2006). Muitos destes são considerados bons bioindicadores na avaliação dos impactos ambientais antrópicos (Brown, 1997), como os cupins que estão entre os artrópodes mais abundantes dos solos nos ecossistemas florestais (Bandeira & Vasconcelos, 2002; Black & Okwakol, 1997).

Os cupins são insetos eussociais com aproximadamente 2.800 espécies descritas no mundo. Destas, 500 são descritas para a Região Neotropical (Cancello & Schlemmermeyer, 1999; Constantino, 1999), e aproximadamente 320 espécies são registradas para o Brasil (Constantino, 2012). Estimativas indicam que, cerca de 4.000 espécies existe em todo o mundo, e que 500 sejam ocorrentes no Brasil (Constantino, 2012).

Devido à ampla extensão territorial e diversidade de biomas, o Brasil tem uma rica fauna de cupins. Nas últimas três décadas, estudos que fornecem informações sobre distribuição, ecologia e taxonomia de Isoptera no Brasil tem sido desenvolvidos (Ackerman *et al.*, 2009; Bandeira, 1979; Bandeira & Torres, 1985; Bandeira & Macambira, 1988; Bandeira *et al.*, 2003; Constantino, 1991, 1992, 2005; Cunha *et al.*, 2006; De Souza & Brown, 1994).

No bioma Amazônico, a maioria dos estudos realizados se concentra nos estados do Amazonas e Pará (Ackerman *et al.*, 2009; Bandeira & Macambira, 1988; Bandeira & Torres, 1985; Constantino, 1991; De Souza & Brown, 1994), sendo que a maior parte deste bioma ainda não foi estudado. No Estado de Mato Grosso as informações sobre cupins são escassas. O principal estudo realizado neste estado foi realizado por

Mathews (1977) em uma área de transição Amazônia/Cerrado. Este estudo forneceu muitas informações acerca da biologia das espécies e também a descrição de novas espécies.

Frequentemente, estes organismos são classificados dentro de quatro guildas tróficas: "ceifadores" que são os cupins que se alimentam de folhas e raízes de plantas; "humívoros" aqueles que se alimentam de húmus e matéria orgânica do solo; "xilófagos" que se alimentam de madeira e os "intermediários" que se alimentam na interface de solo/madeira. Esta classificação em guildas é feita no intuito de compreender melhor a dinâmica das comunidades de cupins (Bignell & Eggleton 2000; Carrijo *et al.*, 2009; Mathews, 1977).

Várias espécies de cupins constroem ninhos (cupinzeiros), caracterizados por serem ambientes fechados com temperatura estável (Noirot, 1970), podendo ser classificados de acordo com sua posição em relação ao solo como hipógeos (subterrâneos), epígeos (parte acima da superfície do solo e parte abaixo) e arborícolas (Fontes, 1979). Muitas outras espécies de animais se aproveitam deste ambiente estável, e vivem associadas aos cupinzeiros, utilizando-os como abrigo, local de nidificação ou sítio de alimentação (Battirola 2007; Redford, 1984; Kistner, 1990). Entre essas espécies, encontram-se também, várias outras espécies de cupins. Neste caso, esta associação é chamada de inquilinismo (Redford, 1984).

Nos ecossistemas tropicais os cupins são ainda pouco estudados (Cancello & Schlemmermeyer, 1999), sendo frequentemente conhecidos por sua importância econômica como pragas de madeira e da agricultura (Constantino, 2002). A principal atividade dos cupins nos ecossistemas é a modificação da estrutura do solo, que ocorre através das suas atividades de forrageamento e construção de galerias. Esta atividade permite a movimentação de partículas do solo e decomposição da matéria orgânica (Lavelle *et al.*, 1992; Bandeira, 1991), aumenta a disponibilidade de fósforo, potássio, nitrogênio e estabilização do pH (Wood & Sands, 1977; Grube, 2001). Esta movimentação das partículas do solo gera e/ou modifica os espaços porosos e criam galerias que alteram a dinâmica dos processos hídricos pedológicos (infiltração e percolação) e contribuem para a aeração do solo (Berti Filho, 1995). São responsáveis, em grande parte, pela manutenção da fertilidade do solo (Lavelle *et al.*, 1994). Outras

propriedades dos solos tais como condutividade hidráulica e taxa de infiltração são alteradas por suas atividades, que podem ter um papel semelhante ao das minhocas na aeração do solo (Lavelle *et al.*, 1992).

As propriedades do solo podem ter grande influência na assembleia de cupins (Eggleton, 2000), e muitos autores tem demonstrado esta relação com variáveis ambientais edáficas (Barros *et al.*, 2004; Salick & Pong, 1984; Grube, 2001; Wood & Sands, 1977). Segundo Amelung *et al.*, (2001), solos com maior teor de matéria orgânica possuem uma maior quantidade de artrópodes. Em relação à granulometria, alguns autores relatam que existe uma preferência dos cupins por solos argilosos, dada a sua utilização nas construções dos ninhos e galerias (Grube, 2001; Wood & Sands, 1977). Devido à modificação na estrutura do habitat, os cupins estão incluídos entre os "engenheiros do ecossistema" (Lavelle *et al.*, 1992; Redford, 1984), que são caracterizados como organismos que afetam a disponibilidade de recursos para outras espécies através de mudanças físicas em materiais bióticos e abióticos em todos os biomas.

Na busca pelo crescimento e desenvolvimento econômico, alguns biomas brasileiros como a Mata Atlântica e o Cerrado foram vastamente destruídos restando apenas uma pequena área territorial de cada (Klink & Machado, 2005; Pinto & Brito, 2005). Nas últimas décadas, a Amazônia virou foco de destruição (Fearnside, 2005). As causas de desmatamento acelerado neste bioma são provenientes da expansão da atividade pecuária, agrícola e extração madeireira ilegal (Fearnside, 2005; Laurence *et al.*, 2001). Uma das consequências diretas do desmatamento é a fragmentação florestal que ocorre à medida que uma grande extensão de floresta é subdividida e consequentemente diminui de tamanho. A fragmentação de habitat pode levar à extinção e declínio de várias populações ocasionando a perda de grupos chave que vivem nestes ambientes (Primack & Rodrigues, 2001).

Distúrbios causados nos ambientes naturais, geralmente, causam mudança nas comunidades de cupins (Black & Okwakol, 1997; De Souza & Brown, 1994). A falta de informações sobre diversidade, distribuição, endemismos de várias espécies viventes no solo, dificulta o entendimento como a comunidade edáfica é afetada por estas mudanças antrópicas (e. g. Decaëns, 2010). Dessa maneira, torna-se relevante conhecer a

diversidade de cupins e os efeitos de variáveis ambientais sobre estes insetos. Este distúrbio pode modificar os fatores limitantes para distribuição dos cupins e modificar a dinâmica das guildas no ambiente, podendo acarretar a perda de um grupo trófico importante para a manutenção dos ecossistemas (Ackerman *et al.*, 2009; Cunha *et al.*, 2006). Neste intuito, este estudo tem por objetivo avaliar:

- i) Diversidade de cupins (Arthropoda, Dictyoptera) em três áreas no
 município de Cláudia MT, Amazônia Meridional, Brasil (Capítulo I); e
- ii) Efeito de variáveis edáficas sobre a distribuição de Isoptera (Arthropoda,
 Dictyoptera) no em três áreas no município de Cláudia MT, Amazônia
 Meridional, Brasil. (Capítulo II).

Referências Bibliográficas

Ackerman, I. L., Constantino, R., Gauch Jr., H. G., Lehmann, J., Riha, S. J. & Fernandes, E. C. (2009) Termite (Insecta: Isoptera) species composition in a primary rain forest and agroforests in central Amazonia. *Biotropica*, **41**, 226-233.

Amelung, W., Kinble, J.M., Samson-Liebig, S., & Follett, R.F. (2001) Restoration of microbial residues in soils of the conservation reserve program. *Soil Science of America Journal*, **65**, 1704-1709.

Bandeira, A. G. (1979) Ecologia de cupins (Insecta: Isoptera) da Amazônia Central: efeitos do desmatamento sobre as populações. *Acta Amazonica*, **9**, 481-499.

Bandeira, A. G. (1991) Térmites (Insecta: Isoptera) consumidores de liteira na ilha de Maracá, Roraima. *Acta Amazonica*, **21**: 15-23.

Bandeira, A. G. & Macambira, M. L. (1988). Térmitas de Carajás, estado do Pará, Brasil: Composição faunística, distribuição e hábito alimentar. Boletim Do Museu Paraense Emilio Goeldi, *Série Zoologia*, **4**, 175-190.

Bandeira, A. G. & Torres, M. F. (1985). Abundância e distribuição de invertebrados do solo em ecossistemas da Amazônia Oriental. O papel ecológico dos cupins. Boletim Do Museu Paraense Emilio Goeldi, *Série Zoologia*, **2**, 13-38.

Bandeira, A. G. & Vasconcelos, A. (2002) A quantitative survey of termites in gradient of disturbed highland forest in northeastern Brazil (Isoptera). *Sociobiology*, **39**, 429-439.

Bandeira, A. G., Vasconcellos, A., Silva, M. P. & Constantino, R. (2003) Effects of habitat disturbance on the termite fauna in a high and humid forest in the caatinga domain, Brazil. *Sociobiology*, **42**, 1-11.

Barros, E., Grimald, M., Sarrazin, M., Chauvel, A., Mitja, D., Desjardins, T. & Lavell, P. (2004) Soil physical degradation and changes in macrofaunal communities in Central Amazon. *Applied Soil Ecology*, **26**, 157–168.

Battirola, L. D. (2007) Estratificação vertical e distribuição temporal da comunidade de artrópodes terrestres em uma floresta monodominante, sazonalmente inundável, na região norte do Pantanal de Mato Grosso, Brasil. Tese, Universidade Federal do Paraná-UFPR, pp 613.

Berti Filho, E. (1995) Cupins e florestas. *Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins* (ed By Berti Filho, E. & Fontes, L.R.), pp.127-140. Piracicaba, FEALQ.

Bignell, D. & Eggleton, P. (2000) Termites in ecosystems. *Termites: evolution, sociality, symbioses, ecology* (ed. By T. Abe), pp. 362-388. Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands.

Black, H. I. J. & Okwakol, M. J. N. (1997) Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function in the tropics: The role of termites. *Applied Soil Ecology*, **6**, 37-53.

Brown K. J. (1997) Diversity, disturbance, and sustainable use of Neotropical forest: insects as indicadores for conservation monitoring. *Journal of Insect Conservation*, **1**, 25-42.

Cancello, E. M. & Schlerrermeyer, T. (1999) *Isoptera Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: Síntese do conhecimento ao final do século XX* (ed. By Brandão, R. F.; Cancello, E. M.), São Paulo, FAPESP, pp. 82-91.

Carrijo, T. F., Brandão, D., Oliveira, D. E., Costa, D. A. & Santos, T. (2009) Effects of pasture implantation on the termite (Isoptera) fauna in the Central Brazilian Savanna (Cerrado). *Journal of Insect Conservation*, **13**, 575-581.

Constantino, R. (1991) Termites (Isoptera) from the lower japurá river, Amazonas states, Brazil. Boletim Do Museu Paraense Emilio Goeldi, *Série Zoologia*, **7**, 189-224.

Constantino, R. (1992) Abundance and diversity of termites (Insecta: Isoptera) in two sites of primary rain forest in Brazilian Amazonia. *Biotropica*, **24**, 420-430.

Constantino, R. (1999) Chave ilustrada para identificação dos gêneros de cupins (Insecta: Isoptera) que ocorrem no Brasil. *Papéis Avulsos de Zoologia*, **40**, 387-448.

Constantino, R. (2002) The pest termites of South America: taxonomy, distribution and status. *Journal of Applied Entomology*, **126**, 355-365.

Constantino, R. (2005) Padrões de diversidade e endemismo de térmitas no bioma Cerrado. *Biodiversidade, ecologia, e conservação do cerrado* (ed. by Scariot, A. O., Felfile, J. M., & Souza-Silva, J.C), pp. 319- 333. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.

Constantino, R. (2012) Isoptera. *Insetos do Brasil, Diversidade e Taxonomia* (ed. by Rafael, J. A., Melo, G. A. R.; Carvalho, C. J. B., Casari, S. A. & Constantino, R.), pp. 311-321. Editora Holos, Brasil.

Cunha, H. F., Costa, D. A. & Brandão, D. (2006) Termite (Isoptera) assemblages in some regions s of the Goiás State, Brazil. *Sociobiology*, **47**, 505-518.

De Souza, O. F. & Brown, V. K. (1994) Effects of habitat fragmentation on Amazonian termite communities. *Journal of Tropical Ecology*, **10**, 197-206.

Decaëns, T. (2010) Macroecological patterns in soil communities. *Global Ecology and Biogeoghaphy*, **19**, 287-302.

Decaëns, T., Jiménez, J. J., Gioia, C., Measey, G. J. & Lavelle, P. (2006) The values of soil animals for conservation biology. *European Journal of Soil Biology*, **42**, 23–38.

Eggleton, P. (2000) Global patterns of termite diversity. *Termites: Evolution, Sociality, Symbiosis, Ecology* (ed. By Abe, T. Bignell, D. E. & Higashi M.), pp. 25-52. Kluwer Academic Publications, Dordrecht, The Netherlands.

Fearnside, P.M. (2005) Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e conseqüências. *Megadiversidade*, **1**, 113-123.

Fontes L.R. (1979) Os cupins. *Ciência e Cultura*, **31**, 986-992.

Grube, S. (2001) Soil modificati on by the harvester térmite *Hodotermes mossambicus* (Isoptera; Hodotermitinae) in a semiarid savana grassland of Namibia. *Sociobiology*, **37**, 757-767.

Kistner, D. H. (1990) The Integration Insects into Termite Societs or why do Termites Tolerate Foraign Insects in their Societies? *Sociobiology*, **17**, 191-215.

Klink, C. A. & Machado, R. B. (2005) Conservation of the Brazilian Cerrado. *Conservation Biology*, **19**, 707-713.

Laurence, W. F., Cochrane, M. A., Bergens, S., Fearsinde, P. M., Delamômica, P., Barber, C., D'Angelo, S. & Fernandes, T. (2001) The future of the Brazilian Amazon. *Science*, **291**, 438-439.

Lavelle, P., Bignell, D. & Lepage, M. (1997) Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers. *European Journal Soil Biology*, **33**, 159–193.

Lavelle, P., Blanchart, E., Martin, A., Spain, A.V. & Martin, S. (1992) Impact of soil fauna on the properties of soils in the humid tropics. Myths and Science of Soils of the tropics. *Soil Science Society of America and American Society of Agronomy*, **29**, 157–185

Lavelle, P., Dangerfield, M., Fragoso, C., Eschenbrenner, V., Lopez-Hernandez, D., Pashanasi, B. & Brussaard, L. (1994) The relationship between soil macrofauna and tropical soil fertility. *The Biological Management of Tropical Fertility* (ed. by Woomer, P. L., Swift, M. J.), pp. 137–168. Wiley-Sayce.

Lavelle, P., Decaëns, T., Aubert, M., Barot, S., Blouin, M., Bureau; F., Margerie, P., Mora, P. & Rossi, J.P. (2006) Soil invertebrates and ecosystem services. *European Journal of Soil Biology*, **42**, 3-15.

Mathews, A. G. A. (1977) *Studies on termites from the Mato Grosso state, Brazil.* Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 267 pp.

Noirot C. (1970) The Nests of Termites. *Biology of Termites* (ed. by Krishna K. & Weesner F.M.), pp. 73-126. Academic Press, New York.

Pinto, L.P. & Brito, M. C. W. (2005) Dinâmica da perda da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira: uma introdução. *Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas* (ed. By Galindo-Leal, C.& Câmara, I. G), Belo Horizonte, Brasil pp. 27-31.

Primack, R.B. & Rodrigues, E. (2001) *Biologia da Conservação*. Londrina: Planta pp. 327.

Redford, K.H. (1984) The termitaria of *Cornitermes cumuluns* (Isoptera: Termitidae) and their role in determining a potencial keystone species. *Biotropica*, **16**, 112-119.

Salick, J. & Pong, T. Y. (1984) An analysis of termite fauna in Malayan Rain forests. *The Journal of Applied Ecology,* **21**, 547-561.

