

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA
Programa de Pós-Graduação em Entomologia

**Efeitos da variação ambiental e relações interespecíficas em
assembleias de cupins (Isoptera) e formigas (Hymenoptera:
Formicidae) em uma floresta amazônica em Porto Velho,
Rondônia**

André Felipe da Silva

Manaus, Amazonas

Abril, 2015

André Felipe da Silva

**Efeitos da variação ambiental e relações interespecíficas em
assembleias de cupins (Isoptera) e formigas (Hymenoptera:
Formicidae) em uma floresta amazônica em Porto Velho,
Rondônia**

Orientador: Fabrício Beggiato Baccaro

Co-orientadores: José Wellington de Moraes

Jorge Luiz Pereira de Souza.

Dissertação apresentada ao
Instituto Nacional de Pesquisas da
Amazônia como parte dos
requisitos para obtenção do título
de Mestre em Ciências Biológicas
(Entomologia).

Manaus, Amazonas

Abril, 2015

**Sinopse:**

Foi estudada a composição e estrutura de assembleias de cupins e formigas de liteira em uma floresta ombrófila na Amazônia. Aspectos envolvendo a composição das espécies, as interações entre as assembleias de ambos os grupos, assim como as correlações entre as assembleias e o gradiente topográfico e elementos de solo foram abordados.

Palavras Chave: Composição de espécies, Interações entre espécies, Fauna de solos, Topografia, Nutrientes de solo.

Aos meus pais Sonia e Moysés Silva e ao meu irmão Matheus
Felipe, por representarem toda minha saudade e meu amor,
dedico.

Agradecimentos

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia e ao Programa de Pós Graduação em Entomologia pela oportunidade de crescimento profissional.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudo.

A Usina Hidrelétrica Santo Antônio Energia por disponibilizar o uso dos dados.

A todos professores do PPG – Entomologia pelo enriquecimento intelectual e profissional.

Ao meu orientador Drº Fabrício Beggiato Baccaro pela paciência, confiança, disponibilidade e bom humor com seu aluno “surpresa”.

Ao amigo e coorientador Drº José Wellington de Moraes pela confiança em mim depositada, apoio em todos os momentos, mesmo fora do laboratório e pelas horas de boas conversas e risadas. Valeu mesmo Zé!

Ao meu coorientador Drº Jorge Luiz Pereira de Souza, pelo compromisso, presteza e sugestões ao longo do trabalho. Como também por disponibilizar o uso das formigas para o trabalho.

Ao Drº Cristian de Sales Dambros, pelas ideias e pelos cupins disponibilizados para o trabalho.

A Msc. Itanna Fernandes por também disponibilizar as formigas para o trabalho.

Ao grande amigo Renato Azevedo (Renatão), pelas coletas, identificação dos cupins, ajuda nas análises e pelas conversas de laboratório nem sempre relacionadas à trabalho e por sempre levar numa boa minha brincadeiras nem sempre convenientes. E claro por ser um dos meus “orientadores” neste trabalho.

Ao companheiros de laboratório Gustavo (Marombeiro) por ser esse grande brother, de maromba e principalmente de vida, ao João Rafael (Bolo fofinho) pelas conversas ecológicas e boas risadas.

A toda equipe e amigos do Laboratório de Sistemática e Ecologia de Invertebrados de Solo.

Ao meu grande irmão, parceiro de vida e colega de quarto Eurico Hummig, que tem me acompanhado nas correrias desde os tempos da faculdade, por ser o primeiro a me estimular a entrar no mundo científico, por

ouvir minhas loucuras e ideias mais sem noção e sempre depositar total confiança nelas e por ser esse grande amigo.

Aos meus eternos companheiros de república, os quais prefiro chamar de família da Amazônia, a Jeane Marcelle que tomou um grande espaço no meu coração por toda vida, pelas conversas, desabafos e por sempre estar disposta a ouvir minhas ideias mais malucas e assistir novela ao fim do dia. Ao Nikolas (Nilba) que nunca vi mais chato, mas que se tornou um grande e bom amigo. Foi um prazer morar com vocês estes dois anos.

A todos meus amigos e companheiros de turma do mestrado: Brunão, Daysoca, Guiné, Gugona, Eurides, Marcus, Ernesto, Juliana, José e Ton-ton pelas conversas, risadas, cafés, noites viradas fazendo trabalhos e principalmente pela amizade e por terem participado desta fase tão importante para o meu crescimento e amadurecimento.

A grande parceira Valdeana Linnard, pelas boas risadas e conversas ao longo desses dois anos, além claro pela parceria nas festinhas e “caminhadas matutinas” pelas ruas do coroadó. Manaus não seria a mesma coisa sem a amizade dessa grande mulher.

A todos os amigos da entomologia e de outros cursos que com certeza se tornaram pessoas inesquecíveis em minha vida.

A todos os amigos do Laboratório de Malária e Dengue.

Ao amigo João Zequi, que me orientou durante a graduação e é um grande exemplo de profissional.

A todos os amigos da Bio Samantha, Bruno, Thais, Marcelo, Camila, Clara, Priscila, Larissa, Mariana, Nicole, Mayara, Tatiana, Angelita e Janaina pela confiança, apoio e amizade. Se não fosse o apoio de vocês lá no começo, hoje eu não estaria aqui.

A todos os amigos novos ou velhos, próximos ou distantes.

Aos meus avós Maria, Verônica, Geni, José, Moisés e Amélia por todo amor e apoio incondicional em tudo na minha vida.

A todos os meus tios e tias, em especial Anita, Rosana, Miriam, João Marcos, Marcia, Beto, Noé, Paulinho, José Roberto, Ademir, Jandira e Alexandre por sempre estarem ao meu lado me apoiando e incentivando.

Aos meus primos Eduardo, Vicente, Guilherme, Carol, João Victor, Rafael Augusto, Rafael Candido, Pedro, Ana, Gabriele, Juliana e Miguel por fazerem parte da minha vida e acima de tudo por serem meus amigos em todas as horas. É nóíxx, cambada!

Ao meu irmão, melhor amigo e caçula preferido Matheus Felipe que escuta e compreende minhas loucuras e ideias doidas desde sempre. Mas acima de tudo por ser o melhor irmão do mundo.

Finalmente, aos meus pais Sonia e Moysés por todo amor, apoio, confiança, paciência (muita paciência), alegrias e por me fazerem aprender o verdadeiro sentido da palavra “família”, se hoje sou alguma coisa é graças a vocês. Amo vocês.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram para este trabalho e para meu amadurecimento e crescimento nestes dois anos.

“A vida é como um fermento, uma levedura que se move por um minuto, uma hora, um ano, um século, um milênio, mas que por fim terá paralisado os movimentos. Para manter-se em movimento, o grande come o pequeno. Para manter-se forte, o forte come o fraco. O que tem sorte prolonga o seu movimento por mais tempo - eis tudo.”