Wood, T. G. & Sands, W. A. (1977) The role of termites in ecosystems. *In*: Brian, M. V. (ed.) *Production Ecology of Ants and Termites*, Cambridge University Press, Cambridge. pp. 245-292.

Woodman, J. D., Baker, G. H., Evans, T. A., Colloff, M. J. & Andersen, A. N. (2008) Soil biodiversity and ecology: emphasising earthworms, termites and ants as key macro-invertebrates. National Land &Water Resources Audit, Canberra, p. 118.

Capítulo I

Diversidade de cupins (Hexapoda, Dictyoptera) em três áreas no município de Claudia-MT, Amazônia Meridional, Brasil

Diversidade de cupins (Hexapoda, Dictyoptera) em três áreas no município de Cláudia-MT, Amazônia Meridional, Brasil

Quézia C. L. Santos¹ & Leandro D. Battirola^{1, 2}

Resumo: Os cupins estão entre os artrópodes mais abundantes do solo, e tem um importante papel na ciclagem de nutrientes, sendo responsáveis, em grande parte, pela manutenção da fertilidade do solo. Considerando a importância destes insetos na dinâmica de comunidades edáficas, este estudo objetivou inventariar e avaliar a diversidade de cupins (Hexapoda, Dictyoptera) em três áreas na Amazônia Meridional, localizadas no munícipio de Cláudia, MT. Esta pesquisa está inserida no Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio), com amostragens em três unidades básicas (módulos) no bioma amazônico, abrangendo um total de 31 parcelas amostradas. Os cupins foram coletados manualmente em todos os microhabitats presentes, durante o período de seca entre anos de 2010 e 2011. Amostrou-se um total de 436 ocorrências de cupins, distribuídos em 72 espécies, duas famílias e sete subfamílias, com predominância de espécies pertencentes a Termitidae: Nasutitermitinae. Dentre as três áreas amostrais observou-se que o módulo II obteve maior riqueza (55 spp.) e maior número de espécies exclusivas (12 spp.). Nasutitermes guayanae Holmgren, 1910 foi a espécie mais frequente na amostragem e os humívoros predominaram com 29 espécies coletadas. A distribuição das ocorrências das espécies seguiu uma curva aproximadamente log-série, indicando a presença de muitas espécies com baixa ocorrência e poucas espécies muito frequentes. A riqueza observada correspondeu a

¹ Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade. Instituto de Biociências, Universidade Federal de Mato Grosso, Av. Fernando Corrêa da Costa, 2.367, Boa Esperança, 78060-900, Cuiabá-MT

² Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais, Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus* Universitário de Sinop, Av. Alexandre Ferronato 1.200, Setor Industrial, 78557-267, Sinop-MT.

28

78% da riqueza estimada e a curva de rarefação não atingiu a assíntota. O número de

espécies encontradas neste trabalho evidencia a grande riqueza de cupins na Amazônia e

em Mato Grosso. A grande ocorrência de humívoros indica que as áreas amostradas

mantêm características de ambientes não perturbados, conforme verificado na literatura.

A baixa similaridade entre as áreas estudadas demonstra que a composição de espécies

destes locais é diferente, portanto, as três áreas apresentam igual importância para a

conservação de hábitats naturais, principalmente pela grande quantidade de espécies

exclusivas encontradas.

Palavras-chave: Artrópodes edáficos, Guilda, Humívoros, Inventário, Termitofauna.

1. Introdução

A ampla extensão territorial e diversidade de biomas fazem com o Brasil se

destaque em relação à sua diversidade biológica, possuindo uma rica fauna de cupins

(Constantino & Acioli, 2006). Os cupins são insetos eussociais com aproximadamente

2.800 espécies descritas no mundo, 500 para a Região Neotropical (Cancello &

Schlemmermeyer, 1999) e, aproximadamente 320 com ocorrência registrada para o

Brasil (Constantino, 2005; 2012). Deste total, 238 espécies já foram registradas na

Amazônia brasileira (Constantino & Acioli, 2006). Estimativas recentes indicam que

aproximadamente 5.000 espécies existem em todo o planeta e que 500 espécies

ocorram, somente, no Brasil (Constantino, 2012).

Nas últimas três décadas, estudos sobre distribuição, ecologia e taxonomia das

espécies de cupins no Brasil tem sido desenvolvidos, principalmente, com material

proveniente dos estados do Pará, Amazonas, São Paulo e Goiás, inseridos nos biomas

Amazônia, Mata Atlântica e Cerrado (Ackerman et al., 2009; Bandeira & Macambira,

1988; Bandeira & Torres, 1985; Constantino, 2005; 1991a; 1992; Cunha et al., 2006; De

Souza e Brown, 1994; Reis & Cancello, 2007). No estado de Mato Grosso, as

informações sobre cupins são escassas. O principal estudo foi desenvolvido por

Mathews (1977) em uma área de transição Amazônia/Cerrado próximo a atual cidade de

Nova Xavantina e forneceu importantes informações acerca da biologia das espécies, além de descrever muitas novas espécies para a região.

A termitofauna ainda é pouco conhecida em grande parte do bioma Amazônico, a maioria dos trabalhos se concentra nos estados do Amazonas e Pará em áreas próximas Manaus e Belém (Ackerman *et al.*, 2009; Bandeira 1979; Bandeira & Torres, 1985; Bandeira & Macambira, 1988; Constantino, 1991a; De Souza & Brown, 1994; Mill 1982). A Amazônia é conhecida por possuir a maior biodiversidade do planeta, no entanto, o conhecimento sobre sua riqueza biológica acerca de alguns grupos, ainda é bastante fragmentado (Vieira *et al.*, 2005).

Nas últimas décadas grandes áreas de ecossistemas naturais da Amazônia estão sendo vastamente destruídos, restando em algumas localidades apenas pequenas porções de sua extensão original (Laurence, 2010). Entre as inúmeras consequências provenientes do desmatamento, a extinção de espécies antes mesmo de serem conhecidas pela ciência tem tido grande destaque. Assim como as demais regiões amazônicas, a Amazônia Meridional é pouco estudada e apresenta elevado nível de destruição (Laurence *et al.*, 2001) proveniente do desmatamento gerado pela expansão da atividade pecuária, agrícola e extração madeireira (Fearnside, 2005).

Nestas florestas tropicais destaca-se a alta diversidade de invertebrados, principalmente, os macroinvertebrados edáficos (Decaënse *et al.*, 2006), dos quais muitos são considerados bons indicadores de integridade ambiental (*e. g.* Brown, 1997). Os cupins estão entre os artrópodes mais abundantes dos solos nos ecossistemas florestais (Bandeira & Vasconcelos, 2002; Black & Okwakol, 1997), e apesar de serem conhecidos como pragas da madeira e na agricultura (Constantino, 2012; 2002), a maioria das espécies é benéfica ao ambiente. Estes insetos executam um importante papel na ciclagem de nutrientes e dinâmica da matéria orgânica (*e. g.* Cancello & Schlemmermeyer, 1999), sendo responsáveis em grande parte pela manutenção da fertilidade do solo (Lavelle *et al.*, 1994).

Além de participar na dinâmica edáfica, os cupinzeiros servem de abrigo e local para nidificação e/ou sítio de alimentação para diversas espécies de artrópodes e vertebrados que vivem associados a estes habitats (Redford, 1984). Assim, estes insetos trazem uma maior heterogeneidade para o ambiente e por isso são considerados

"engenheiros do ecossistema", pois modificam o ambiente afetando a disponibilidade de recursos e nichos para outras espécies (Lavelle *et al.*, 1997; Redford, 1984). Considerando a importância destes insetos na dinâmica de comunidades edáficas, este estudo objetivou inventariar e avaliar a diversidade de cupins (Hexapoda, Dictyoptera) em três áreas no município de Cláudia-MT, Amazônia Meridional, contribuindo para o conhecimento da diversidade biológica dessa região.

2. Material e Métodos

2.1 Área de Estudo: Este estudo está inserido no Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio). Com base neste Programa, foram amostradas três unidades básicas, denominados módulos, no bioma amazônico, especificamente na Amazônia Meridional. Os módulos I (11° 34′ 54.0′′ S e 55° 17′ 15.6′′ W) e II (11° 35′ 20.3′′ S e 55° 17′34.7′′ W) localizam-se na fazenda Continental e o módulo III (11° 39′09.4 ′′ S e 55° 04′ 54.6′′ W) na fazenda Iracema, todos no município de Cláudia - Mato Grosso, com distância de 20 km entre si (Figura 1).

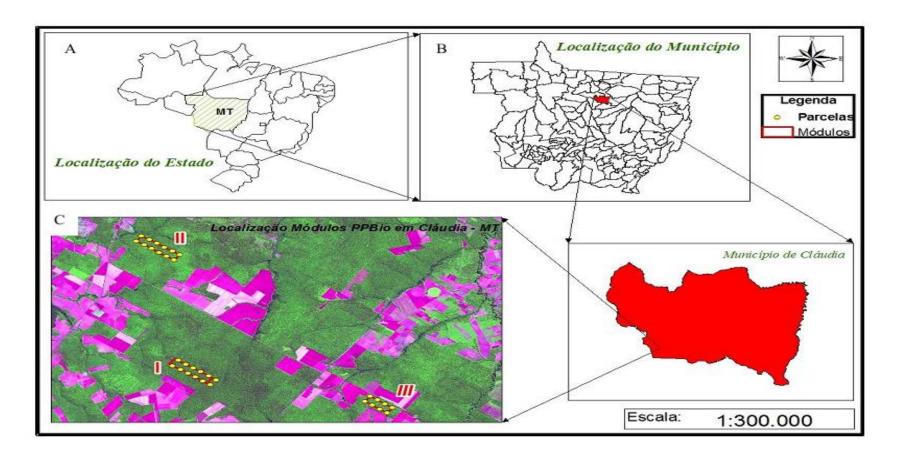


Figura 1 - Localização do Estado de Mato Grosso no Brasil (A). Localização do município de Cláudia no Estado de Mato Grosso, Brasil (B). Localização da área amostral no município de Claudia, o retângulo vermelho representa os módulos e os círculos amarelos as parcelas permanentes (C). (Imagem criada por Everton José de Almeida Programa -Arcgis).

Os módulos estão inseridos em florestas com diferentes históricos de manejo (corte seletivo de madeira). A área em que se localiza o módulo I foi manejada há 10 anos (2002), o módulo II há 17 anos (1995) e o terceiro módulo há 31 anos (1981). Os módulos I e II foram instalados em uma área de floresta contínua. O módulo III foi instalado em um trecho de floresta cercada a oeste e a leste por plantações, havendo ligação com duas grandes áreas de vegetação nativa como mostra a figura 1-c. A vegetação nas áreas amostradas é predominantemente arbórea, com grande ocorrência de indivíduos das espécies *Tovomita schomburgkii* Planch & Triana (Clusiaceae), *Qualea paraenses* Ducke (Vochysiaceae), *Brosimum lactescens* Moore (Moraceae) (Suli 2004).

A área estudada está localizada na região centro-norte do estado, denominada Florestas Secas de Mato Grosso (Ferreira *et al.*, 1999). Esta região corresponde à cerca de 10% do bioma amazônico e está localizada em uma área também denominada "Arco do Desmatamento", constituindo uma zona de transição limitada ao norte e a oeste pela floresta úmida, e ao leste e sul pelo Cerrado (Carvalho, 2006). De acordo com o sistema de Köppen o clima desta região é classificado como Am, quente e úmido. A região é caracterizada por duas estações, uma chuvosa que ocorre de setembro a abril e outra seca, de maio a agosto. A temperatura média anual é de aproximadamente 24°C e a precipitação pluviométrica média anual na região é de 2.200 mm (Vourlitis *et al.*, 2002).

2.2 Delineamento Amostral: O Programa de Pesquisas em Biodiversidade (PPBio) adota a metodologia padronizada de inventários rápidos da biodiversidade (RAPELD) (Magnusson *et al.*, 2005). Os módulos I e II são compostos por seis trilhas paralelas e equidistantes (1km) no sentido norte-sul e duas trilhas paralelas e distantes um quilômetro no sentido leste - oeste, em forma de grade, formando um retângulo de 5km (Figura 2). A cada quilômetro ao longo das trilhas leste - oeste há uma parcela permanente de 250m de extensão, resultando em 12 parcelas em cada um destes módulos. O módulo III tem o mesmo desenho amostral que os dois primeiros, porém, possui apenas oito parcelas devido ao pequeno tamanho do fragmento. As parcelas de todos os módulos foram instaladas de acordo com os critérios estipulados por Magnusson *et al.*, (2005), seguindo as curvas de nível do relevo para minimizar a variação edáfica dentro da parcela o que reduz as variações de solo e altitude, e garante que os dados não sejam influenciados diretamente pela variação destes fatores.

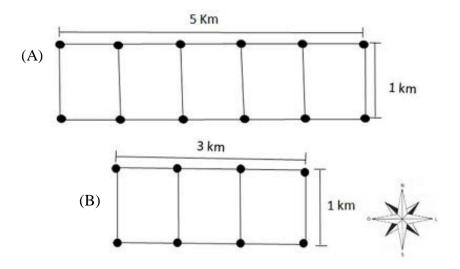


Figura 2 - Esquema demonstrativo da distribuição das parcelas permanentes nos módulos I e II (A) e III (B), implantados nas três áreas de estudo na Amazônia Meridional, localizados no município de Cláudia, Mato Grosso, Brasil.

2.3 Coleta de Isoptera: Os cupins foram amostrados nas 31 parcelas (12 no módulo I; 11 no módulo II e oito no módulo III), seguindo-se uma modificação do protocolo proposto por Jones & Eggleton (2000). Cada parcela amostral foi subdividida em cinco subparcelas de 5x2m espaçadas 50m entre si (Figura 3), totalizando 155 subparcelas. O esforço amostral em cada subparcela foi de uma hora/pessoa de busca ativa. As coletas foram realizadas nos meses de agosto, setembro e outubro de 2010 e agosto de 2011. Estes meses são caracterizados pelo fim do período de seca e início do período chuvoso na região.

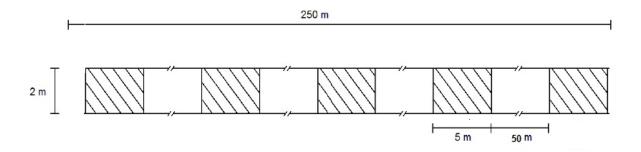


Figura 3- Transecto para a coleta de cupins. As áreas hachuradas representam as subparcelas de coleta.

Os cupins foram coletados manualmente com auxílio de pinças entomológicas e picaretas, em todos os microhabitats possíveis como solo, madeira morta, ninhos (epígeos, hipógeos e arbóreos até 2m de altura), galerias de forrageamento, raízes de plantas, fezes de animais, frutos caídos e serapilheira. O material, no ato da coleta, foi acondicionado em frascos coletores de plástico contendo álcool a 70%. Posteriormente, o material foi triado e identificado com a utilização de chave de identificação (Constantino, 1999) e revisões bibliográficas taxonômicas (Cancello & Cuezzo, 2007; Carrijo *et al.*, 2011; Constantino, 1990, 1991a, 1991b; Constantino & Carvalho, 2012; Constantino & De Souza, 1997; Constantino *et al.*, 2006; Rocha & Cancello, 2007; Rocha *et al.*, 2012;) e comparados com o material depositado no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP). Todo material foi armazenado em álcool 80%, e depositado na coleção do Acervo Biológico da Amazônia Meridional mantido pelo Núcleo de Estudos da Biodiversidade da Amazônia Matogrossense (NEBAM-UFMT/Sinop) e no MZUSP.

A composição da comunidade refere-se às espécies de cupins presentes na área estudada, independente de sua relação ecológica. A análise de guildas tróficas refere-se a como as espécies estão, proporcionalmente, distribuídas entre os grupos que exploram recursos de maneira semelhante (De Souza & Brow, 1994). As espécies foram categorizadas em quatro guildas de acordo com Carrijo *et al.*, (2009), Bignell & Eggleton (2000) e Mathews (1977). Os "ceifadores" correspondem aos cupins que se alimentam de folhas e raízes de plantas, "humívoros" aqueles que se alimentam de húmus e matéria orgânica do solo, os "xilófagos" representam os que se alimentam de madeira, e os "intermediários" os que se alimentam na interface de solo/madeira.

2.4 Análise dos dados: Para verificar se o esforço amostral utilizado foi capaz de detectar os padrões de distribuição observados na comunidade de cupins utilizou-se a curva de acúmulo de espécies, gerada com base no estimador de riqueza Jacknife1 e no modelo de rarefação (Colwell *et al.*, 2004). A curva foi construída plotando-se o número de amostras (eixo x) contra a riqueza (eixo y). Quinhentas aleatorizações foram realizadas utilizando as estimativas de software *Stimates* (Colwell, 2004).

Para verificar se existem diferenças entre a riqueza de espécies das três áreas amostradas aplicou-se o teste de Kruskal-Wallis, e para a similaridade entre a composição de

espécies o índice de Jaccard. Por se tratarem de insetos sociais, a quantificação da abundância de cupins por parcela amostrada baseou-se no número de ocorrências desses insetos nas subparcelas e parcelas, ou seja, no número de pontos em que foram encontrados. Todas as análises foram realizadas no programa R (R Development Core Team, 2011).

3. Resultados

Foram registrados 436 ocorrências de cupins, pertencentes a 72 espécies, divididas em duas famílias e sete subfamílias (Rhinotermitidae: Coptotermitinae, Heterotermitinae e Rhinotermitinae; Termitidae: Apicotermitinae, Nasutitermitinae, Termitinae e Syntermitinae) (Tabela 1). Dentre as áreas amostrais observou-se maior riqueza de espécies no módulo II (55 spp.), seguido pelo módulo III (44 spp.) e módulo I (43 spp.). A família mais frequente foi Termitidae com 414 ocorrências (95%), enquanto Rhinotermitidae ocorreu 22 vezes em 13 parcelas representando 5% da amostragem. Das 414 ocorrências de Termitidae, 184 representaram a subfamília Nasutitermitinae, seguida por Apicotermitinae (103 registros), Syntermitinae (88 registros) e Termitinae (39 registros). Nasutitermitinae foi o grupo com o maior número de espécies capturadas (31 espécies), além de ter sido registrada em todas as parcelas.

Os gêneros com maior frequência de amostragem foram *Nasutitermes* Dudley, 1890, *Embiratermes* Fontes, 1985, *Cyrilliotermes* Fontes, 1985, *Anoplotermes* Mueller, 1873 e *Dolichorhinotermes* Snyder, 1949. Nesta amostragem, 21 morfoespécies não se enquadraram na descrição taxonômica de nenhuma espécie descrita até o momento, e cinco gêneros pertencentes à subfamília Apicotermitinae ainda não foram descritos (Carrijo com. pessoal). A espécie mais frequente com relação às subparcelas e as parcelas foi *Nasutitermes guayanae* Holmgren, 1910, com 39 encontros, representando, respectivamente, 8,4% e 7,2% do total de encontros. Com relação à frequência de captura, 20 espécies ocorreram apenas uma vez, enquanto uma espécie ocorreu em 25 parcelas.

Tabela 1- Lista das espécies encontradas e frequência de ocorrência nas parcelas e subparcelas amostradas no município de Cláudia, Mato Grosso. **C**=Ceifadores, **H**= Humívoros, **X**= Xilófagose **I**= Intermediários.

Táxon	Parcelas	Subparcelas	Grupo	
			Trófico*	
Rhinotermitidae				
Coptotermitinae				
Coptotermes testaceus (Wasmann, 1986)	1	1	X	
Heterotermitinae				
Heterotermes tenuis (Hagen, 1858)	8	8	X	
Rhinotermitinae				
Dolichorhinotermes sp.	11	13	X	
Termitidae				
Apicotermitinae				
Anoplotermes sp.1	9	9	Н	
Anoplotermes sp.2	9	13	Н	
Anoplotermes sp.3	17	29	Н	
Aparatermes sp.1	2	2	Н	
Grigiotermes sp.1	6	6	Н	
Gênero n.1 sp.1	4	4	Н	
Gênero n.2 sp.1	1	1	Н	
Gênero n.3 sp.1	4	4	Н	
Gênero n.4 sp.1	7	8	Н	
Gênero n.4 sp.2	2	2	Н	
Gênero n.5 sp.1	3	3	Н	
Longustitermes manni (Snyder, 1922)	3	3	Н	
Tetimatermes sp.	2	2	Н	
Ruptitermes sp.1	1	2	C	
Ruptitermes sp.2	9	13	Н	
Ruptitermes sp.5	1	1	Н	
Ruptitermes sp.6	1	1	Н	
Nasutitermitinae				
Angularitermes nasutissimus Emerson, 1925	1	1	Н	
Angularitermes clypeatus Mathews, 1977	1	1	Н	

Anhangatermes macarthuri Constantino,1990	2	2	Н
Atlantitermes sp.	2	2	I
Atlantitermes oculatissimus Emerson, 1925	3	4	I
Atlantitermes snyderi Emerson, 1925	2	3	I
Coatitermes cleveland Snyderi, 1926	1	1	Н
Cyranotermes karipuna Rocha et. al, 2012	1	1	X
Diversitermes diversimilis Silvestri, 1901	5	6	C
Ereymatermes sp.	1	1	Н
Nasutitermes bivalens Holmgren, 1910	5	5	X
Nasutitermes ephratae Holmgren, 1910	1	1	X
Nasutitermes gaigei Emerson, 1925	9	10	X
Nasutitermes guayanae (Holmgren, 1910)	25	39	X
Nasutitermes nigriceps Haldeman, 1853	3	3	C
Nasutitermes octopilis Banks, 1918	1	1	X
Nasutitermes similis Emerson, 1935	20	31	X
Nasutitermes surinamenses Holmgren,1910	2	2	X
Nasutitermes sp.1	1	1	X
Nasutitermes sp.2	1	1	X
Nasutitermes sp.3	1	1	X
Nasutitermes sp.6	4	4	X
Nasutitermes sp.9	1	1	X
Nasutitermes sp.13	5	6	X
Rotunditermes bragantinus Roonwal & Rathore, 1976	5	6	X
Rotunditermes rotundiceps Holmgren, 1906	7	11	X
Rotunditermes sp.	8	10	X
Subulitermes baileyi Emerson, 1925	5	8	Н
Triangularitermes triangulariceps Mathews, 1977	7	8	I
Velocitermes beebei (Emerson, 1925)	4	5	C
Velocitermes velox (Holmgren, 1906)	8	8	C
Syntermitinae			
Cornitermes sp.	4	4	X
Curvitermes odontognathus (Silvestri, 1901)	2	2	Н
Cyrilliotermes angulariceps (Mathews, 1977)	11	13	I
Cyrilliotermes strictinasus (Mathews, 1977)	8	11	I

Embiratermes ignotus (Constantino, 1991)	13	21	I
Embiratermes neotenicus (Holmgren, 1906)	14	20	I
Labiotermes guasu (Constantino & Aciole, 2006)	1	1	Н
Labiotermes labralis (Holmgren, 1906)	3	3	Н
Mapinguaritermes peruanus (Holmgren, 1906)	2	2	I
Paracurvitermes manni (Snyder, 1926)	1	1	Н
Silvestritermes holmgreni (Snyder, 1926)	2	2	I
Rynchotermes diphyes (Mathews, 1977)	7	8	C
Termitinae			
Cornicapritermes mucronatus Emerson, 1950	5	6	Н
Crepititermes verruculosus Emerson, 1925	6	7	Н
Cylindrotermes flangiatus Snyder, 1949	3	4	X
Dentispicotermes sp.	6	7	Н
Microcerotermes cf strunkii Soerensen, 1884	2	2	X
Neocapritermes pumilis Constantino, 1991	7	8	Н
Neocapritermes unicornis Constantino, 1991	1	1	Н
Planicapritermes planiceps Emerson, 1925	1	1	Н
Termes cf bolivianus Snyder, 1926	3	3	Н
Total de Encontros	345	436	

Observou-se que em relação à proporção da distribuição das espécies em guildas tróficas nas 31 parcelas amostradas, as humívoras foram dominantes (29 spp.; 40,2%) seguidas por xilófagas (27 spp.; 37,5%) e intermediárias (10 spp.; 13,8%), enquanto a menor ocorrência foi obtida para a guilda dos ceifadores (6 spp.; 8,3%). Os humívoros também foram dominantes na amostragem do módulo I, representando 46,5% da proporção das guildas amostradas, seguida de xilófagos (27,9%), intermediários (14%) e ceifadores (11,6%). No módulo II os xilófagos foram dominantes com 38,2%, seguido por humívoros (36,6%), intermediários (16,4%) e ceifadores (9,1%). No módulo III, humívoros e xilófagos obtiveram a mesma proporção (36,4%), seguidos por intermediários (18,2%) e ceifadores (9,1%) (Figura 3).

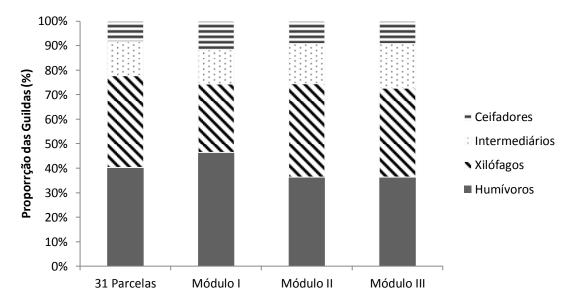


Figura 4 - Proporção das guildas tróficas de cupins amostradas nas 31 parcelas amostradas no município de Cláudia, Mato Grosso, Brasil.

O módulo I foi o que obteve menor riqueza e apresentou quatro espécies exclusivas (Angularitermes clypeatus Mathews, 1977, Coatitermes clevelandi Snyderi, 1926, Gênero novo II sp.1 e Ruptitermes sp.5.). No módulo II foram amostradas 12 espécies que ocorreram exclusivamente neste local, sendo que destas, oito ocorreram apenas uma vez (Nasutitermes ephrate Holmgren, 1910, N. octopilus Banks, 1918, Nasutitermes sp.1, N. sp.2, N. sp.3, N. sp.9, Labiotermes guasu Constantino & Acioli, 2006 e Paracurvitermes manni (Snyder, 1926)), três espécies ocorreram duas vezes (Microcerotermes cf. strunkii Soerensen 1884, Nasutitermes surinamenses Holmgren, 1910 e Atlantitermes snyderi Emerson, 1925), e uma espécie ocorreu três vezes (Termes cf. bolivianus Snyder, 1926). No módulo III, nove espécies foram restritas a essa área, oito ocorreram apenas uma vez (Coptotermes testaceus (Wasmann, 1986), Cyranotermes kapiruna Rocha et al., 2012, Ereymatermes sp., Angularitermes nasutissimus Emerson, 1925, Neocapritermes unicornis Constantino, 1991, Planicapritermes planiceps Emerson, 1925, Rupititermes sp1 e R. sp6), e uma espécie ocorreu duas vezes (Mapinguaritermes peruanus (Holmgren, 1906)).

Dentre as 72 espécies amostradas, 24 foram encontradas nos três locais estudados, nove espécies foram comuns aos módulos I e II, cinco foram encontradas nos módulos II e III e três nos módulos I e III (Figura 5). Houve diferença significativa na riqueza de cupins entre

os três módulos amostrados (Kruskal-Wallis = 9.781, p=0.007). Com relação à similaridade mensurada pelo índice de Jaccard, os módulos I e II compartilham 57% da composição das espécies. Os módulos I e III 34%, e os módulos II e III apenas 29% da composição de espécies, demonstrando dissimilaridade entre essas áreas.

Em geral, todas as parcelas analisadas tiveram ocorrência de cupins, entretanto, das 155 subparcelas, seis (3,9%) não apresentaram registro de nenhum indivíduo. A curva de rarefação das espécies para as 31 parcelas não se estabilizou (Figura 6). O mesmo comportamento da curva foi observado para cada área amostrada separadamente (Figura 7), não atingindo a assíntota demonstrando incremento de espécies quando se aumentam as unidades amostrais.

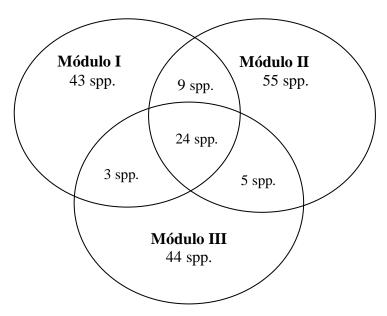


Figura 5 - Diagrama representando o número de espécies de cupins compartilhadas e exclusivas nas 31 parcelas amostradas nos três módulos de amostragem permanente no município de Cláudia, MT.

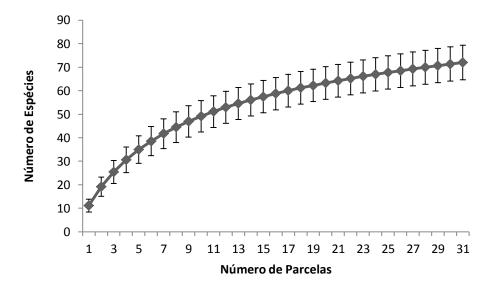


Figura 5 - Curva de rarefação gerada a partir da ocorrência das espécies de cupins registradas no conjunto das 31 parcelas amostradas no município de Cláudia, Mato Grosso, Brasil.

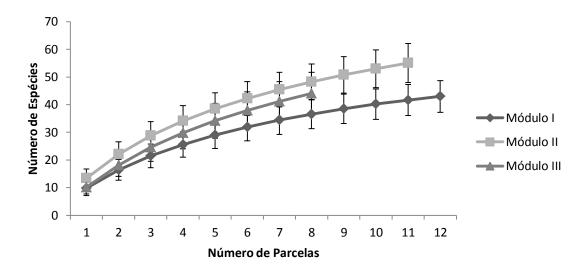


Figura 6 - Curva de rarefação gerada a partir da ocorrência das espécies de cupins para cada área amostrada (módulos I, II e III), no município de Cláudia, Mato Grosso, Brasil.

A riqueza média estimada para os três módulos de amostragem foi de 92±5 espécies. A riqueza observada corresponde a 78% do valor estimado. Avaliando-se os módulos individualmente, nota-se que no módulo I a riqueza estimada foi de 58±5 e a riqueza observada representou 78% do valor estimado. Para o módulo II a riqueza estimada foi de

75±4 espécies, e o número observado representou 72% do número estimado. No módulo III a riqueza estimada foi de 64±4 espécies e a riqueza observada correspondeu a 68%.

As 20 espécies que ocorreram apenas uma vez em toda amostragem foram consideradas raras. Destas, quatro ocorreram no módulo I e oito ocorreram nos módulos II e III. A distribuição das ocorrências das espécies seguiu uma curva aproximadamente log-série, indicando a presença de muitas espécies com pouca ocorrência e poucas espécies muito frequentes (Figura 8).

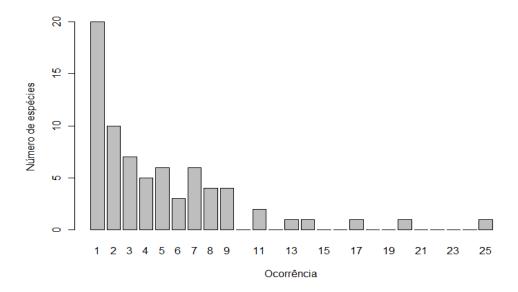


Figura 8- Frequência de ocorrência das espécies de cupins somados nas três áreas amostradas. Os números de 1 a 25 representam o número de vezes que uma espécie ocorreu e as barras representam o número de espécies com a frequência de 1 a 25.

4. Discussão

A maioria das coletas de cupins realizadas na Amazônia brasileira se concentra nos estados do Pará e do Amazonas, próximo a Belém e Manaus, respectivamente (Tabela 2; Figura 8). O número de espécies citados em trabalhos realizados na Amazônia varia de 51 a 92 espécies. O número de espécies de cupins listados para a floresta amazônica é 238 enquanto para o Cerrado, aproximadamente, 139 espécies (Constantino & Acioli, 2006).