Jack London (1876 – 1916)

Resumo

Um dos principais questionamentos da ecologia é compreender as relações dos seres vivos com o ambiente em que vivem e suas interações. Entretanto, ainda não está claro a contribuição de processos abióticos e bióticos na estruturação de assembleias de cupins e formigas. Neste estudo, foram analisados as relações das composições das assembleias de cupins e formigas coletadas entre dos anos de 2013 e 2014 com algumas variáveis ambientais consideradas importantes para sobrevivência de ambos organismos, assim como, as relações interespecíficas entre eles. Os cupins e as formigas foram coletados simultaneamente no extremo oeste do estado de Rondônia, no alto do Rio Madeira, nas áreas de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antônio Energia, em 30 parcelas de 250 m distribuídas a cada 1 km. Os cupins foram coletados através de busca ativa em subparcelas de 2 x 5 m, distantes 45 m umas das outras e examinadas durante 1 hora/coletor. As formigas de liteira foram coletadas em subparcelas de 1 m² e colocadas extratores do tipo mini *Winkler*, e triadas após 24 horas. Foram coletados um total de 139 espécies de cupins e 286 espécies de formigas de liteira. Foi encontrado uma mudança nas composições de espécies de cupins e de formigas com as variáveis altitude e quantidade de potássio no solo, assim como uma mudança na composição de espécies da assembleia de cupins em relação a composição de espécies de formigas. Muitos trabalhos já documentaram a importância que gradientes topográficos e nutrientes de solo tem no nicho ecológico de ambos os grupos o que corrobora com nossos modelos de regressão. A competição por recursos e a predação entre os organismos estudados já é documentado na literatura e é tido como um dos principais fatores que regulam as comunidades dos mesmos. Porém neste trabalho o papel competição na estruturação das assembleias de cupins e de formigas não ficou claro, entretanto foi constatado que ambas assembleias covariam no espaço de forma similar e são regidas pelas mesmas variáveis ambientais, demonstrando desta forma a intrínseca relação entre os grupos.

Palavras chave: Composição de espécies, Interações entre espécies, Fauna de solos, Topografia, Nutrientes de solo.

Abstract

One of the main questions of ecology is to understand the relationships of living beings with the environment they live in and their interactions. However, the contribution of abiotic and biotic processes in structuring of termites and ants assemblies is not clear. In this study, the relationship of the compositions of termites and ants assemblies were analyzed collected between the years 2013 and 2014 with some environmental variables considered important for survival of both organizations, as well as interspecific relationships between them. Termites and ants were collected simultaneously in the far west of the state of Rondônia, on top of the Madeira River, in the areas of influence of the Santo Antônio hydroelectric Power Plant, in 30 parcels of 250 m distributed every 1 km. Termites were collected by active search in subplots of 2 x 5 m, 45 m distant from each other and examined for 1 hour / collector. Ants of litter were collected in subplots of 1 m² and placed extractors type mini Winkler, and triaged after 24 hours. We collected a total of 139 species of termites and 286 species of litter ants. A change in the composition of species of termites and ants with variable altitude and amount of potassium in the soil, as well as a change in species composition of termite meeting regarding the composition of ant species was found. Many studies have documented the importance of topographic gradients and soil nutrients have on the ecological niche of both groups which confirms our regression models. The competition for resources and predation among organisms studied is already documented in the literature and is considered one of the main factors governing communities of the same. But in this work the role competition in structuring meetings and termite ants was not clear, however it was found that both assemblies covary in similar space and are governed by the same environmental variables, thus demonstrating the intrinsic relationship between the groups.

Keywords: Species composition, interactions between species, soil fauna, topography, soil nutrients.

Sumário

Lista de Tabelas.....	xii
Lista de Figuras	xiii
1. Introdução	2
2. Objetivos.....	5
3. Material e Métodos	5
3.1. Área de Estudo	5
3.2. Métodos de Amostragem (Cupins)	8
3.3. Métodos de amostragem (Formigas)	9
3.4. Variáveis ambientais	10
3.5. Análise dos dados	11
4. Resultados	12
4.1. Número de espécies de térmitas.....	12
4.2. Número de espécies de formigas	12
4.3. Relação entre cupins e formigas.....	13
4.4. Relação entre cupins e formigas com o ambiente	15
5. Discussão	22
5.1. Curvas de rarefação e estimadores de riqueza	22
5.2. Relação Cupins x Formigas.....	23
5.3. Resposta às variáveis ambientais e mudanças nas composições de espécies	24
6. Referências	26
7. Apêndices	36

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Lista das datas das cinco coletas realizadas nos módulos de influência da UHE Santo Antônio.....	6
Tabela 2 - Localização (Coordenadas geográficas - UTM) dos pontos amostrados de cupins e formigas nas cinco coletas de campo (realizadas entre janeiro de 2013 e janeiro de 2014), nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO. (Pontos = Distância em quilômetros do reservatório, onde 0 é a margem fixa do reservatório). *Coordenadas referentes ao início da parcela.....	7
Tabela 3 - Resultados dos modelos de regressão múltipla entre a composição de cupins e formigas em função da proporção de argila, altitude e quantidade de potássio.....	16
Tabela 4 - Encontros de formigas por módulos e por coletas nas áreas de influência da UHE Santo Antônio Energia. Em ordem alfabética.....	33
Tabela 5 - Encontros de cupins por módulo e por coletas nas áreas de influência da UHE Santo Antônio Energia. Em ordem alfabética.....	45

Lista de Figuras

Figura 1 - Módulos de coleta nas áreas de influência da UHE Santo Antônio Energia.....	5
Figura 2 - Desenho amostral de um módulo, com suas respectivas parcelas e subparcelas para coleta dos cupins.....	9
Figura 3 - Transecto de um módulo para coletas de formigas nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO, com as distâncias de coletas a partir da margem do rio. Em detalhe os pontos de amostragens a partir do módulo.....	10
Figura 4 - Curva de acúmulo de espécies de cupins coletados manualmente (A) e formigas coletadas com <i>Mini Winkler</i> (B) nos módulos da UHE Santo Antônio Energia. As linhas tracejadas representam o intervalo de confiança de 95%.....	13
Figura 5 - Relação entre (A) número de espécies de cupins e número de espécies de formigas e (B) número de espécies de cupins e ocorrência de formigas ao longo de cinco coletas.....	14
Figura 6 - Relação entre a composição de espécies de cupins e formigas baseado em presença e ausência ao longo das cinco coletas de amostragem nos módulos da UHE Santo Antônio.....	15
Figura 7 - Gráficos das parciais entre a composição de espécies de cupins e as variáveis ambientais usadas no modelo.....	16
Figura 8 - Gráficos das parciais entre a composição de espécies de formigas e as variáveis ambientais usadas no modelo.....	16
Figura 9 - Distribuição de espécies/morfoespécies de cupins ao longo do gradiente de altitude (m) nas áreas de influência da UHE Santo Antônio Energia.....	18
Figura 10 - Distribuição de espécies/morfoespécies de formigas ao longo do gradiente de altitude (m) nas áreas de influência da UHE Santo Antônio Energia.....	19

Figura 11 - Distribuição de espécies/morfoespécies de cupins ao longo do gradiente de potássio (m) nas áreas de influência da UHE Santo Antônio Energia.....20

Figura 12 - Distribuição de espécies/morfoespécies de formigas ao longo do gradiente de potássio (m) nas áreas de influência da UHE Santo Antônio Energia.....21

1. Introdução

Processos em escala regional determinam o grupo de espécies de uma região (Ricklefs 1987; Gaston 2000; Godfray & Lawton 2001), entretanto como a composição e riqueza de espécies é organizada em escalas menores continua em discussão. Os padrões de riqueza, distribuição e composição de espécies podem estar ligados a fatores abióticos do ambiente (Hunter 1990; Schenk *et al.* 2003; Mayr 2004), que por sua vez tende a maximizar seus efeitos na comunidade em escalas espaciais maiores. Em contrapartida fatores bióticos, como a interação entre indivíduos e entre espécies normalmente são mais importantes em escalas menores (Kaspari & Weiser 2000; Soberón 2010; Pulliam 2000; Baccaro *et al.* 2010). Dependendo do táxon, da escala e do sistema estudado, a contribuição de cada um desses fatores (bióticos e abióticos) podem variar.

Fatores ambientais são frequentemente relacionados com a distribuição de formigas e cupins e esta forte relação pode ter ligação com a grande abundância e dominância desses invertebrados. Dentre os insetos sociais, as formigas (Hymenoptera: Formicidae) e cupins (Isoptera) são os mais abundantes e importantes nas florestas tropicais (Hölldobler & Wilson 1990; Stork & Eggleton 1992). É sabido que os cupins e as formigas compreendem cerca de 1/3 da biomassa de invertebrados em ambientes tropicais (Eggleton *et al.* 1995; Longino *et al.* 2002). As formigas e cupins ocupam vários níveis na cadeia trófica e são considerados 'engenheiros do ecossistema' (Jaffe *et al.* 1993), participando ativamente no processo de formação, manutenção e ciclagem de nutrientes do solo, e indiretamente regulando o fornecimento de nutrientes para plantas (Gilson *et al.* 2003; Lavelle *et al.* 2006; Jouquet *et al.* 2004, 2012). Os cupins são os principais incorporadores de matéria orgânica no solo da Amazônia, em consequência de sua atividade decompositora (Hofer *et al.*, 2001). Esses animais influenciam no enriquecimento do solo, com carbono, nitrogênio, argila, potássio e cálcio graças aos seus ninhos, que por sua vez são muito ricos em matéria orgânica (McCarthy *et al.* 1998; Rückamp

et al. 2012). Por esses motivos, as relações entre as espécies de formigas e cupins normalmente estão fortemente correlacionadas com fatores edáficos do ambiente.

A subsistência das formigas e dos cupins requer disponibilidade de alimento, locais para nidificação e presença ou não de espécies competidoras (Perfecto & Vandermeer 1996; Kaspari 1996). Esses recursos são regulados por uma série de variáveis ambientais, podendo ser físicos e químicos como relevo, altitude, disposição de nutrientes no solo, granulometria do solo, clima, precipitação pluviométrica, entre outros. Na Amazônia, a variação topográfica é uma variável limitante para distribuição de plantas, vertebrados e invertebrados terrestres (Rueda-Almonacid *et al.*, 2007; Oliveira *et al.*, 2009; Schietti *et al.*, 2014). Este gradiente está intrinsecamente relacionado com características do solo, pois em altitudes mais elevadas o solo tende a ser mais argiloso, e mais arenoso em terrenos mais baixos. De acordo com Costa & Magnusson (2010) a variação de argila no solo pode chegar à 20% a cada 20 metros de altitude. Características estas que são ligadas a distância em que as áreas se encontram da água. Quanto mais alto o local, menor a umidade, em contrapartida quanto mais baixo mais úmido (Chauvel *et al.* 1987, Oliveira *et al.* 2009). Além disso, a topografia e a textura do solo influenciam na taxa de decomposição de material vegetal e, conseqüentemente a distribuição de nutrientes no solo (Luizão *et al.* 2004). Luizão *et al.* (2004) demonstraram que as taxas de alguns nutrientes como o nitrogênio foram menores nos baixios devido a menor quantidade de argila. Oliveira *et al.* (2009) investigando padrões de distribuição de formigas ao longo de gradientes topográficos na Reserva Ducke, Manaus, Brasil, encontrou um padrão distinto de diversidade ao longo do gradiente, onde locais mais argilosos apresentaram mais espécies de formigas.

É notório que os nutrientes do solo, principalmente Nitrogênio, Fósforo e Potássio são de grande importância para o funcionamento e dinâmica do ecossistema edáfico, afetando mais linearmente animais detritívoros. Por exemplo, a quantidade de fósforo disponível no solo foi um fator limitante para a frequência de cupins em uma floresta ombrófila amazônica (Dambros 2010), e a quantidade de potássio foi considerado um fator regulador das assembleias de artrópodes de solo (Razo-González *et al.* 2014). O potássio é considerado

mais “móvel” em relação aos outros macro nutrientes, sendo ele encontrado em abundância em tecidos vegetais, que por sua vez necessita de atividade microbiana para sua liberação no ambiente (Seastedt 1984).

Além da forte ligação com o ambiente, tanto formigas como cupins estão sujeitos as interações interespecíficas. A competição e a predação são frequentemente descritas como determinantes da estrutura, organização e funcionamento das assembleias além de ser uma das questões mais discutidas e controversas entre os mirmecólogos (Sih *et al.* 1998; Schmitz 2007; Gibb 2007). A vasta quantidade de interações entre espécies influencia diretamente a partição do nicho de um local (Ricklefs 1996), que resulta em poucas espécies dominantes, ou seja, muito abundantes, e muitas espécies menos abundantes (Preston 1966). Esse padrão é universal em praticamente todos os ecossistemas e grupos taxonômicos, incluindo formigas (Baccaro 2006) e cupins (Dambros 2010).