Tabela 2: Comparação da comunidade de cupins entre os estudos realizados na Amazônia brasileira, destacando o local e estado onde o estudo foi realizado (Local), autor e ano do estudo (Autor/Ano), quantidade de espécies encontrada. * Presente estudo

Local	Autor (ano)	N° Espécies
Nova Xavantina-MT	Matheus (1977)	91
Silves-AM	Bandeira (1979)	22
Manaus-AM	Mill (1982)	43
Benevides-PA	Bandeira & Torres (1985)	92
Serra dos Carajás-PA	Bandeira & Macambira (1988)	88
Maraã-AM	Constantino (1991)	91
Belém-PA	Constantino (1992)	78
Manaus-AM	De Souza & Brow (1994)	64
Manaus-AM	Ackerman <i>et al.</i> , (2009)	67
Cláudia-MT	Piroseli & Battirola (2013)*	72

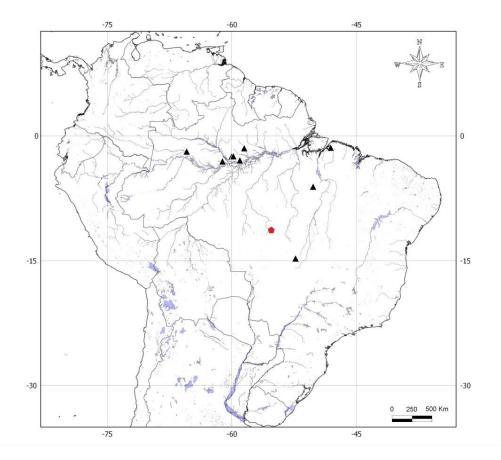


Figura 8 - Mapa de distribuição evidenciando os trabalhos realizados no bioma Amazônico. (▲) Amostragens publicadas realizadas nesta coordenada. (●) Local de amostragem do presente estudo, Cláudia, MT.

Possivelmente, com aumento das coletas neste bioma a riqueza de cupins a compor a listagem geral é crescente. O número de espécies registradas neste estudo evidencia a grande riqueza de cupins na Amazônia e em Mato Grosso. As espécies encontradas representam 21% das espécies descritas para o bioma, sendo que 21 espécies e cinco gêneros ainda não foram descritos. A partir do levantamento dos estudos realizados na Amazônia pode-se perceber que a maior parte deste bioma ainda não foi explorado, e a falta de padronização dos métodos de coleta e do esforço amostral dificulta a comparação dos resultados obtidos nestes estudos.

Dados sobre a biologia das espécies de cupins são escassos, portanto, uma forma de compreender melhor a interação da comunidade em resposta as variáveis ambientais, é categorizando as espécies em guildas tróficas (Carrijo *et al.*, 2009; Bignell & Eggleton, 2000; Mathews, 1977). A guilda com maior ocorrência nesta amostragem foi humívoros, seguida pelos xilófagos e intermediários, enquanto amenor ocorrência foi registrada para os ceifadores. Bignell & Eggleton (2000), Constantino & Aciole (2006) e Constantino (1992) caracterizam a guilda dos xilófagos como sendo dominante em ecossistemas da América do Sul. O alto número de espécies humívoras encontradas neste trabalho corrobora com o resultado obtido por Ackerman *et al.*, (2009) que encontraram humívoros como guilda dominante em sua amostragem realizada próximo a Manaus-AM. A dominância da guildas dos humívoros também foi observada por Carrijo *et al.*, (2009) e Cunha *et al.*, (2006) no Cerrado. A baixa frequência de amostragem dos ceifadores pode ter sido ocasionada pelo horário da coleta, pois esse grupo costuma forragear a partir do anoitecer (Reis & Cancello, 2007).

Alguns autores sugerem que os cupins humívoros são sensíveis a alterações como flutuações no clima e distúrbios ambientais (Bandeira *et al.*, 2003; De Souza & Brown 1994; Eggleton *et al.*, 1995). De Souza & Brow (1994) concluíram que a fragmentação muda à composição das guildas de cupins na Amazônia Central, ocorrendo uma diminuição em sua diversidade, sendo os humívoros os mais afetados. Esta diminuição na ocorrência dos humívoros também foi observada por Eggleton *et al.*, (1995). Apesar das áreas avaliadas neste estudo serem fragmentadas, esta mudança na proporção das guildas não foi observada. A grande ocorrência de humívoros pode indicar, portanto, que as áreas amostradas mantêm características de ambientes não fragmentados, provavelmente devido ao longo tempo em que estas áreas foram manejadas. A falta de atividade das espécies humívoras faz com que o solo

se torne mais compacto (Bandeira, 1979). Estas espécies são caracterizadas como importante componente da fauna edáfica, pois atuam ativamente na ciclagem da matéria orgânica e, portanto, são responsáveis pela manutenção dos ecossistemas (Ackerman *et al.*, 2009; Cunha *et al.*, 2006).

Algumas espécies ocorrentes neste estudo são relatadas na literatura para florestas primárias e para ambientes perturbados. Bandeira et al., (2003) descrevem que Silvestritermes holmgreni Snyder 1926, Embiratermes neotenicus Holmgren 1906 e Labiotermes labralis Holmgren 1906 são comuns e abundantes na Amazônia e Mata Atlântica, e foram encontradas somente em floresta primária e floresta secundária alta na Caatinga. Neste mesmo trabalho, os autores citam que Nasutitermes ephrate (Holmgren, 1910) é uma espécie comum em áreas perturbadas, e aparentemente é favorecida em florestas com grande abertura de dossel e com baixa umidade. Esta classificação de alta ocorrência em locais perturbados, também é comum para Nasutitermes corniger (Motschulsky, 1855), que é considerada uma espécie de grande importância econômica na agricultura (Constantino, 2002). Reis & Cancello (2007) encontraram grande ocorrência desta espécie em floresta secundária na Mata Atlântica. Neste estudo, E. neotenicos teve grande ocorrência nas áreas amostradas, N. ephrate foi encontrado apenas uma vez e N. corniger não ocorreu nas áreas estudadas. Isso demostra que apesar de ter ocorrido corte seletivo da madeira, as áreas podem ainda apresentar características próximas da floresta primária devido à ocorrência, ou não, das espécies citadas (Bandeira et al., 2003; Reis & Cancello, 2007).

A riqueza e a composição de espécies dos três módulos amostrados são variáveis, embora as características (clima e vegetação) das áreas sejam similares. Esta diferença na composição e riqueza de espécies em áreas próximas também foi observada por De Souza & Brown (1994). Com relação às espécies exclusivas, Laurence & Vasconcelos (2009) explicaram que muitas espécies tropicais são naturalmente raras, podendo estar presente em um determinado local e não em outro, mesmo que próximos. A menor riqueza encontrada no módulo I pode ser resultado do distúrbio causado pela extração de madeira, visto que este é o local com menor tempo de manejo (*e. g.* Bandeira *et al.*, 2003; De Souza & Brown, 1994). A similaridade entre as áreas com exceção dos módulos I e II (57%) foi baixa. Este fato também foi encontrado por De Souza & Brown (1994) que relataram uma similaridade de 46,6% entre

áreas próximas, demostrando que a rotatividade de espécies de cupins é alta na floresta amazônica (Bandeira *et al.*, 2003).

A curva de rarefação para os três módulos estudados não estabilizou e os valores da riqueza observados foram menores do que os estimados. Este comportamento é esperado para ambientes tropicais, devido à grande diversidade de espécie (Magurran, 2004). Carrijo *et al.*, (2009) relataram que existe dificuldade para se obter a estabilização da curva quando se trabalha com cupins em um lugar com uma elevada diversidade de espécies como a região neotropical. Possivelmente, com a realização de estudos mais longos amostrando diferentes estações do ano e em períodos diferentes do dia, a curva de rarefação poderá ter uma maior probabilidade de se estabilizar.

A curva de ranking-abundância produzida a partir da amostragem nas 31 parcelas se ajusta no modelo série-logarítmica, e indica que a dominância das espécies mais comuns sobre as menos abundantes pode ser considerada de moderada a alta (Magurran, 2004). Segundo Magurran (2004), a distribuição série logarítmica prediz que a maior classe será a representada por um único indivíduo, portanto a estimativa de riqueza não atingirá a assíntota. Com o aumento das unidades amostrais a chance de capturar uma espécie nova é alta, portanto a curva inclinará cada vez mais. Normalmente, em ambientes naturais, com relação às espécies, a maior parte dos seus constituintes é rara, enquanto poucos são dominantes ou comuns (Magurran, 2004).

Conclusões

Com base nos resultados é possível concluir que a área estudada apresenta elevada riqueza de cupins.

A diferença entre a riqueza de espécies em cada uma das áreas e a baixa similaridade entre os módulos I e III, e II e III demonstra que a composição de espécies destes locais é diferente, evidenciando a heterogeneidade dos habitats e, consequentemente, o elevado número de espécies ocupando diferentes nichos nesta região. Portanto, as três áreas tem igual importância para a conservação de habitats naturais.

A dominância de cupins pertencentes à guilda dos humívoros indica uma boa qualidade ambiental do ambiente, pois este grupo é o mais é influenciado por perturbações ambientais.

Referências Bibliográficas

Ackerman, I. L., Constantino, R., Gauch Jr., H. G., Lehmann, J., Riha, S. J., & Fernandes, E. C. (2009) Termite (Insecta: Isoptera) species composition in a primary rain forest and agroforests in central Amazonia. *Biotropica*, 41, 226-233.

Araújo, R., (1970) Termites of the Neotropical Region. *Biology of termites* (Krishna, K. & Weesner, F. M.), pp. 527-576. Press, New Yourk.

Araújo, R., (1977) *Catálogo dos Isopteras do Novo Mundo*. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro.

Bandeira, A. G. (1979). Ecologia de cupins (Insecta: Isoptera) da Amazônia Central: efeitos do desmatamento sobre as populações. *Acta Amazonica* **9**: 481-499.

Bandeira, A. G., & Torres, M. F. (1985). Abundância e distribuição de invertebrados do solo em ecossistemas da Amazônia Oriental. O papel ecológico dos cupins. *Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi, Série Zoologia*, **2**, 13-38.

Bandeira, A. G., & Macambira, M. L. (1988). Térmitas de Carajás, estado do Pará, Brasil: Composição faunística, distribuição e hábito alimentar. *Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi, Série Zoologia*, **4**, 175-190.

Bandeira, A. G. & Vasconcelos, A. (2002) A quantitative survey of térmites in gradient of disturbed highland forest in northeastern Brazil (Isoptera). *Sociobiology*, **39**, 429-439.

Bandeira, A. G., Vasconcellos, A., Silva, M. P., & Constantino, R. (2003) Effects of habitat disturbance on the termite fauna in a highland humid forest in the caatinga domain, Brazil. *Sociobiology*, **42**, 1-11.

Begon, M. Townsend, C. R. & Harper, J. L. (2006) *Ecology: From individuals to ecosystems*. Blackwell Publishing. Oxford, 759 p.

Berti Filho, E. (1995) Cupins e florestas. *Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins* (ed By Berti Filho, E. & Fontes, L.R.), pp.127-140. Piracicaba, FEALQ.

Bignell, D., & Eggleton, P. (2000) Termites in ecosystems. *Termites: evolution, sociality, symbioses, ecology* (ed. By T. Abe), pp. 362-388. Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands.

Black, H. I. J. & Okwakol, M. J. N. (1997) Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function in the tropics: The role of termites. *Applied Soil Ecology*, **6**, 37-53.

Brown K. J. (1997) Diversity, disturbance, and sustainable use of Neotropical forest: insects as indicadores for conservation monitoring. *Journal of Insect Conservation*, **1**, 25-42.

Cancelo, E. M. & Cuezzo, C. (2007) A new species of Ereymatermes Constantino (Isoptera, Termitidae, Nasutitermitinae) form the Northeastern Atlantic Forest, Brazil. *Papéis Avulsos de Zoologia*, **47**, 283-288.

Cancello, E. M., & Schlerrermeyer, T. (1999) *Isoptera. Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: Síntese do conhecimento ao final do século XX* (ed. By Brandão, R. F.; Cancello, E. M.), pp. 82-91. São Paulo, FAPESP.

Carrijo, T.F., Brandão, D., Oliveira, D.E., Costa, D.A., & Santos, T. (2009) Effects of pasture implantation on the termite (Isoptera) fauna in the Central Brazilian Savanna (Cerrado). *Journal of Insect Conservation*, **13**, 575-581.

Carrijo, T. F., Rocha, M. M., Cuezzo, C. & Cancello, E. M. (2011) Key to the soldiers of Angularitermes Emerson with a new species from Brazilian Amazonia (Isoptera: Termitidae: Nasutitermitinae). *Zootaxa*, **2967**, 61-68.

Carvalho M. A. (2006) Composição e história natural de uma comunidade de serpentes em área de transição Amazônia-Cerrado, ecorregião Florestas Secas de Mato Grosso, Município de Cláudia, Mato Grosso, Brasil. *Tese*. Pontifícia Universidade Católica do rio Grande do Sul, pp. 92.

Costa, F. R. C. & Magnusson, W. E. (2010). The Need for Large-Scale, Integrated Studies of Biodiversity – the Experience of the Program for Biodiversity Research in Brazilian Amazonia. *Natureza & Conservação*, **8**, 3-12.

Colwell R. K. (2004) EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. URL<purl.oclc.org/estimates>

Colwell, R. K., Chang, X. M., & Chang, J. (2004) Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology*, **85**, 2717-2727.

Constantino, R. (1990) Notes on Cyranotermes Araujo, with Description of a New Species (Isoptera: Termitidae: Nasutitermitinae). *Goeldiana Zoologia*, **2**, 1-18.

Constantino, R. (1991a) Notes on Neocapritermes Holmgre, with description of two new species fron the Amazon Basin (Isoptera, Termitidae, Termitinae). *Goeldiana Zoologia*, **7**, 1-13.

Constantino, R. (1991b) Termites (Isoptera) from the lower japurá river, Amazonas states, Brazil. *Boletim Do Museu Paraense Emilio Goeldi*, *Série Zoologia*, **7**, 189-224.

Constantino, R. (1992) Abundance and diversity of termites (Insecta: Isoptera) in two sites of primary rain forest in Brazilian Amazonia. *Biotropica*, **24**, 420-430.

Constantino, R. (1999) Chave ilustrada para identificação dos gêneros de cupins (Insecta: Isoptera) que ocorrem no Brasil. *Papéis Avulsos de Zoologia*, **40**, 387-448.

Constantino, R. (2002). The pest termites of South America: taxonomy, distribution and status. *Journal of Applied Entomology*, **126**, 355-365.

Constantino, R. (2005) Padrões de diversidade e endemismo de térmitas no bioma Cerrado. *Biodiversidade, ecologia, e conservação do cerrado* (ed. by Scariot, A.O., Felfile, J.M., & Souza-Silva, J.C), pp. 319- 333. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.

Constantino, R. (2012). Isoptera, pp: 311 – 322, In: Rafael, J. A.; G. A. R. Melo,; C. J. B. Carvalho,; S. A. Casari, & R. Constantino. *Insetos do Brasil, Diversidade e Taxonomia*. Ribeirão Preto - SP, Holos Editora, 810 pp.

Constantino, R. & Acioli, A. N. S. (2006) Termite diversity in Brazi (Insecta: Isoptera). *In:Soil biodiversity in Amazonian and other Brazilian ecossitems* (eds. Moreira, F. M. S., Siqueira, J. O. & Brussaard, L.). Wallingforg, CAB International, 280 p.

Constantino, R. & De Souza, O. F.F. (1997) Key to the soldiers of *Atlantitermes* Fontes 1979, with a new species form Brazil (Isoptera: Termitidae: Nasutitermitinae). *Tropical Zoology*, **10**, 205-213

Constantino, R. & Carvalho, S. H. C. (2012) A taxonomic revision of the Neotropical térmite genus *Cyrilliotermes* Fontes (Isoptera: Termitidae: Nasutitermitinae). *Zootaxa*, **3186**, 25-41.

Constantino, R., Acioli, A. N. S., Schimidt, K., Cuezzo, C., Carvalho, S. H. C. & Vasconcellos, A. (2006) A taxonomic revision of the Neotropical térmite genera *Labiotermes* Holmgren and *Paracornitermes* Emerson (Isoptera: Termitidae: Nasutitermitinae). *Zootaxa*, **1340**, 1-44.

Cunha, H.F., Costa, D.A. & Brandão, D. (2006) Termite (Isoptera) assemblages in some regions s of the Goiás State, Brazil. *Sociobiology*, **47**, 505-518.

De Souza, O. F., & Brown, V. K. (1994) Effects of habitat fragmentation on Amazonian termite communities. *Journal of Tropical Ecology*, **10**, 197-206.