De acordo com Prestwich (1979) e Holldobler & Wilson (1990), as formigas são os principais predadores de térmitas na natureza e para tanto, ambos os táxons possuem adaptações morfológicas e comportamentais para o ataque e defesa dos possíveis predadores. No estudo de Souza & Moura (2008) na Amazônia, foi observado que durante o ataque das formigas ao cupinzeiro o mesmo foi abandonado pelos cupins e, desta forma, o predador teve acesso livre para capturar ovos e imaturos dos térmitas. O exemplo mais conhecido de predação de cupins é pela formiga africana *Megaponera analis* Schmidt & Shattuck, 2014, na qual forma grupos para atacar cupins da subfamília Macrotermitinae (Longhurst *et al.* 1978). No entanto as interações entre os grupos permanece pouco estudada, principalmente em florestas tropicais onde ambos taxas são abundantes e diversos (Scholtz *et al.* 2008) e o conhecimento das interações cupins-formigas e seus papéis nos ecossistemas podem contribuir para o planejamento de serviços ambientais (Pequeno & Pantoja 2012)

Apesar de anteriormente documentado, ainda não está claro a contribuição de processos abióticos e bióticos na estruturação de assembleias de cupins e formigas. Portanto, neste estudo, foram abordadas questões sobre as relações interespecíficas entre espécies de cupins e formigas, a correlação

da composição dos dois grupos em relação aos gradientes e variáveis ambientais coletadas nos anos de 2013 e 2014.

2. Objetivos

Determinar qual tipo de correlação entre cupins e formigas na área de estudo usando dados de ocorrência e número de espécies.

Investigar a influência das variáveis ambientais (nutrientes de solo e fatores topográficos) sobre a composição de espécies de cupins e formigas.

3. Material e Métodos

3.1. Área de Estudo

A área está localizada no extremo oeste do estado de Rondônia, a sudeste da capital Porto Velho, no alto do Rio Madeira. A região está incluída no bioma Amazônico e os locais de coleta fazem parte do Programa de Conservação de Fauna (Subprograma Conservação da Entomofauna) da Usina Hidroelétrica (UHE) Santo Antônio Energia (Figura 1). Todas as coletas foram realizadas entre os anos de 2013 e 2014 (Tabela 1).

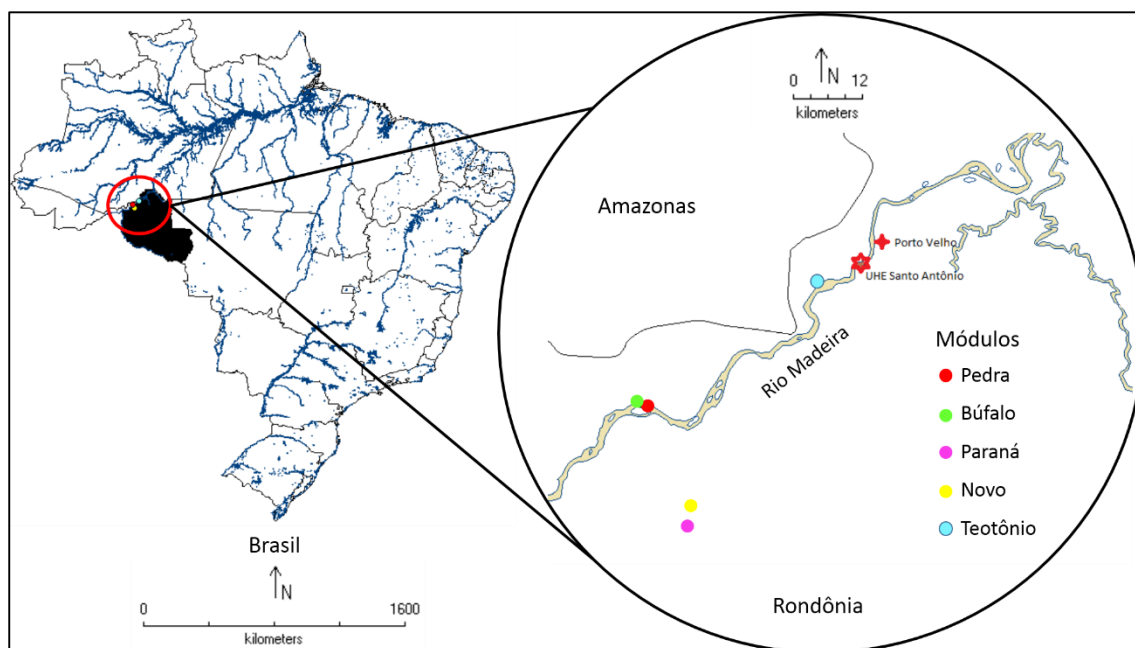


Figura 1 - Módulos de coleta nas áreas de influência da UHE Santo Antônio Energia

Foram amostrados para coleta de formigas e cupins, os seguintes módulos nas áreas de influência da UHE Santo Antônio Energia: i) Ilha do Búfalo, ii) Ilha da Pedra, iii) Teotônio, iv) Paraná - MD e; v) Módulo Novo (figura 1; tabela 2).

Todos os módulos foram instalados perpendicularmente ao reservatório da UHE Santo Antônio Energia. Em cada transecto foram instaladas 6 parcelas de 250 m seguindo a curva do terreno para minimizar a variação de efeitos edáficos dentro da parcela (Costa & Magnusson 2010). Em cada módulo as parcelas foram instaladas a distâncias fixas da margem do reservatório: 0 (zero) ou seja na margem do reservatório (figura 2, 3), 0,5 km, 1 km, 2 km, 3 km e 4 km da margem do reservatório. Todas as coletas de cupins e formigas foram realizadas dentro das parcelas e estão descritas a seguir. Todas as coletas foram realizadas após o enchimento do reservatório da UHE Santo Antônio Energia.

Tabela 1 – Lista das datas das 5 coletas realizadas nos módulos de influência da UHE Santo Antônio.

Coleta	Início	Fim
1	09/01/2013	31/01/2013
2	18/04/2013	28/04/2013
3	28/06/2013	05/07/2013
4	20/10/2013	26/10/2013
5	17/01/2014	27/01/2014

Tabela 2 - Localização (Coordenadas geográficas - UTM) dos pontos amostrados de cupins e formigas nas cinco coletas de campo (realizadas entre janeiro de 2013 e janeiro de 2014), nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO. (Pontos = Distância em quilômetros do reservatório, onde 0 é a margem fixa do reservatório). *Coordenadas referentes ao início da parcela.

Módulo	Número de coletas	Pontos (km)	Coordenadas Geográficas* (UTM)	
			X	Y
Ilha do Búfalo	5	0	334131	8988588
		0,5	334438	8988935
		1	334775	8989318
		2	335473	8990072
		3	336211	8990791
		4	336927	8991519
Teotônio	5	0	383193	9022531
		0,5	382824	9022865
		1	382471	9023187
		2	381719	9023885
		3	380983	9024570
		4	380212	9025190
Jaci-Paraná - MD	5	0	346904	8954694
		0,5	347396	8954804
		1	347940	8954868
		2	348933	8954964
		3	349875	8955078
		4	350943	8955206
Novo Módulo Jaci	5	0	348667	8960718
		0,5	348569	8960501
		1	347695	8960526
		2	346707	8960326
		3	345726	8960128
		4	344748	8959933
Ilha da Pedra	5	0	334967	8988015
		0,5	335307	8988404
		1	335582	8988753
		2	336332	8989521
		3	336964	8990336
		4	337699	8991071

3.2. Métodos de Amostragem (Cupins)

Em cada uma das parcelas foram delimitadas duas subparcelas de 2 x 5 m, paralelamente ao eixo principal da parcela e distantes 45 m uma da outra (Figura 2). Cada subparcela foi ativamente examinada durante uma hora/coletor, procurando por cupins em todos os micro-habitats onde podem ser encontrados, como: cupinzeiros epígeos e arborícolas, dentro de troncos caídos (madeira seca ou em decomposição), em galerias nas árvores, troncos mortos em pé e galhos mortos das árvores, em meio à serapilheira e na superfície do solo. Adicionalmente, ainda foram escavadas trincheiras, com cerca de 15 cm de profundidade, buscando detectar a presença de cupins abaixo do solo. Em cada evento de coleta novas subparcelas, seguindo o mesmo desenho amostral foram demarcadas e amostradas para evitar viés de amostrar áreas previamente coletadas.

Amostras de todas as espécies de cupins encontradas foram coletadas e conservadas em álcool 70%, para posterior identificação em laboratório. Os espécimes coletados foram levados para o Laboratório de Sistemática e Ecologia de Invertebrados de Solo do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). Os espécimes foram identificados primeiramente por gênero, utilizando a chave dicotômica proposta por Constantino (1999) e Rocha (2012). Posteriormente foram separados em espécies e morfoespécies. A separação em morfoespécies foi necessária devido à carência de chaves específicas para alguns gêneros e a dificuldade em se identificar cupins da subfamília Apicotermatinae. A identificação por espécies foi realizada em microscópio estereoscópico com a utilização de chaves específicas para cada gênero ou comparação com os espécimes da coleção de referência do INPA.

A subfamília Apicotermatinae foi morfotipada com base na morfologia externa e interna, utilizando as principais características: tamanho, coloração da cabeça, fontanela, mandíbula, junção do mesêntero e primeiro segmento proctodeal do intestino e forma da válvula entérica.

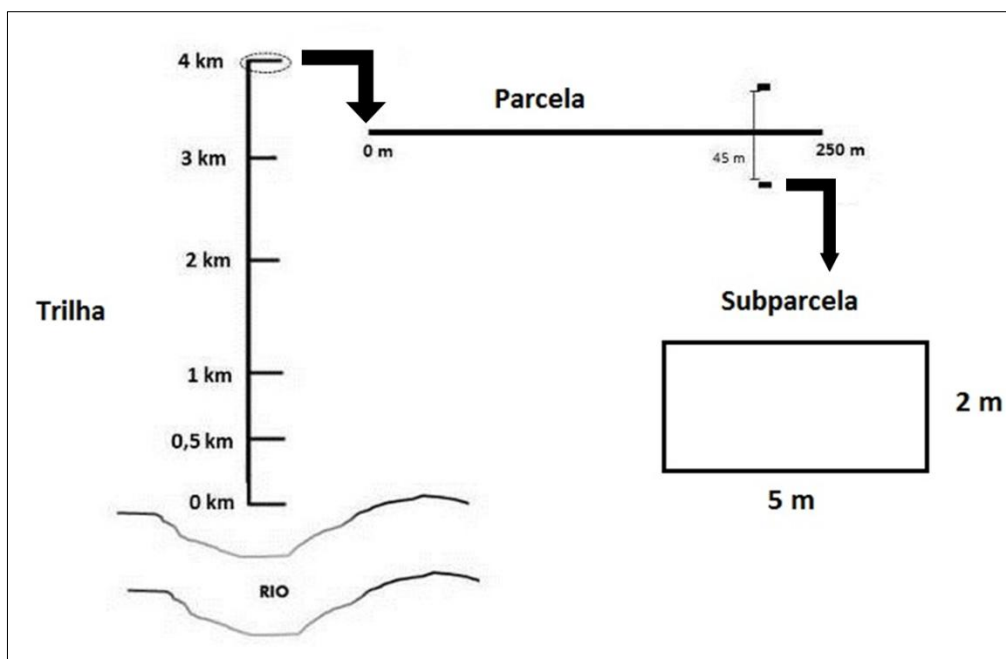


Figura 2 - Desenho amostral de um módulo, com suas respectivas parcelas e subparcelas para coleta dos cupins com as distâncias de coletas a partir da margem do rio. Em detalhe os pontos de amostragens a partir do módulo

3.3. Métodos de amostragem (Formigas)

As formigas de liteira foram amostradas em cinco pontos de 1 m² localizadas nas seguintes posições dentro de cada parcela: 50 m, 100 m, 150 m, 200 m e 250 m (Figura 3). Da mesma forma que na amostragem dos cupins, em cada evento de coleta novos pontos, seguindo o mesmo desenho amostral foram demarcados e amostrados para evitar viés de amostrar áreas previamente coletadas. As amostras foram distribuídas de forma equidistante ao longo das parcelas.

As amostras coletadas em cada ponto de coleta foram colocadas em extratores do tipo mini Winkler (Alonso & Agosti, 2000), e triadas após 24 h, completando a triagem. O material foi colocado em álcool 90%, identificado e analisado em sequência a cada uma das coletas, utilizando microscópio estereoscópio.