Decaëns, T., Jiménez, J. J., Gioia, C., Measey, G. J. & Lavelle, P. (2006) The values of soil animals for conservation biology. *European Journal of Soil Biology*, **42**, 23–38.

Eggleton P., Bignell D. E., Sands W. A., Waite B., Wood T. G. & Lawton H. (1995) The species richness of termites (Isoptera) under differing levels of disturbance in the Mbalnayo Forest Reserve, Southern Cameroon. *Journal of Tropical Ecology* **11**, 85–9.

Fearnside, P. M. (2005) Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e consequências. *Megadiversidade*, **1**, 113-123.

Ferreira, L. V., Sá R, Buschbacher, R., Batmanian, G., Silva, J. M. C., & Moretti, E. (1999) Identificação de áreas prioritárias para a Conservação da Biodiversidade através da Representatividade das Unidades de Conservação e Tipos de Vegetação nas Ecorregiões da Amazônia Brasileira. Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade da Amazônia.

Programa Nacional da Diversidade Biológica, PROBIO. **Ministério do Meio Ambiente**. Instituto Sócio Ambiental

Jones, D. T. & Eggleton, P. (2000). Sampling termite assemblages in tropical forests: testing a rapid biodiversity assessment protocol. **Journal of Applied Ecology** 37: 191-203.

Laurence, W. F., (2010) Habitat destruction: death by a thousand cuts. *Conservation Biology for All* (ed. By Sodhi, N. S. & Ehrlich, P. R.), pp. 73-87. Oxford: Oxford University Press.

Laurence, W. F. & Vasconcelos, H. L., (2009) Consequências ecológicas da fragmentação florestal na Amazônia. *Oecologia Brasiliensis*, **13**, 434-451.

Laurence, W. F., Cochrane, M. A., Bergens, S., Fearsinde, P. M., Delamômica, P., Barber, C., D'Angelo, S., & Fernandes, T. (2001) The future of the Brazilian Amazon. *Science*, **291**, 438-439.

Lavelle, P., Blanchart, E., Martin, A., Spain, A.V., & Martin, S., (1992) Impact of soil fauna on the properties of soils in the humid tropics. Myths and Science of Soils of the tropics. *Soil Science Society of America and American Society of Agronomy*, **29**, 157–185

Lavelle, P., Dangerfield, M., Fragoso, C., Eschenbrenner, V., Lopez-Hernandez, D., Pashanasi, B., & Brussaard, L., (1994) The relationship between soil macrofauna and tropical soil fertility. *The Biological Management of Tropical Fertility* (ed. by Woomer, P. L., Swift, M. J.), pp. 137–168. Wiley-Sayce.

Lavelle, P., Bignell, D., & Lepage, M., (1997) Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers. *European Journal Soil Biology*, **33**, 159–193.

Magnusson, W. E., Lima, A. P., Luizão, R., Luizão, F., Costa, F., & Castilho, C. V., (2005) RAPELD: A modification of the Gentry method for biodiversity surveys in long-term ecological research. *Biota Neotropica*, **5**, 1-6.

Magurran, A.E. (2004) Measuring biological diversity. Oxford, Blackwell Science, p. 256.

Mathews, A. G. A. (1977) *Studies on termites from the Mato Grosso state, Brazil*. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 267 pp.

Primack, R. B. & Rodrigues, E. (2001) *Biologia da Conservação*. Londrina: Planta p. 327.

R Development Core Team. (2011). R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing.

Redford, K.H. (1984) The termitaria of *Cornitermes cumuluns* (Isoptera: Termitidae) and their role in determining a potencial keystone species. *Biotropica*. **16**, 112-119.

Reis, Y.T. & Cancello, E. M. (2007) Riqueza de cupins (Insecta, Isoptera) em áreas de Mata Atlântica primária e secundária do sudoeste da Bahia. *Iheringia*, 97, 229-234.

Rocha, M. M. & Cancello, E. M. (2007) Estudo Taxonômico de cylindrotermes Holmgren (Isoptera, Termitidae: Termitinae). *Papéis Avulsos de Zoologia*, **47**, 137-152.

Rocha, M., Carrijo, T. F., & Cancello, E. (2012) Na illustrated key to the soldiers of cyranotermes Araujo with a new species from Amazonia (Isoptera: Termitidae: Nasutitermitinae). *Zootaxa*, **3196**, 50-57.

Silvestri, F. (1903) Contribuizone ala conosenza dei termiti e termitofili dell America Meridionale. *Redia*, **1**, 91-234.

Snyder, T. E. (1926) Termites collected on the Mulford Biological Exploration, Amazon 1921-1922. *Proceedings of the US National Museun*, **68**, 1-76.

Suli, G. S. (2004) Comparações empíricas entre medições multiespectrais de sistemas sensores e índice de área foliar verde em floresta amazônica de transição. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil.

Vieira, I. C. G., Silva, J. M. C. & Toledo, P. N. (2005) Estratégias para evitar a perda de biodiversidade na Amazônia. *Estudos Avançados*, **19**, 153-164.

Vourlitis, G. L., Priante-Filho, N, Hayashi, M. M. S., Nogueira, J. S., Caseiro, F. T., & Campelo-Jr. J. H. (2002) Seasonal variations in the evapotranspiration of the transitional tropical forest, Mato Grosso, Brazil. *Water Resource Research* **38**: 1-11

Capítulo II

Efeito de variáveis ambientais sobre a distribuição de Isoptera (Arthropoda, Dictyoptera) em três área no município de Cláudia-MT, Amazônia Meridional

Efeito de variáveis ambientais sobre a distribuição de Isoptera (Arthropoda, Dictyoptera) no município de Cláudia-MT, a Amazônia Meridional

Quézia C. L. Santos¹& Leandro D. Battirola^{1,2}

¹Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade. Instituto de Biociências, Universidade Federal de Mato Grosso, Av. Fernando Corrêa da Costa, 2.367, Boa Esperança, 78060-900, Cuiabá-MT

²Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais, Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus* Universitário de Sinop, Av. Alexandre Ferronato 1.200, Setor Industrial, 78557-267, Sinop, MT.

Resumo: Os cupins tem importante papel na ciclagem dos nutrientes e dinâmica da matéria orgânica no estrato edáfico, sendo responsáveis por grande parte da manutenção da fertilidade do solo. Considerando esta função, este estudo objetiva avaliar a influência de variáveis ambientais na distribuição da riqueza e composição de espécies de cupins em três áreas no município de Claúdia-MT, Amazônia Meridional. Esta pesquisa está inserida no Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio). No total foram amostradas 31 parcelas pertencentes a três módulos. As coletas foram realizadas nos meses de agosto, setembro e outubro de 2010 e agosto de 2011. Os cupins foram coletados manualmente em todos os microhabitats presentes, e as variáveis ambientais foram coletadas em trabalhos prévios segundo os protocolos PPBio. Amostrou-se um total de 436 ocorrências de cupins, distribuídas em 72 espécies, duas famílias e sete subfamílias. A ordenação da composição por NMDS captou 47% da variação com dois eixos. A regressão múltipla multivariada indicou que a composição de espécies foi afetada pelo teor de argila (p=0,023) e matéria orgânica (p=0,009), mas não foi afetado pelo volume da serapilheira (p=0,81). Devido a sua íntima relação com o solo, as propriedades do solo podem ter grande influência na riqueza e composição da assembleia de cupins. As variáveis edáficas como a matéria orgânica e a argila são de grande importância para estes organismos, sendo componentes tanto da alimentação quanto para a construção de ninhos e galerias. Assim, conhecer a relação entre a riqueza de cupim e as características edáficas dos

55

ambientes é fundamental para a compreensão da dinâmica e estabilidade dos ecossistemas

terrestres.

Palavras-chave: Argila, Cupins, Humívoros, Matéria Orgânica, Nasutitermes.

1. Introdução

A floresta amazônica é o local que abriga maior biodiversidade do mundo (Vieira et

al., 2005). Apesar de sua importância, este ecossistema vem sofrendo ameaças de destruição

devido à pressão antrópica causada pelo crescimento populacional, expansão agrícola e

exploração madeireira (Fearnside, 2005; Laurence et al., 2001). Esta floresta caracteriza-se

pela variação na estrutura da vegetação e das diferentes condições edáficas presentes em cada

região, permitindo a divisão deste ecossistema em regiões distintas. A Amazônia Meridional,

localizada na porção sul do Amazonas, abrange também o norte e noroeste do Mato Grosso e

o oeste de Rondônia (Vieira et al., 2005). Esta é uma região pouco estudada e ao mesmo

tempo susceptível a intensas ações antrópicas como atividades madeireiras, agropecuárias e a

construção de hidrelétricas (Laurence et al., 2001).

Em ecossistemas tropicais como a Amazônia, os invertebrados são organismos

determinantes nos processos edáficos (Lavelle et al., 1994) e, frequentemente, usados com

indicadores de função e qualidade do solo em agroecossistemas (Lavelle et al., 1997). Nestas

áreas, os macroinvertebrados representam a maior parcela da diversidade biológica (Decaëns

et al., 2006), muitos dos quais considerados bons indicadores de impactos ambientais (Brown,

1997). Os cupins, por sua vez, estão entre os artrópodes mais abundantes do solo nos

ambientes florestais (Bandeira & Vasconcelos, 2002; Black & Okwakol, 1997) e

desempenham importante papel na ciclagem de nutrientes e dinâmica da matéria orgânica (e.

g. Cancello & Schlemmermeyer, 1999).

Estes insetos são responsáveis por grande parte da regulação da dinâmica edáfica

(Lavelle et al., 1997) e manutenção da fertilidade do solo (Lavelle et al., 1994). Através de

atividades de forrageamento, construção de galerias e ninhos, transformam o solo

promovendo sua descompactação (Wood & Sands, 1977). Também promovem o aumento da disponibilidade de fósforo, potássio, nitrogênio e a estabilização do pH (Wood & Sands, 1977; Grube, 2001), bem como a dinâmica dos processos hídrico-pedológicos (Berti Filho, 1995). Grande parte da disponibilização da matéria orgânica nos solos amazônicos é atribuída ao cupins (Bandeira, 1991). As características edáficas e ambientais possuem forte influencia sobre a distribuição de alguns taxa (Cintra *et al.*, 2006; Menin *et al.*, 2007). Alguns estudos têm evidenciado a relação da comunidade de cupins com variáveis edáficas e estrutura da vegetação em ambientes naturais (Barros *et al.*, 2004; Grube, 2001; Salick & Pong, 1984; Wood & Sands, 1977), bem como a mudança na comunidade resultante de alterações ambientais (Reis & Cancello, 2007; Black & Okwakol, 1997; De Souza & Brown, 1994).

Distúrbios naturais ou antrópicos, como por exemplo, a fragmentação, podem causar mudanças nas comunidades de cupins alterando a proporção de guildas tróficas (Black & Okwakol, 1997; De Souza & Brown, 1994). Dessa maneira, torna-se relevante conhecer os efeitos do gradiente edáfico (granulometria e composição química) sobre a riqueza de cupins em diferentes áreas na Amazônia Meridional, visto que esta é uma região com intensa pressão de desmatamento. Entretanto, a falta de informações sobre diversidade, distribuição e endemismos de várias espécies viventes no solo, torna difícil o entendimento sobre como a comunidade edáfica é afetada por estas mudanças antrópicas (e. g. Decaëns 2010). Embora sejam realizados inventários da fauna de cupins na Amazônia, poucos relacionam sua riqueza aos fatores ambientais. Assim, este estudo objetiva avaliar a influência de variáveis ambientais na determinação da distribuição e riqueza de assembleias de cupins em três áreas no município de Cláudia-MT, a Amazônia Meridional, contribuindo com o entendimento da dinâmica deste ecossistema e com futuros planos de manejo e conservação destas áreas.

2. Material e Métodos

2.1 Área de Estudo: Este estudo está inserido no Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio). Com base neste programa, foram amostradas três unidades básicas (módulos) no bioma amazônico, especificamente, na Amazônia Meridional. Os módulos "I" (11°34'54.0" S e 55°17'15.6" W) e "II" (11°35'20.3" S e 55°17'34.7" W) localizam-se na Fazenda

Continental e o módulo III (11°39'09.4" S e 55°04'54.6" W) na Fazenda Iracema, todos no município de Cláudia, Mato Grosso, com distância de 20km entre si (Figura 1).

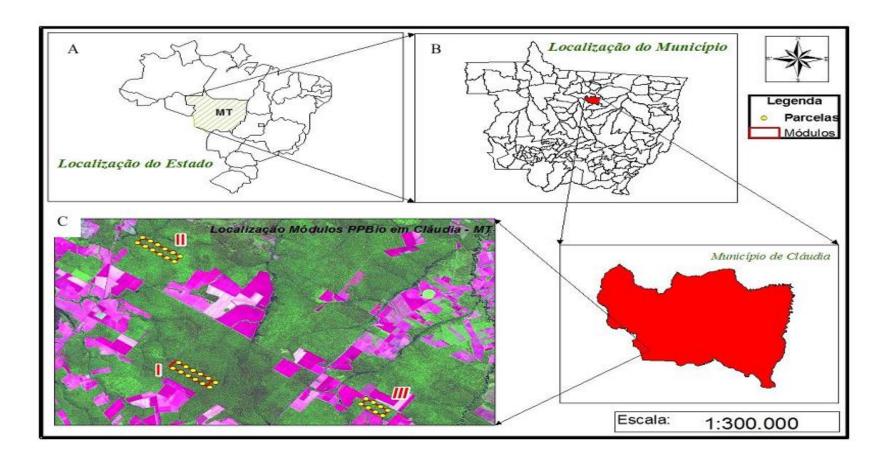


Figura1 - Localização do Estado de Mato Grosso no Brasil (A). Localização do município de Cláudia no estado de Mato Grosso, Brasil (B). Localização da área amostral no município de Cláudia, o retângulo vermelho representa os módulos e os círculos amarelos as parcelas permanentes (C). (Imagem criada por Everton José de Almeida programa-Arcgis).

Os módulos estão inseridos em florestas com diferentes históricos de manejo (corte seletivo de madeira). A área em que se localiza o módulo I foi manejada há 10 anos (2002), o módulo II há 17 anos (1995) e o terceiro módulo há 31 anos (1981). Os módulos I e II foram instalados em uma área de floresta contínua. O módulo III foi instalado em um trecho de floresta cercada a oeste e a leste por plantações, havendo ligação com duas grandes áreas de vegetação nativa como mostra a figura 1-c. A vegetação nas áreas amostradas é predominantemente arbórea, com grande ocorrência de indivíduos das espécies *Tovomita schomburgkii* Planch & Triana (Clusiaceae), *Qualea paraenses* Ducke (Vochysiaceae), *Brosimum lactescens* Moore (Moraceae) (Suli 2004).

A área estudada está localizada na região centro-norte do estado, denominada Florestas Secas de Mato Grosso (Ferreira *et al.*, 1999). Esta região corresponde à cerca de 10% do bioma amazônico e está localizada em uma área também denominada "Arco do Desmatamento", constituindo uma zona de transição limitada ao norte e a oeste pela floresta úmida, e ao leste e sul pelo Cerrado (Carvalho, 2006). De acordo com o sistema de Köppen o clima desta região é classificado como Am, quente e úmido. A região é caracterizada por duas estações, uma chuvosa que ocorre de setembro a abril e outra seca, de maio a agosto. A temperatura média anual é de aproximadamente 24°C e a precipitação pluviométrica média anual na região é de 2.200 mm (Vourlitis *et al.*, 2002).

2.2 Delineamento Amostral: O Programa de Pesquisas em Biodiversidade (PPBio) adota a metodologia padronizada de inventários rápidos da biodiversidade (RAPELD) (Magnusson *et al.*, 2005). Esta metodologia também permite estudos padronizados, o que possibilita comparações entre vários locais de coleta que estão distribuídos, principalmente, na Amazônia brasileira (Magnusson *et al.*, 2005).

Os módulos I e II são compostos por seis trilhas paralelas e equidistantes (1km) no sentido norte-sul e duas trilhas paralelas e distantes um quilometro no sentido leste - oeste, em forma de grade, formando um retângulo de 5km (Figura 2). A cada quilômetro ao longo das trilhas leste - oeste há uma parcela permanente de 250m de extensão, resultando em 12 parcelas em cada um destes módulos. O módulo III tem o mesmo desenho amostral que os

dois primeiros, porém possui apenas oito parcelas. As parcelas de todos os módulos foram instaladas de acordo com os critérios estipulados por Magnusson *et al.*, (2005), seguindo as curvas de nível do relevo para minimizar a variação edáfica dentro da parcela, o que reduz as variações de solo e altitude, e garante que os dados não sejam influenciados diretamente pela variação destes fatores.