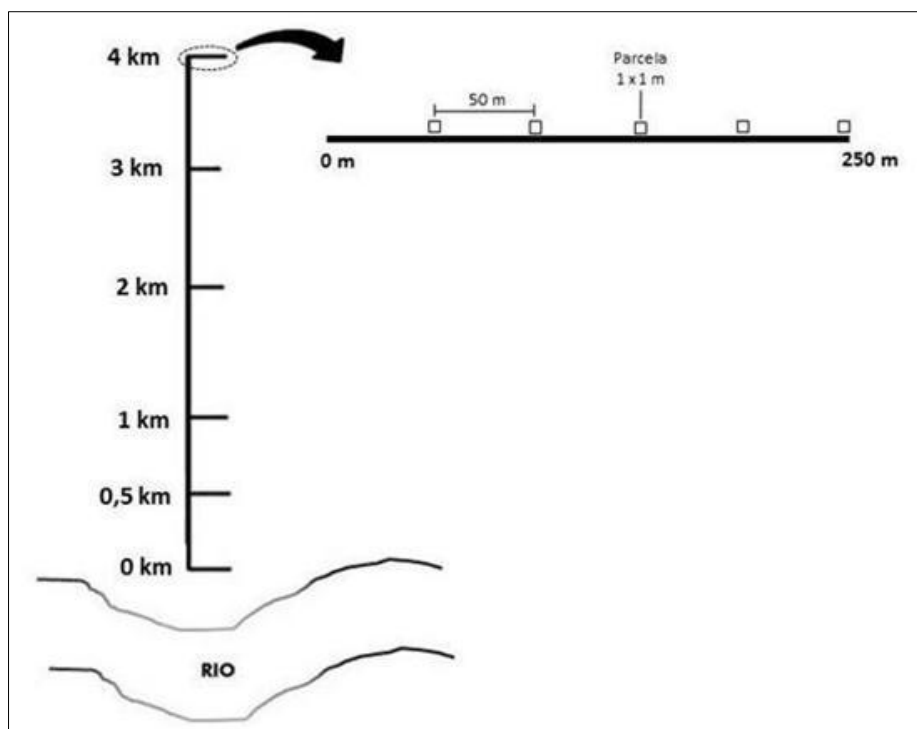


Figura 3 - Transecto de um módulo para coletas de formigas nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO, com as distâncias de coletas a partir da margem do rio. Em detalhe os pontos de amostragens a partir do módulo.

3.4. Variáveis ambientais

Para analisar a influência das variáveis ambientais sobre as espécies de cupins e formigas, foram utilizados dados de coletas de todas as parcelas dentro dos módulos. As variáveis utilizadas neste estudo foram a porcentagem de argila, concentração de potássio no solo e altitude.

As amostras de solo foram obtidas através da utilização de um trado que retirou amostras de solo a cada 50m e em quatro profundidades 0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm e 20-30 dentro das parcelas. As amostras de solo foram acondicionadas em sacos plásticos e identificadas quanto a origem. A quantidade de potássio de cada parcela foi representada pela média das 6 amostras de solo.

A Porcentagem de argila (Granulometria) foi obtida através de análises físico-químicas, seguindo o método descrito pela Embrapa (1997). O método de análise da porcentagem de potássio no solo está descrito em Embrapa Solos (1999). Os dados de altitude de cada parcela foram obtidos através de

um GPS profissional. Mais detalhes sobre as variáveis ambientais amostradas podem ser encontradas em sítio do PPBio na internet: www.ppbio.inpa.gov.br.

3.5. Análise dos dados

Os cinco eventos de coleta foram agrupados para melhorar a suficiência amostral. Desta forma tanto para cupins como para formigas, a matriz de dados consistiu em 6 parcelas por módulo, ou seja 30 parcelas ao total. Todas as análises subsequentes foram baseadas nesse conjunto de dados, e a unidade amostral foi sempre a parcela (somatório dos 5 eventos de coleta).

Como formigas e cupins são organismos coloniais, utilizamos medidas de ocorrência em vez de medidas de abundância de indivíduos. Utilizamos como medida de abundância relativa de cupins o número de parcelas em que cada espécie de cupim ocorreu. Assim, a abundância de cupins por parcela variou de 0 (zero) a 10 (determinada espécie ocorreu nas 2 subparcelas de todos os 5 eventos de coleta). De forma similar, utilizamos o número de ocorrências das espécies de formigas em cada ponto amostral como uma medida de abundância relativa. A abundância de formigas por parcela variou de 0 (zero) a 25 (determinada espécie ocorreu nos 5 pontos e em todos os 5 eventos de coleta).

Cada parcela foi utilizada como uma amostra independente para o cálculo de curvas de rarefação baseadas no número de espécies (Colwell *et al.* 2004). Para estimar o número de espécies total nas áreas foi seguido o protocolo de Colwell *et al.* (2012). As análises de estimadores de riqueza foram realizadas utilizando-se do estimador CHAO2 sendo este um estimador que funciona relativamente bem em conjuntos de dados com muitas espécies raras (Chao 1984).

Regressões simples foram utilizadas para estimar a relação entre o número de espécie de cupins e número de espécies de formigas, assim como para ocorrência de cupins e ocorrência de formigas por parcela. Análises visuais dos resíduos dos modelos foram usadas para verificar se as premissas dos testes não foram violadas.

A dimensionalidade das assembleias de cupins e formiga por parcela foi reduzida a um eixo pelo NMDS (Non-Metric Multidimensional Scaling) (Faith *et*

al. 1987), baseado no índice de dissimilaridade de Sorensen. Para minimizar possíveis efeitos de diferenças no esforço de coleta, os dados foram transformados em presença ou ausência. Posteriormente, os eixos de NMDS de cupins e formigas foram relacionados para estimar a correlação entre a composição das espécies de formigas e cupins. A relação entre a composição das assembleias de formigas e cupins e as variáveis ambientais foram estimadas através de regressões múltiplas, onde o eixo 1 NMDS foi a variável dependente e a altitude, porcentagem de argila (granulometria) e porcentagem de potássio do solo foram variáveis preditoras.

As análises de rarefação foram feitas utilizando o programa estatístico EstimateS (Versão 9; Colwell 2013). Todas as demais análises foram calculadas no programa R (R Development Core Team 2013), usando os pacotes, Vegan (Oksanen *et al.* 2008) e Lavaan (Rosseel 2012).

4. Resultados

4.1. Número de espécies de térmitas

Foram coletados um total de 1081 colônias de cupins distribuídos em 49 gêneros e 139 espécies. As espécies amostradas representam 80% da riqueza estimada pelo índice CHAO 2 (172 espécies). Mesmo após 5 coletas, a curva de acúmulo de espécies não atingiu a assíntota (Figura 4.A). A espécie *Nasutitermes guayanae* foi a mais abundante, seguido por *Nasutitermes banksi* e *Cylindrotermes parvignathus*. Os térmitas coletados neste estudo estão distribuídos em sete subfamílias: Nasutitermitinae 26% (37), Apicotermatinae 25% (36), Syntermitinae 23% (32), Termitinae 17% (24), Rhinotermitinae 3% (5), Coptotermitinae 0,71% (1), Heterotermitinae 0,71% (1), estes por sua vez estão alocados em três famílias Termitidae 92% (129), Rhinotermitidae 5% (7) e Kalotermitidae 2% (3).

4.2. Número de espécies de formigas

Ao total foram coletadas 5003 formigas distribuídas em 54 gêneros e 286 espécies. As espécies amostradas representam 80% da riqueza estimada

pelo índice CHAO 2 (356 espécies para as áreas de influência da UHE Santo Antônio Energia). Mesmo após cinco coletas a curva de acúmulo de espécies não atingiu a assíntota, como previsto para um grupo megadiverso como as formigas (Figura 4.B). As espécies *Solenopsis* sp.1, *Strumigenys denticulata* e *Pheidole* sp.2 foram as mais abundantes, respectivamente. Todas as espécies coletadas neste estudo estão alocadas num total de 10 subfamílias: Agroecomyrmecinae 0,34% (1), Cerapachyinae 1% (3), Dolichoderinae 4% (12), Ecitoninae 2% (7), Ectatomminae 4% (13), Formicinae 8% (23), Mirmyicinae 63% (182), Ponerinae 13% (39), Proceratiinae 0,69% (2), Pseudomyrmicinae 1% (4).

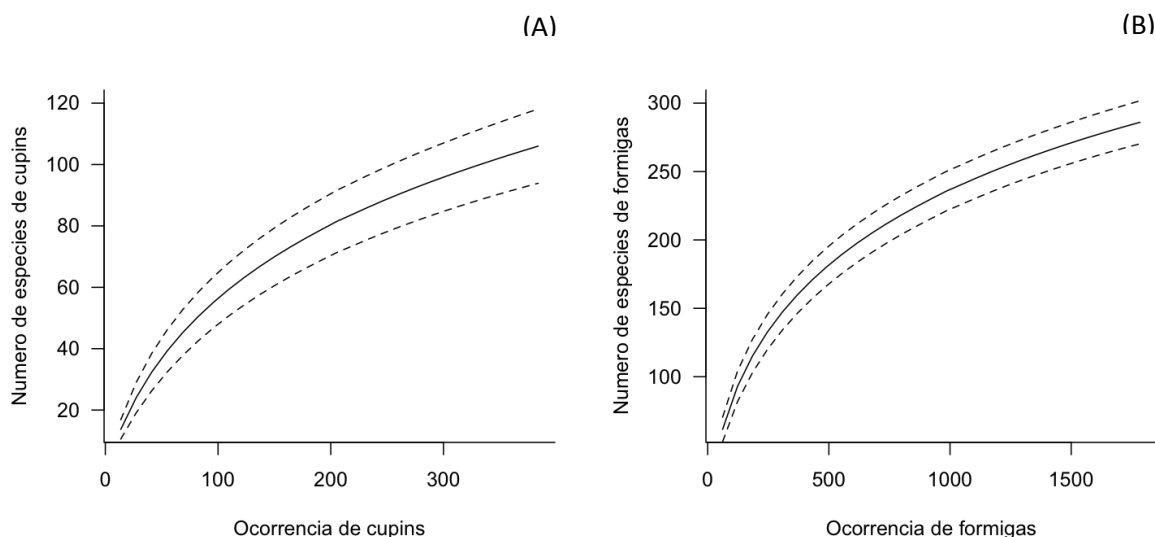


Figura 4 - Curva de acúmulo de espécies de cupins coletados manualmente (A) e formigas coletadas com *Mini Winkler* (B) nos módulos da UHE Santo Antônio Energia. As linhas tracejadas representam o intervalo de confiança de 95%.

4.3. Relação entre cupins e formigas

O número de espécies de cupins amostrados nas cinco coletas variou entre 17 e 38 espécies, já a variação do número de espécies de formigas por parcela foi de 42 a 84 espécies. A ocorrência de formigas por parcela (número de registros das espécies) variou entre 101 e 248. Apesar da razoável amplitude de variação, não houve relação entre o número de espécies de cupins e o número de espécies de formigas ($R^2=0,009$; $p=0,629$; figura 5.A) e a

ocorrência de formigas e ocorrência de cupins ($R^2=0,018$; $p=0,503$; figura 5.B) nas áreas amostradas.

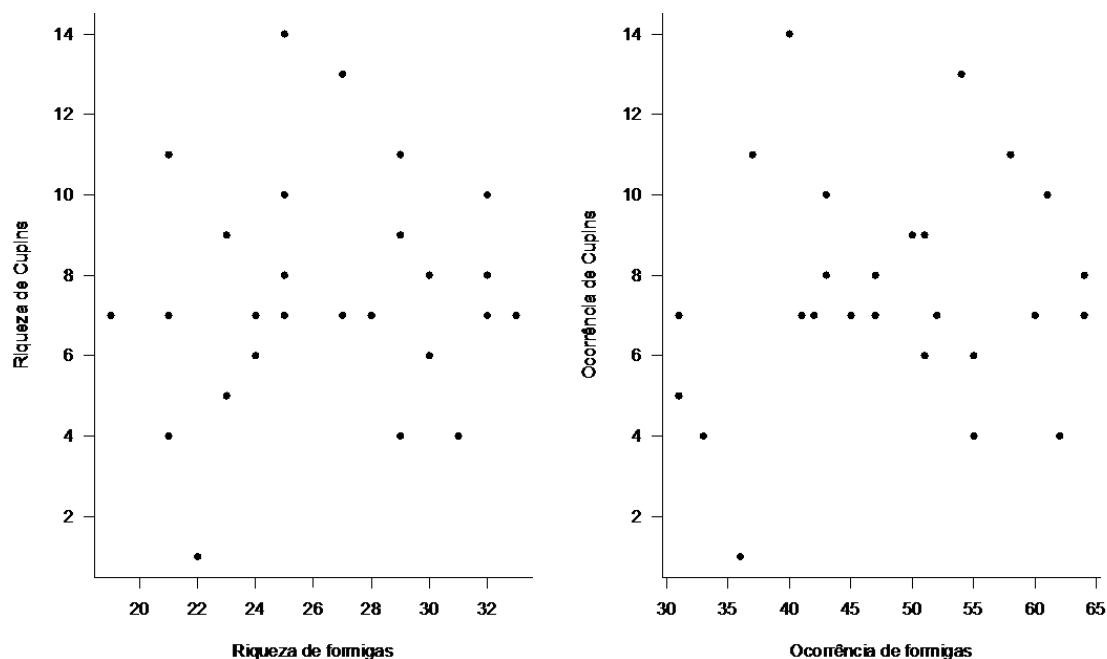


Figura 5 - Relação entre (A) número de espécies de cupins e número de espécies de formigas e (B) número de espécies de cupins e ocorrência de formigas ao longo de cinco coletas.

Apesar da ausência de relação entre riqueza e ocorrência de cupins e formigas, a composição das assembleias de cupins foi fortemente correlacionada com a composição de espécies de formigas ($r^2 = 0,47$; $p = 0,01$; figura 6). O primeiro eixo do NMDS capturou ~39% da variação da composição de espécies de cupins e ~79% da variação da composição das espécies de formigas.