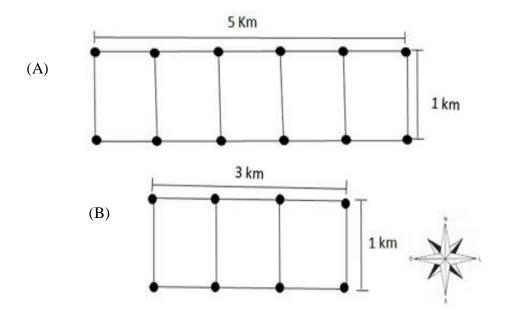


Figura 2 - Modelo demonstrativo da distribuição das parcelas permanentes nos módulos I e II (A) e III (B), implantados nas três áreas de estudo na Amazônia Meridional, localizados no município de Cláudia, Mato Grosso, Brasil.

2.3 Coleta de Isoptera: Os cupins foram amostrados nas 31 parcelas (12 no módulo I; 11 no módulo II e oito no módulo III), seguindo-se uma modificação do protocolo proposto por Jones & Eggleton (2000). Cada parcela amostral foi subdividida em cinco subparcelas de 5x2m espaçadas 50m entre si (Figura 3), totalizando 155 subparcelas. O esforço amostral em cada subparcela foi de uma hora/pessoa de busca ativa. As coletas foram realizadas nos meses de agosto, setembro e outubro de 2010 e agosto de 2011. Estes meses são caracterizados pelo fim do período de seca e início do período chuvoso na região.

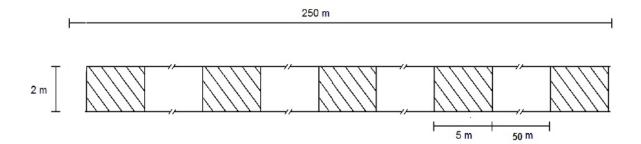


Figura 3- Transecto para a coleta de cupins. As áreas hachuradas representam as subparcelas de coleta.

Os cupins foram coletados manualmente com auxílio de pinças entomológicas e picaretas, em todos os microhábitats encontrados como: solo, madeira morta, ninhos (epígeos, hipógeos e arbóreos até 2m de altura), galerias de forrageamento, raízes das plantas, fezes de animais, frutos caídos e serapilheira. O material no ato da coleta foi acondicionado em frascos coletores de plástico contendo álcool 70%. Posteriormente, o material foi triado e identificado com a utilização de chave de identificação (Constantino, 1999) e revisões taxonômicas (Cancello & Cuezzo, 2007; Carrijo *et al.*, 2011; Constantino, 1990, 1991a, 1991b; Constantino & Carvalho, 2012; Constantino & De Souza, 1997; Constantino *et al.*, 2006; Rocha & Cancello, 2007; Rocha *et al.*, 2012) e comparação com o material depositado no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP). Todo material foi armazenado em álcool 80%, e depositado na Coleção Entomológica do Acervo Biológico da Amazônia Meridional mantido pelo Núcleo de Estudos da Biodiversidade da Amazônia Mato-grossense (NEBAM-UFMT/Sinop) e no MZUSP.

A composição da comunidade refere-se às espécies de cupins presentes na área estudada, independente de sua relação ecológica. A análise de guildas tróficas refere-se a como as espécies estão proporcionalmente distribuídas entre os grupos que exploram recursos de maneira semelhante (De Souza & Brow, 1994). As espécies foram categorizadas em quatro guildas de acordo com Carrijo *et al.*, (2009), Bignell & Eggleton (2000) e Mathews (1977). Os "ceifadores" correspondem aos cupins que se alimentam de folhas e raízes de plantas, "humívoros" aqueles que se alimentam de húmus e matéria orgânica do solo, os "xilófagos"

representam os que se alimentam de madeira e os "intermediários" aqueles que se alimentam na interface de solo/madeira.

2.4 Coletas das variáveis ambientais: As variáveis ambientais (Anexo 1) foram coletadas em estudos prévios seguindo os seguintes métodos:

Solo: As coletas de solo foram realizadas em seis pontos de cada uma das 31 parcelas. Em cada ponto foram coletados amostras a uma profundidade de 0-10cm, a cada 50m ao longo de cada parcela e homogeneizadas para gerar uma única amostra composta por parcela. O solo foi coletado com o auxílio de um trado holandês (Moulatlet & Emilio 2011). As análises foram baseadas nos métodos aplicados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1997). As variáveis do solo analisadas foram: pH, cálcio, potássio, magnésio, Alumínio, matéria orgânica, areia, silte e argila.

Abertura de dossel: Para estimar a abertura de dossel foi utilizado um esferodensiômetro côncavo (Concave–Model 1C– Forest Densiometers). A amostragem foi realizada a cada 50m em cada parcela e foi composta de quatro leituras (norte, sul, leste e oeste), resultando em uma média. As leituras foram realizadas entre os horários de 9:00 e 14:00h.

Serapilheira: O volume da serapilheira (litros) foi amostrado em cinco pontos a cada 50m na parcela, coletando toda a serapilheira contida numa área de 1m². Esta foi comprimida por três vezes em balde graduado, utilizando prensa de madeira lançada a uma distância de 1,5 m do balde. Para as análises foi utilizado o valor médio das cinco medidas do volume por parcela.

Tempo de Manejo: Esta informação foi obtida através de entrevista com os proprietários das áreas.

2.5 Análise dos dados: Realizou-se o Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS). Neste escalonamento as espécies de cupins foram ordenadas com base em uma matriz de ocorrência (presença e ausência). Os dados foram padronizados por parcela, pelo método de divisão pela soma de ocorrência das espécies. Optou-se por padronizar as espécies, pois esta padronização expressa a proporção de cada espécie em relação à ocorrência total por parcela.

A partir do resultado do NMDS foram realizadas regressões múltiplas multivariadas para avaliar a relação entre as variáveis ambientais (variáveis independentes) e a composição da assembleia de cupins representada pelos dois eixos da ordenação da NMDS (variável dependente). A influência dos fatores ambientais sobre o número de espécies (riqueza) foi analisada através de regressão múltipla.

Quanto as variáveis ambientais utilizadas na análise de regressão múltipla multivariada e regressão múltipla, primeiramente foi realizado teste de correlação de Pearson. As variáveis testadas foram: altitude, abertura de dossel, serapilheira, teor de matéria orgânica, porcentagem de areia e argila solo, alumínio, pH, número total de árvores cortadas e tempo de manejo. As variáveis que apesentaram correlação superior a 0,4 foram excluídas das análises (Anexo 2). Portanto, foram utilizadas para as análises apenas as variáveis teor de argila, matéria orgânica e serapilheira. Todas as análises foram realizadas no programa R (R Development Core Team, 2011).

3. Resultados

Foram registradas 436 ocorrências de cupins nas 31 parcelas amostradas, distribuídos em 72 espécies, duas famílias e sete subfamílias (Rhinotermitidae: Coptotermitinae, Heterotermitinae e Rhinotermitinae; Termitidae: Apicotermitinae, Nasutitermitinae, Termitinae e Syntermitinae) (Tabela 1). A família mais frequente na amostragem foi Termitidae com 414 ocorrências (95%), enquanto Rhinotermitidae representou 5% dos encontros. As 414 ocorrências de Termitidae se dividem em 103 registros para Apicotermitinae (ocorrência em 30 parcelas; 24,8%), 39 para Termitinae (12 parcelas; 9,4%) e 184 registros para Nasutitermitinae (31 parcelas; 44,4%). Syntermitinae apresentou 88 encontros (29 parcelas; 21,2 %). A família Rhinotermitidae ocorreu apenas 22 vezes e em 13 parcelas (5,0%). Nasutitermitinae, além de apresentar a maior ocorrência nos módulos avaliados, também correspondeu ao grupo com o maior número de espécies (31 spp.; 43,0%).

Tabela 1- Ocorrência de cupins por parcelas e subparcelas em diferentes áreas na Amazônia Meridional. * C- Ceifadores; H- Humívoros; X- Xilófagos e I- Intermediários.

Táxon	Parcelas	Subparcelas	Grupo
			Trófico*
Rhinotermitidae			
Coptotermitinae			
Coptotermes testaceus (Wasmann, 1986)	1	1	X
Heterotermitinae			
Heterotermes tenuis (Hagen, 1858)	8	8	X
Rhinotermitinae			
Dolichorhinotermes sp.	11	13	X
Termitidae			
Apicotermitinae			
Anoplotermes sp.1	9	9	Н
Anoplotermes sp.2	9	13	Н
Anoplotermes sp.3	17	29	Н
Aparatermes sp.1	2	2	Н
Grigiotermes sp.1	6	6	Н
Gênero n.1 sp.1	4	4	Н
Gênero n.2 sp.1	1	1	Н
Gênero n.3 sp.1	4	4	Н
Gênero n.4 sp.1	7	8	Н
Gênero n.4 sp.2	2	2	Н
Gênero n.5 sp.1	3	3	Н
Longustitermes manni (Snyder, 1922)	3	3	Н
Tetimatermes sp.	2	2	Н
Ruptitermes sp.1	1	2	C
Ruptitermes sp.2	9	13	Н
Ruptitermes sp.5	1	1	Н
Ruptitermes sp.6	1	1	Н
Nasutitermitinae			
Angularitermes nasutissimus Emerson, 1925	1	1	Н
Angularitermes clypeatus Mathews, 1977	1	1	Н
Anhangatermes macarthuri Constantino,1990	2	2	Н

Atlantitermes sp.	2	2	I
Atlantitermes oculatissimus Emerson, 1925	3	4	I
Atlantitermes snyderi Emerson, 1925	2	3	I
Coatitermes cleveland Snyderi, 1926	1	1	Н
Cyranotermes karipuna Rocha et. al, 2012	1	1	X
Diversitermes diversimilis Silvestri, 1901	5	6	C
Ereymatermes sp.	1	1	Н
Nasutitermes bivalens Holmgren, 1910	5	5	X
Nasutitermes ephratae Holmgren, 1910	1	1	X
Nasutitermes gaigei Emerson, 1925	9	10	X
Nasutitermes guayanae (Holmgren, 1910)	25	39	X
Nasutitermes nigriceps Haldeman, 1853	3	3	C
Nasutitermes octopilis Banks, 1918	1	1	X
Nasutitermes similis Emerson, 1935	20	31	X
Nasutitermes surinamenses Holmgren,1910	2	2	X
Nasutitermes sp.1	1	1	X
Nasutitermes sp.2	1	1	X
Nasutitermes sp.3	1	1	X
Nasutitermes sp.6	4	4	X
Nasutitermes sp.9	1	1	X
Nasutitermes sp.13	5	6	X
Rotunditermes bragantinus Roonwal & Rathore, 1976	5	6	X
Rotunditermes rotundiceps Holmgren, 1906	7	11	X
Rotunditermes sp.	8	10	X
Subulitermes baileyi Emerson, 1925	5	8	Н
Triangularitermes triangulariceps Mathews, 1977	7	8	I
Velocitermes beebei (Emerson, 1925)	4	5	C
Velocitermes velox (Holmgren, 1906)	8	8	C
Syntermitinae			
Cornitermes sp.	4	4	X
Curvitermes odontognathus (Silvestri, 1901)	2	2	Н
Cyrilliotermes angulariceps (Mathews, 1977)	11	13	I
Cyrilliotermes strictinasus (Mathews, 1977)	8	11	I
Embiratermes ignotus (Constantino, 1991)	13	21	I

Embiratermes neotenicus (Holmgren, 1906)	14	20	I
Labiotermes guasu (Constantino & Aciole, 2006)	1	1	Н
Labiotermes labralis (Holmgren, 1906)	3	3	Н
Mapinguaritermes peruanus (Holmgren, 1906)	2	2	I
Paracurvitermes manni (Snyder, 1926)	1	1	Н
Silvestritermes holmgreni (Snyder, 1926)	2	2	I
Rynchotermes diphyes (Mathews, 1977)	7	8	C
Termitinae			
Cornicapritermes mucronatus Emerson, 1950	5	6	Н
Crepititermes verruculosus Emerson, 1925	6	7	Н
Cylindrotermes flangiatus Snyder, 1949	3	4	X
Dentispicotermes sp.	6	7	Н
Microcerotermes cf strunkii Soerensen, 1884	2	2	X
Neocapritermes pumilis Constantino, 1991	7	8	Н
Neocapritermes unicornis Constantino, 1991	1	1	Н
Planicapritermes planiceps Emerson, 1925	1	1	Н
Termes cf bolivianus Snyder, 1926	3	3	Н
Total de Encontros	345	436	

Os gêneros com maior frequência de amostragem foram *Nasutitermes* Dudley, 1890 *Embiratermes* Fontes, 1985, *Cyrilliotermes* Fontes, 1985, *Anoplotermes* Mueller, 1873 e *Dolichorhinotermes* Snyder, 1949. A espécie mais frequente foi *Nasutitermes guayanae* (Holmgren, 1910b) que ocorreu em 25 parcelas, representando 8,4% do total de encontros. Das 72 espécies amostradas, 20 ocorreram apenas uma vez. Com relação à proporção das guildas nas 31 parcelas amostradas, os humívoros foram predominantes (29 espécies; 40,2% dos encontros), seguidos pelos xilófagos (27 espécies; 37,5%), intermediários (10 espécies; 13,8%) e, com menor ocorrência, os ceifadores com apenas seis espécies (8,5%).

3.1 Resposta às variáveis ambientais

A ordenação da composição da comunidade por NMDS captou 47% da variação com dois eixos (Stress=26,7). A regressão múltipla multivariada indicou que a composição de espécies na comunidade foi afetada pelo teor de argila (Pillai Trace= 0,26; $F_{2,25}$ = 4,39; P=0,023), matéria orgânica (Pillai Trace= 0,30; $F_{2,25}$ = 5,47; P= 0,009), mas não foi afetado

pelo volume da serapilheira (Pillai Trace= 0,01; F_{2,25}= 0,20; P= 0,81). Apesar das variáveis teor de argila e matéria orgânica evidenciarem influência sobre a comunidade de Isoptera, não se observou nenhum padrão de distribuição com relação à composição da assembleia de cupins sumarizadas em dois eixos da NMDS, usando estas duas variáveis (Figura 4). Ocorre variação na quantidade do teor de argila e areia nas 31 parcelas amostradas. Em 15 parcelas a quantidade de areia é maior que a de argila, em 12 a quantidade de argila é maior que a de areia, e em quatro parcelas a quantidade de areia e argila é similar (Figura 5).

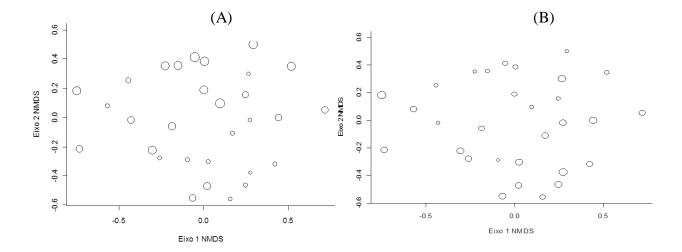


Figura 4— Efeito das variáveis sobre a composição da comunidade de cupins sumarizada em dois eixos de NMDS; (A) teor de argila e (B) teor de matéria orgânica.

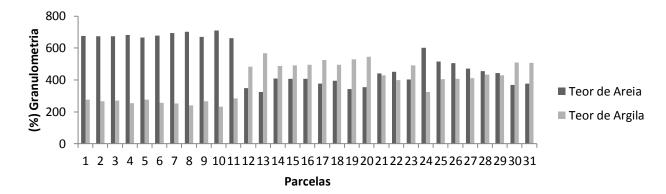


Figura 5- Porcentagem do teor de areia e argila encontrados nas 31 parcelas amostras no município de Cláudia, Mato Grosso, Brasil.

A ordenação direta das espécies em relação ao teor de matéria orgânica (Figura 6) mostrou que as espécies *Cornitermes* sp., *Nasutitermes bivalens* Holmgren, 1910, *Anhangatermes macarthuri* Constantino, 1999 e *Mapinguaritermes peruanos* Holmgren, 1906 estão presentes em locais com alta concentração de matéria orgânica. As espécies *Nasutitermes guayane* e *N. similis* ocorreram ao longo de todo gradiente. As espécies *Tetimatermes* sp., *Termes* cf. *bolivianus* Snyder, 1926, *Nasutitermes surinamenses* Holmgren, 1910, *Microcerotermes* cf. *strunkii* Soerensen, 1884 e *Atlantitermes snidey* Emerson, 1925 ocorreram em parcelas com baixa concentração de matéria orgânica. O modelo convencional simples de regressão múltipla indicou que o número de espécies não foi afetado pelo teor de matéria orgânica (r²=0,34; F_{4,26=}3,42; P= 0,28;), teor de argila (r²=0,34; F_{4,26=}3,42; P=0,08) e nem pela serapilheira (r²=0,34; F_{4,26=}3,42; P=0,34).



Parcelas ordenadas pelo Teor de Matéria Orgânica (%)

Figura 6- Distribuição das espécies de cupins no gradiente de teor de matéria orgânica, em 31 parcelas, das três áreas localizadas no município de Cláudia, Mato Grosso. A ordem das espécies no gráfico foi construída em função dos gradientes originais (As espécies que ocorreram uma única vez durante a amostragem não aparecem no gráfico).

4. Discussão

Através dos trabalhos realizados no bioma amazônico pode-se notar que o número de espécies de cupins citadas na literatura varia de 51 a 92 espécies (Ackerman *et al.*, 2009; Bandeira & Torres, 1985; Bandeira & Macambira 1988; Constantino, 1991b, 1992; De Souza & Brown, 1994). Neste trabalho foram amostradas 72 espécies, portanto, dentro da variação de espécies citados na literatura. Comparações mais específicas envolvendo valores de riqueza obtidos em cada trabalho são complexas, pois, nenhum destes estudos tem padronização nos métodos amostrais, utilizando diferentes metodologias e esforços amostrais.

Os cupins possuem uma íntima relação com o solo. Com exceção de algumas espécies que habitam ninhos arbóreos, a maioria das espécies passa a maior parte de sua vida tunelando ou se alimentando no solo (Holt & Lepage, 2000). Constantino (1992) ressalta que as características edáficas tem uma forte influência sobre a distribuição e abundância de cupins nas florestas tropicais. No presente estudo, a variação na composição das espécies de cupins relacionou-se com o teor de matéria orgânica e teor de argila conforme evidenciado pela análise que regressão múltipla multivariada. Também se observou que há uma substituição das espécies à medida em que aumenta a quantidade de matéria orgânica no solo (Figura 5).

A matéria orgânica constitui um importante componente dos solos e está relacionada com o teor de argila (Cunha *et al.*, 2007). Bandeira & Torres (1985) relataram que solos argilosos possuem uma maior quantidade de matéria orgânica. A ocorrência de certas espécies em alta concentração de matéria orgânica, provavelmente, pode não estar ligada somente ao hábito alimentar, mas também à atividade de construção dos ninhos. *Cornitermes* sp. ocorreu somente em áreas com alta concentração de matéria orgânica. Espécies desse gênero geralmente são xilófagas, mas a posição desta espécie no gradiente de matéria orgânica pode estar relacionada à utilização da argila como principal elemento nas construções dos cupinzeiros (Wood, 1988).

Dados sobre a biologia das espécies de cupins são escassos, portanto, uma forma de compreender melhor as relações cupins-solos é categorizando-os em guildas tróficas (Bignell & Eggleton, 2000; Carrijo *et al.*, 2009; Mathews, 1977). Espécies com hábitos alimentares semelhantes, provavelmente, responderão de forma similar às variações ambientais, principalmente, em grupos sociais como os Isoptera. As espécies humívoras foram

dominantes nesta amostragem, seguida pelas xilófagas, intermediárias e ceifadoras. Ackerman *et al.*, (2009) também encontraram humívoros como dominantes (57%), porém Bignell & Eggleton (2000) e Constantino (1992) caracterizaram os xilófagos como predominantes para a América do Sul. A diferença na composição das guildas no ambiente pode ser causada por vários fatores.

Através dos eixos de ordenação da NMDS, a regressão múltipla multivariada revelou uma relação entre o teor de argila no solo e de matéria orgânica com a composição de espécies. Eggleton (2000) relatou que as propriedades do solo podem ter grande influência na riqueza e composição da assembleia de cupins. Locais com alta concentração de matéria orgânica, provavelmente, terão grande ocorrência de espécies humívoras, pois, maior proporção de matéria orgânica significa uma disponibilidade mais elevada de recursos para espécies dos grupos humívoros e intermediários. Salick & Pong (1984) relataram que existe uma relação entre espécies humívoras e solos com grande teor de matéria orgânica em florestas tropicais. Amelung *et al.*, (2001) descreveram que solos com maior teor de matéria orgânica possuem uma maior quantidade de artrópodes. Da mesma forma, solos pobres em matéria orgânica tenderão a apresentar uma quantidade menor de artrópodes e, consequentemente, de cupins (Bandeira & Torres, 1985).

Muitas espécies de cupins constroem seu próprio cupinzeiro, podendo este ter em sua composição uma maior quantidade de argila ou material vegetal. Espécies de cupins de todas as guildas como representantes dos gêneros *Cornitermes* Wasmann, 1897 (xilófagos), *Labiotermes* Holmgren, 1912 (humívoros), *Embiratermes* Fontes, 1985 (intermediários) e *Rynchotermes* Holmgren, 1912 (ceifadores) constroem seus ninhos no solo, sendo a argila a principal matéria prima usada na construção dos mesmos (Wood, 1988). Estudos demonstram que existe uma preferência dos cupins por solos argilosos, pois a argila, por ser a parte mais fina do solo, é incorporada juntamente com a saliva e fezes nas construções dos ninhos e galerias (Grube, 2001; Wood & Sands, 1977). Solos arenosos, em contrapartida, dificultam a estabilidade das construções realizadas pelos cupins, e ainda, possuem menor quantidade de recursos alimentares. Bandeira & Torres (1985) relataram que a quantidade de artrópodes no solo é proporcional à quantidade de argila, e que solos arenosos são menos favoráveis a existência de cupins, pois possuem pequena quantidade de detritos orgânicos.

A regressão múltipla não detectou nenhuma influência das três variáveis ambientais testadas (teor de argila, matéria orgânica e serapilheira) sobre a riqueza. Esta resposta pode estar relacionada ao fato de que mesmo com o maior número de espécies humívoras, um grande número de espécies amostradas pertence a outras guildas como xilófagos. Espécies desta guilda se alimentam de madeira, podendo nidificar dentro dela, como *Cylindrotermes flangiatus* Mathews, 1977 e *Planicapritermes planiceps* Emerson, 1925, reduzindo, assim, a relação direta com as variáveis avaliadas devido à representatividade de espécies de outras guildas.

O corte seletivo de madeira é uma prática utilizada para a retirada de árvores de elevado valor comercial. Este processo provoca mudanças na estrutura da floresta (Keller et al., 2004), e têm grande efeito sobre as comunidades animais, principalmente, devido à mudanças no microclima e estrutura do habitat. Esta prática, assim como a fragmentação do habitat muda a composição das guildas de cupins e diminui a diversidade. A guilda dos humívoros é a mais afetada (Bandeira et al., 2003; De Souza & Brown 1994; Eggleton et al., 1995). Os humívoros são vulneráveis ao cultivo agrícola ou pastagens e a formação de clareiras e, consequentemente, à fragmentação (De Souza & Brown 1994). Apesar das áreas estudadas possuírem perturbações antrópicas ocorridas pelo corte seletivo de árvores, esta mudança na proporção das guildas não foi observada. A grande ocorrência de humívoros indica que as áreas amostradas, provavelmente, mantêm características de ambientes não perturbados, pois, suportam uma grande riqueza de espécies desta guilda. Espécies humívoras são importantes componentes da fauna edáfica, pois, atuam ativamente na ciclagem da matéria orgânica, e são responsáveis em parte, pela manutenção dos ecossistemas (Ackerman et al., 2009; Cunha et al., 2006). A grande ocorrência da guilda dos xilófagos pode estar relacionada à quantidade de madeira que se torna disponível após o corte seletivo.

5. Conclusão

Conclui-se que a matéria orgânica e a argila podem influenciar diretamente a composição de espécies de cupins. Porém, apesar de influenciar a composição, está relação pode não ser percebida quando se trata apenas do número de espécies (riqueza) presentes no ambiente. A dominância de espécies humívoras pode demonstrar qualidade ambiental às áreas avaliadas, já que esta guilda é mais vulnerável e sensível às alterações ambientais.

Apesar de existir um protocolo de coleta para cupins, há uma necessidade eminente da padronização dos métodos de coleta e do esforço amostral, para que trabalhos possam ser comparados e dados somados. Estas comparações poderão ajudar a elucidar padrões de distribuição destes insetos no ambiente.

Conhecer a riqueza e o padrão de distribuição dos cupins, juntamente com outros dados da macrofauna edáfica, poderá ajudar a construir propostas para a tomada de decisões que determinem áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade na Amazônia Meridional.

Referências Bibliográficas

Ackerman, I. L., Constantino, R., Gauch Jr., H. G., Lehmann, J., Riha, S. J., & Fernandes, E. C. (2009) Termite (Insecta: Isoptera) species composition in a primary rain forest and agroforests in central Amazonia. *Biotropica*, **41**, 226-233.

Amelung, W., Kinble, J. M., Samson-Liebig, S., & Follett, R. F. (2001) Restoration of microbial residues in soils of the conservation reserve program. *Soil Science of America Journal*, **65**, 1704-1709.

Bandeira, A. G. (1991) Térmites (Insecta: Isoptera) consumidores de liteira na ilha de Maracá, Roraima. *Acta Amazonica* **21**, 15-23.

Bandeira, A. G., & Macambira, M. L. (1988) Térmitas de Carajás, estado do Pará, Brasil: Composição faunística, distribuição e hábito alimentar. *Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi, Série Zoologia*, **4**, 175-190.

Bandeira, A. G., & Torres, M. F. (1985) Abundância e distribuição de invertebrados do solo em ecossistemas da Amazônia Oriental. O papel ecológico dos cupins. *Boletim Do Museu Paraense Emilio Goeldi, Série Zoologia*, **2**, 13-38.

Bandeira, A. G. & Vasconcelos, A. (2002) A quantitative survey of termites in gradient of disturbed highland forest in northeastern Brazil (Isoptera). *Sociobiology*, **39**, 429 -439.

Bandeira, A. G., Vasconcellos, A., Silva, M. P., & Constantino, R. (2003) Effects of habitat disturbance on the termite fauna in a highland humid forest in the caatinga domain, Brazil. *Sociobiology*, **42**, 1-11

Barros, E., Grimald, M., Sarrazin, M., Chauvel, A., Mitja, D., Desjardins, T., &Lavell, P. (2004) Soil physical degradation and changes in macrofaunal communities in Central Amazon. *Applied Soil Ecology*, **26**, 157–168.

Berti Filho, E. (1995) Cupins e florestas. *Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins* (ed By Berti Filho, E. & Fontes, L.R.), pp.127-140.. Piracicaba, FEALQ.

Bignell, D., & Eggleton, P. (2000) Termites in ecosystems. *Termites: evolution, sociality, symbioses, ecology* (ed. By T. Abe), pp. 362-388. Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands.

Black, H. I. J. & Okwakol, M. J. N. (1997) Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function in the tropics: The role of termites. *Applied Soil Ecology*, **6**, 37-53.

Brown K.J. (1997) Diversity, disturbance, and sustainable use of Neotropical forest: insects as indicadores for conservation monitoring. *Journal of Insect Conservation*, **1**, 25-42.

Cancello, E. M., & Schlemmermeyer, T. (1999) *Isoptera. Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: Síntese do conhecimento ao final do século XX* (ed. By Brandão, R. F.; Cancello, E. M.), pp. 82-91. São Paulo, FAPESP.

Cancelo, E. M. & Cuezzo, C. (2007) A new species of *Ereymatermes* Constantino (Isoptera, Termitidae, Nasutitermitinae) form the Northeastern Atlantic Forest, Brazil. *Papeis Avulsos de Zoologia*, **47**, 283-288.

Carrijo, T.F., Brandão, D., Oliveira, D. E., Costa, D. A., & Santos, T. (2009) Effects of pasture implantation on the termite (Isoptera) fauna in the Central Brazilian Savanna (Cerrado). *Journal of Insect Conservation*, **13**, 575-581.

Carrijo, T. F., Rocha, M. M., Cuezzo, C. & Cancello, E. M. (2011) Key to the soldiers of *Angularitermes* Emerson with a new species from Brazilian Amazonia (Iosptera: Termitidae: Nasutitermitinae). *Zootaxa*, **2967**, 61-68.

Carvalho M. A. (2006) Composição e história natural de uma comunidade de serpentes em área de transição Amazônia-Cerrado, ecorregião Florestas Secas de Mato Grosso, Município de Cláudia, Mato Grosso, Brasil. *Tese*. Pontifícia Universidade Católica do rio Grande do Sul, pp. 92.

Cintra, R., Maruoka A. E. & Naka L. N. (2006) Abundance of two dendrocincla woodcreeprs (Aves: Dendrocolaptidae) in relation to Forest structure in Central Amazonia. *Acta Amazonica*, **36**, 209–220.

Constantino, R. (1990) Notes on *Cyranotermes* Araujo, with description of a new species (Isoptera: Termitidae: Nasutitermitinae). *Goeldiana Zoologia*, **2**, 1-18.

Constantino, R. (1991a) Notes on *Neocapritermes* Holmgre, with description of two new species from the Amazon Basin (Isoptera, Termitidae, Termitinae). *Goeldiana Zoologia*, **7**, 1-13.

Constantino, R. (1991b) Termites (Isoptera) from the lower Japurá river, Amazonas states, Brazil. Boletim Do Museu Paraense Emilio Goeldi, *Série Zoologia*, **7**, 189-224.

Constantino, R. (1992) Abundance and diversity of termites (Insecta: Isoptera) in two sites of primary rain forest in Brazilian Amazonia. *Biotropica*, **24**, 420-430.

Constantino, R. (1999) Chave ilustrada para identificação dos gêneros de cupins (Insecta: Isoptera) que ocorrem no Brasil. *Papéis Avulsos de Zoologia*, **40**, 387-448.

Constantino, R. & De Souza, O. F. F. (1997) Key to the soldiers of *Atlantitermes* Fontes 1979, with a new species form Brazil (Isoptera: Termitidae: Nasutitermitinae). *Tropical zoology*, **10**, 205-213

Constantino, R. & Carvalho, S. H. C. (2012) A taxonomic revision of the Neotropical térmite genus Cyrilliotermes Fontes (Isoptera: Termitidae: Nasutitermitinae). *Zootaxa*, **3186**, 25-41.

Constantino, R., Acioli, A. N. S., Schimidt, K., Cuezzo, C., Carvalho, S. H. C. &Vasconcellos, A. (2006) A taxonomic revision of the Neotropical térmite genera *Labiotermes* Holmgren and *Paracornitermes* Emerson (Isoptera: Termitidae: Nasutitermitinae). *Zootaxa*, **1340**, 1-44.

Cunha, H.F., Costa, D.A. & Brandão, D. (2006) Termite (Isoptera) assemblages in some regions s ofthe Goiás State, Brazil. *Sociobiology*, **47**, 505-518.

Cunha, T. J. F, Madari, B. E., Benites, V. M, Canellas, L. P., Novotny, E. H., Moutta, R. O., Trompowsky, P. M. & Santos, G. A. (2007) Fracionamento químico da matéria orgânica e características de ácidos húmicos de solos com horizonte antrópico da Amazônia (terra preta). *Acta Amazonica*, **37**, 91-98.

De Souza, O. F., & Brown, V. K. (1994) Effects of habitat fragmentation on Amazonian termite communities. *Journal of Tropical Ecology*, **10**, 197-206.

Decaëns, T., (2010) Macroecological patterns in soil communities. *Global Ecology and Biogeoghaphy*, **19**, 287-302.

Decaëns, T., Jiménez, J. J., Gioia, C., Measey, G. J. & Lavelle, P. (2006) The values of soil animals for conservation biology. *European Journal of Soil Biology*, **42**, 23–38.

Eggleton, P. (2000) Global patterns of termite diversity. *Termites: Evolution, Sociality, Symbiosis, Ecology* (ed. By Abe, T. Bignell, D. E. & Higashi M.), pp. 25-52. Kluwer Academic Publications, Dordrecht, The Netherlands.

Eggleton, P., Bignel, D. E., Sands, W. A., Waite, B., Wood, T. G. & Lawton, J. H. (1995) The species richness (Isoptera) under differing levels of forest disturbance in the Mbalmayo Forest Reserve, southern Camerron. *Journal of Tropical Ecology*, **11**:85-98.

Fearnside, P.M., (2005) Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e consequências. *Megadiversidade*, **1**, 113-123.

Ferreira, L. V., Sá R, Buschbacher, R., Batmanian, G., Silva, J. M. C., & Moretti, E. (1999) Identificação de áreas prioritárias para a Conservação da Biodiversidade através da Representatividade das Unidades de Conservação e Tipos de Vegetação nas Ecorregiões da Amazônia Brasileira. Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade da Amazônia. Programa Nacional da Diversidade Biológica, PROBIO. **Ministério do Meio Ambiente**. Instituto Sócio Ambiental

Grube, S. (2001) Soil modification by the harvester térmite *Hodotermes mossambicus* (Isoptera; Hodotermitinae) in a semiarid savana grass land of Namibia. *Sociobiology*, **37**, 757-767.

- Holt, J.A. & M. Lepage. M. (2000) Termites and soil properties. *In: Termites: Evolution, Sociality, Symbioses, Ecology* (Eds. Abe, T., Bignell, D. E. & Higashi, M.) Kluwer Academic Publishers, p. 389-407.
- Jones, D. T. & Eggleton, P. (2000). Sampling termite assemblages in tropical forests: testing a rapid biodiversity assessment protocol. Journal of Applied Ecology, **37**, 191-203.
- Keller, M., Asner, G. P., Silva, N. & Palace, M. (2004) Sustainability of selective logging of upland forest in the Brasilian Amazon. (ed. By Zarin, D. J., Alavalapati, R. R. J., Putz, F. E. & Schmink, M.) *Working forests neotropical*, Colombia University Press.
- Laurence, W. F., Cochrane, M. A., Bergens, S., Fearsinde, P. M., Delamômica, P., Barber, C., D'Angelo, S., & Fernandes, T. (2001) The future of the Brazilian Amazon. *Science*, **291**, 438-439.
- Lavelle, P., Blanchart, E., Martin, A., Spain, A.V., & Martin, S., (1992) Impact of soil fauna on the properties of soils in the humid tropics. Myths and Science of Soils of the tropics. Soil Science Society of America and American Society of Agronomy, 29, 157–185.
- Lavelle, P., Dangerfield, M., Fragoso, C., Eschenbrenner, V., Lopez-Hernandez, D., Pashanasi, B., & Brussaard, L., (1994) The relationship between soil macrofauna and tropical soil fertility. *The Biological Management of Tropical Fertility* (ed. by Woomer, P. L., Swift, M. J.), pp. 137–168.
- Lavelle, P., Bignell, D., & Lepage, M., (1997) Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers. *European Journal Soil Biology*, **33**, 159–193.
- Magnusson, W. E., Lima, A. P., Luizão, R., Luizão, F., Costa, F., & Castilho, C. V., (2005) RAPELD: A modification of the Gentry method for biodiversity surveys in long-term ecological research. *Biota Neotropica*, **5**, 1-6.
- Mathews, A. G. A. (1977) *Studies on termites from the Mato Grosso state, Brazil*. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 267 pp.
- Menin, M., Lima, A. P., Magnusson, W. & Valdez, F. (2007) Topographic and edaphic effects on the distribution of terrestrially reproducing anurans in Central Amazonia: mesoscale spatial patterns. *Journal of Tropical Ecology*, **23**, 539-547.
- Moulatlet, G. & Emilio, T. (2011) Protocolo coleta de solos. Disponível em http://ppbio.inpa.gov.br/noticias/protocolo_solo.
- R Development Core Team (2011) R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing.
- Reis, Y. T., & Cancello, E. M. (2007) Riqueza de cupins (Insecta, Isoptera) em áreas de Mata Atlântica primária e secundária do sudoeste da Bahia. *Iheringia*, **97**, 229-234.

- Rocha, M. M. & Cancello, E. M. (2007) Estudo Taxonômico de *Cylindrotermes* Holmgren (Isoptera, Termitidae: Termitinae). *Papeis Avulsos de Zoologia*, **47**, 137-152.
- Rocha, M., Carrijo, T. F., & Cancello, E. (2012) An illustrated key to the soldiers of *Cyranotermes* Araujo with a new species from Amazonia (Isoptera: Termitidae: Nasutitermitinae). *Zootaxa*, **3196**, 50-57.
- Salick, J. & Pong, T. Y. (1984) An analysis of termite faunae in Malayan Rainforests. *The Journal of Applied Ecology*, **21**, 547-561.
- Vieira, I. C. G., Silva, J. M. C. & Toledo, P,N. (2005) Estratégias para evitar a perda de biodiversidade na Amazônia. *Estudos Avançados*, **19**, 153-164.
- Vourlitis, G. L., Priante-Filho, N, Hayashi, M. M. S., Nogueira, J. S., Caseiro, F. T., & Campelo-Jr. J. H. (2002) Seasonal variations in the evapotranspiration of the transitional tropical forest, Mato Grosso, Brazil. *Water Resource Research* **38**: 1-11
- Wood, T. G. (1988). Termites and the soil environment. *Biology and Fertility of Soils*, **6**, 228-236.
- Wood, T. G., & Sands, W. A. (1977) The role of termites in ecosystems. *In*: Brian, M. V. (ed.) *Production Ecology of Ants and Termites*, Cambridge University Press, Cambridge. pp. 245-292.

Conclusão Geral

Conclui-se que a área estudada apresenta grande diversidade de cupins, e grande parte desta ainda é desconhecida.

Apesar de existir um protocolo de coleta para cupins, há uma necessidade eminente da padronização dos métodos de coleta e do esforço amostral, para que trabalhos possam ser comparados e dados somados. Estas comparações poderão ajudar a elucidar padrões de distribuição destes insetos no ambiente.

A matéria orgânica e o teor de argila do solo podem influenciar diretamente a composição de espécies de cupins, principalmente, quando a assembleia é composta por espécies que pertencem a guilda dos humívoros. Porém, apesar de influenciar a composição, está relação pode não ser percebida quando se trata apenas do número de espécies (riqueza) presentes no ambiente.

A dominância de espécies humívoras pode demonstrar qualidade ambiental, já que esta guilda é bem vulnerável a alterações ambientais.

A baixa similaridade entre os módulos I e III, e II e III demostra que a composição de espécies destes locais é bastante diferente. Portanto, as três áreas tem igual importância para a conservação de hábitats naturais, principalmente pela grande quantidade de espécies raras encontradas.

Anexo 01

Tabela 02: Valores das variáveis ambientais em cada parcela amostrada, Cláudia-MT, Brasil.

	Alumínio	pН	Areia	Argila	M.O	Serapilheira	Dossel	Tempo manejo	Número de arvores	Altitude
M1P1	10.9	4.3	675.2	276.4	10.54	3200	22.3	17	1092	364
M1P2	8.5	3.5	674.8	265.6	19.98	3280	20.7	17	848	368
M1P3	9.3	3.6	67.5	271.1	21.82	3240	19.8	17	798	371
M1P4	7.3	3.6	681.8	254.9	21.04	2960	20.4	17	787	364
M1P5	8.6	3.7	666.5	276.8	20.85	3280	20.7	17	922	351
M1P6	8.2	3.5	677.6	256.6	18.68	3200	22.6	17	1035	361
M1P7	7.8	3.5	693.6	252.8	23.54	3240	21.2	17	1358	357
M1P8	8.3	3.5	702.0	239.8	20.85	2880	23.0	17	848	379
M1P9	8.9	3.5	670.8	267.5	22.32	3400	26.3	17	961	382
M1P10	8.8	3.4	710.2	232.3	25.33	3640	20.5	17	793	383
M1P11	10.2	3.5	662.0	284.0	20.27	3720	21.5	17	770	388
M1P12	12.8	3.9	349.7	483.6	17.68	4080	25.8	10	758	366
M2P1	12.6	4.0	324.1	568.6	14.11	3440	26.9	10	883	289
M2P2	29.8	4.0	409.9	487.4	12.88	4240	27.9	10	728	337
M2P3	11.3	3.9	407.3	491.5	15.49	3760	26.1	10	774	318
M2P5	14.5	3.8	406.3	495.9	12.82	3320	19.7	10	877	339
M2P6	11.3	3.9	376.9	525.1	12.56	3480	20.7	10	744	350
M2P7	12.3	3.9	394.1	494.8	16.05	4040	26.0	10	706	368
M2P8	11.3	3.9	342.3	529.0	17.16	3920	27.1	10	700	374
M2P9	9.2	3.9	354.2	546.4	15.99	4120	26.6	10	715	364
M2P10	8.2	3.9	440.6	429.6	12.42	3800	26.1	10	749	327
M2P11	9.5	3.9	452.2	399.8	14.13	3840	30.0	10	945	339
M2P12	11.5	3.8	403.6	490.9	14.41	3480	21.1	10	959	337
M3P1	8.5	3.7	601.3	324.4	13.45	3320	20.5	31	808	333
M3P2	6.9	3.8	515.0	405.1	19.3	3600	24.2	31	679	332
M3P3	6.0	3.8	505.4	407.4	21.66	3720	22.7	31	670	368
M3P4	6.3	3.8	470.3	410.9	21.12	3800	23.1	31	685	381
M3P5	7.2	3.8	454.9	432.8	20.22	3840	24.1	31	790	349
M3P6	7.4	3.8	442.3	429.4	23.2	3200	24.7	31	851	376
M3P7	9.4	3.8	368.1	509.7	21.97	3000	23.4	31	771	372
M3P8	4.0	3.8	376.1	507.9	26.0	3240	22.0	31	784	391

Anexo 2

Tabela 3: Coeficiente de correlação de Pearson das variáveis ambientais, representando as características das parcelas amostradas nas três áreas localizadas no município de Cláudia, norte do estado de Mato Grosso.

	Al	рН	Areia	Argila	M.O	Serapilheira	Dossel	Tempo Manejo	Números Arvores	Altitude
Al	1	0.36	-0.23	0.31	-0.53*	0.43*	0.33	-0.53*	-0.08	-0.33
pН	0.36	1	-0.48*	0.67*	-0.67*	0.40	0.48*	-0.18	-0.19	-0.43*
Areia	0.36	-0.48*	1	-0.73*	0.23	-0.36	-0.30	0.15	0.43	0.23
Argila	0.36	0.67*	-0.73*	1	-0.40	0.50*	0.48*	-0.17	-0.45*	-0.38
M.O	0.36	-0.67*	0.23	-0.40	1	-0.33	-0.30	0.56*	0.03	0.66*
Serapilheira	0.36	0.40	-0.36	0.50*	-0.33	1	0.62*	-0.32	-0.46*	-0.16
Dossel	0.36	0.48*	-0.30	0.48*	-0.30	0.62*	1	-0.28	-0.20	-0.27
Tempo Manejo	0.36	-0.18	0.15	-0.17	0.56*	-0.32	-0.28	1	-0.15	0.32
Números Arvores	0.36	-0.19	0.43*	-0.45*	0.03	-0.46*	-0.20	-0.15	1	-0.07
Altitude	0.36	-0.43*	0.23	-0.38	0.66*	-0.16	-0.27	0.32	-0.07	1

^{*}Variáveis que apresentaram correlação superior a 0,4.

Anexo 3 Instrução para Autores

Preparation of the manuscript

Examine recent issues for details of acceptable style and format. Manuscripts should be prepared in Word, double spaced with wide margins, preferably in A4 format. Tables must be on separate sheets, and should be self-explanatory. Figure legends should be grouped together on a separate sheet.

All papers should contain:

- An informative, concise title (up to 20 words)
- A running title (up to 40 characters)
- A self-contained abstract of less than 250 words presented as a series of factual, numbered statements
- Up to 10 keywords
- The name, full postal address, telephone number, fax number and email address of the author to whom readers should address correspondence and offprint requests should be given on the first page (this will appear as a footnote in the journal and the publishers will send proofs to this author and address unless contrary instructions are written on the manuscript).

Taxonomic affiliation and authority should be given at the first mention of a species in the text. References should conform to the name-and-date system; titles of periodicals should not be abbreviated.

Statistics

To reduce confusion, Insect Conservation & Diversity has a standard set of guidelines for the presentation of statistical analyses. Click here for a list of <u>commonly used abbreviations</u> and their definitions, and these do not need to be explained in the text. Authors must however, clearly state what statistical approaches were used in their analyses (supported where relevant by adequate references). Where statistics are presented in the text, we ask that the authors follow the presentation guidelines provided below.

After an analysis of variance, further simultaneous testing of treatment means should not be done, except for specific comparisons planned prior to the experiment. Simple measures of variability (e.g. SE, LSD, CI) should always accompany means. The same data should not be given in both tables and figures.

We would also request that authors ensure a match between the tests used and figures provided in the text. For example, where non-parametric tests are used (e.g. Kruskal-Wallis ANOVA), it is inappropriate to present the mean and standard error of the analysed data. Instead the median and an indicator of variation about the median (e.g. inter-quartiles) should be provided.

Preparation of artwork

- Prepare your figures according to the publisher's <u>Electronic Artwork Guidelines</u>. Although low quality images (GIF/JPG) are adequate for review purposes, print publication requires high quality images (TIFF/EPS) to prevent the final product being blurred or fuzzy. The Editorial Office will request the high-quality electronic figures and one good-quality hard copy of the figures are provided once your paper has been accepted.
- Create EPS files for images containing lineart. EPS files should be saved with fonts embedded (and with a TIFF preview if possible). The following packages can be used to create EPS files: Adobe Illustrator 7.0 and above, Deneba Canvas 6.0 and above, CorelDRAW 7.0 and above, SigmaPlot 8.01 and above. Other programs may also be able to create EPS files use the SAVE AS or EXPORT functions. EPS files can be produced from other applications [e.g. PowerPoint, Excel (see Electronic Artwork Guidelines)] BUT results can be unpredictable (e.g. fonts and shading not converted correctly, lines missing, dotted lines becoming solid).
- Create TIFF files images containing half-tones/photographs. For scanned images, the scanning resolution (at final image size, see above for a guide to sizes) should be as follows to ensure adequate reproduction: lineart, >800 d.p.i.; half-tones, >300 d.p.i. Figures containing both halftone and line images, >600 d.p.i. The following programs can be used to create TIFF files: Adobe Photoshop 4.0 and above, Adobe Illustrator 9.0 and GraphPad Prism 3. Other programs may also be able to create TIFF files use the SAVE AS or EXPORT functions.
- Black and white images should be supplied as 'grayscale'; colour images should be supplied as CMYK.
- Multipart figures should be supplied in the final layout in one file, labelled as (a), (b) etc
- Supply figures at final size widths if possible: 80 mm (single column) or 165 mm (double column).
- Use sans serif, true-type fonts for labels if possible, preferably Arial or Helvetica, or Times (New) Roman if serif fonts required.
- Ensure all lines and lettering are clear.

Citations of online databases

The Internet contains data that are not present in the literature in their complete form. This is particularly true for DNA sequences, which are posted to sites such as NCBI, and X-ray crystallographic coordinate files, which are available from RCSB. These will usually be associated with a journal article, which you should cite as:

Luger, K., Mader, A. W., Richmond, R. K., Sargent, D. F. and Richmond, T. J. (1997) Crystal structure of the nucleosome core particle at 2.8 Å resolution. *Nature*, **389**, 251. 1st September 2005.">http://pdbbeta.rcsb.org/pdb/explore.do?structureId=1aoi>1st September 2005.

Citations of other websites

If the webpage is not associated with any sort of 'real' literature, it is acceptable to cite the URL directly as though it were a book, with the URL as the 'publisher':

United States Government Central Intelligence Agency (2005) *The world fact-book*.http://www.cia.gov/cia/publications/factbook/index.html 1st September 2005. A future reader should be able to find the material you have cited easily, even if the URL no longer exists.