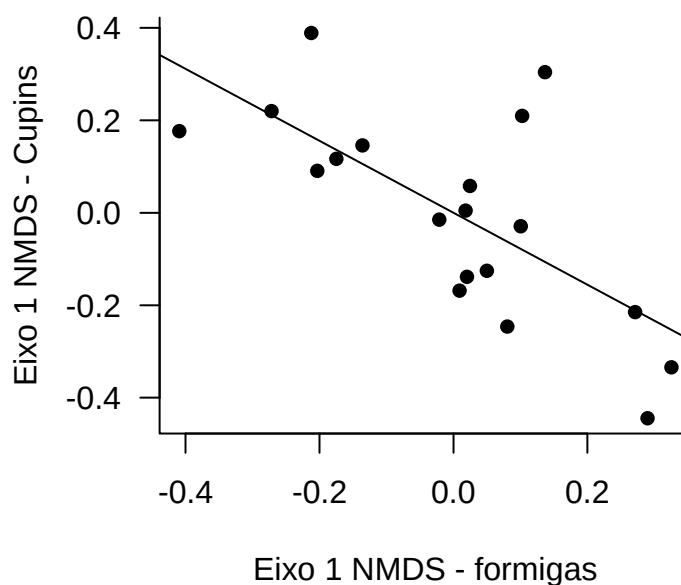


Figura 6 - Relação entre a composição de espécies de cupins e formigas baseado em presença e ausência ao longo das cinco coletas de amostragem nos módulos da UHE Santo Antônio.

4.4. Relação entre cupins e formigas com o ambiente

As assembleias de cupins e formigas parecem estar estruturadas pelos mesmos fatores ambientais. O modelo global, que incluiu porcentagem de argila, altitude e quantidade de potássio explicou ~48% da variação na composição de cupins ($p = 0,01$) e ~55% da variação da composição de espécies de formigas ($p = 0,01$). Para ambos os táxons a altitude e a quantidade de potássio no solo foram as variáveis que mais contribuíram para o modelo (figuras 7 e 8; tabela 3).

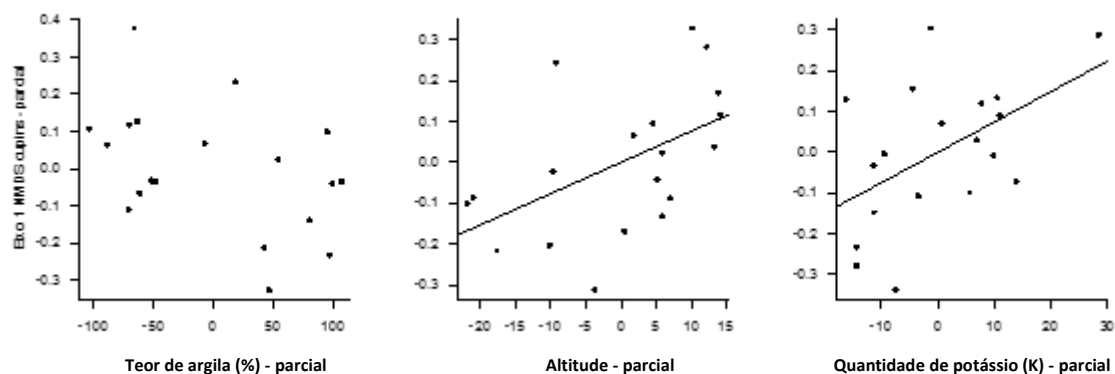


Figura 7 - Gráficos das parciais entre a composição de espécies de cupins e as variáveis ambientais usadas no modelo.

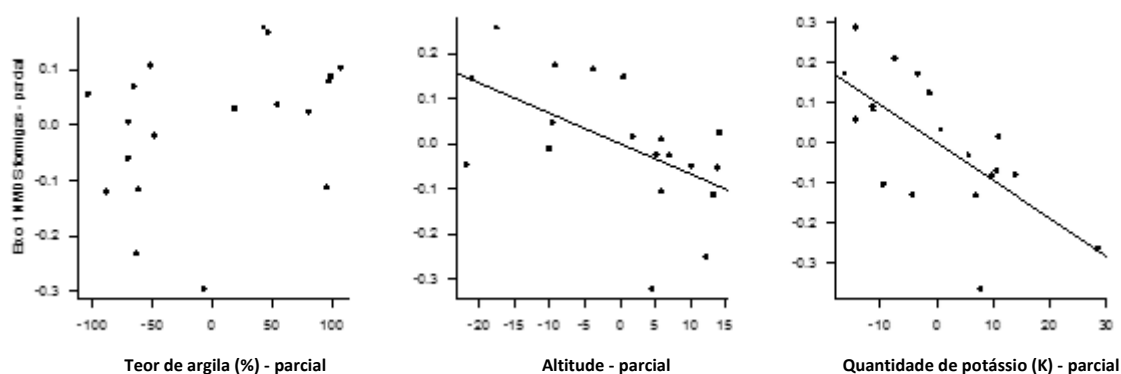


Figura 8 - Gráficos das parciais entre a composição de espécies de formigas e as variáveis ambientais usadas no modelo.

Tabela 3 - Resultados dos modelos de regressão múltipla entre a composição de cupins e formigas em função da proporção de argila, altitude e quantidade de potássio. Valores significativos ($p \leq 0,05$) foram marcados em negrito.

Variável dependente	Variável independente	<i>b</i>	<i>P</i>
Composição de cupins (eixo 1 NMDS)	Proporção de argila	-0,378	0,052
	Altitude (m)	0,403	0,041
	Potássio (mg/kg)	0,408	0,029
Composição de formigas (eixo 1 NMDS)	Proporção de argila	0,242	0,164
	Altitude (m)	-0,425	0,021
	Potássio (mg/kg)	-0,576	0,002

Grande parte das espécies/morfoespécies de ambos os grupos são generalistas quanto ao gradiente altitude. Cerca de 38% das espécies de cupins ocorreram em todos os gradientes de altitude, 17% foram encontrados nos locais com menor altitude e 43% das espécies de cupins no gradiente com altitude mais elevada (figura 9). Para formigas foi verificado um padrão semelhante onde, cerca de 45% das espécies foram generalistas, 34% ocorreram em gradientes de maior altitude e 19% nos locais mais baixos (figura 10).

Seguindo o mesmo padrão do gradiente altitude, a maioria das espécies/morfoespécies de cupins e formigas foram generalistas em relação ao gradiente de potássio. Cerca de 55% das espécies de cupins ocorreram em todos os gradientes de potássio, 26% ocorreram nos gradientes de maior quantidade de potássio e 18% das espécies de cupins foram encontradas nos locais com menores taxas do elemento potássio (figura 11). Para formigas foi observado um padrão semelhante, com 54% das espécies generalistas quanto ao gradiente potássio, 28% em locais com maiores taxas do elemento e 17% em locais com menor quantidade de potássio (figura 12).

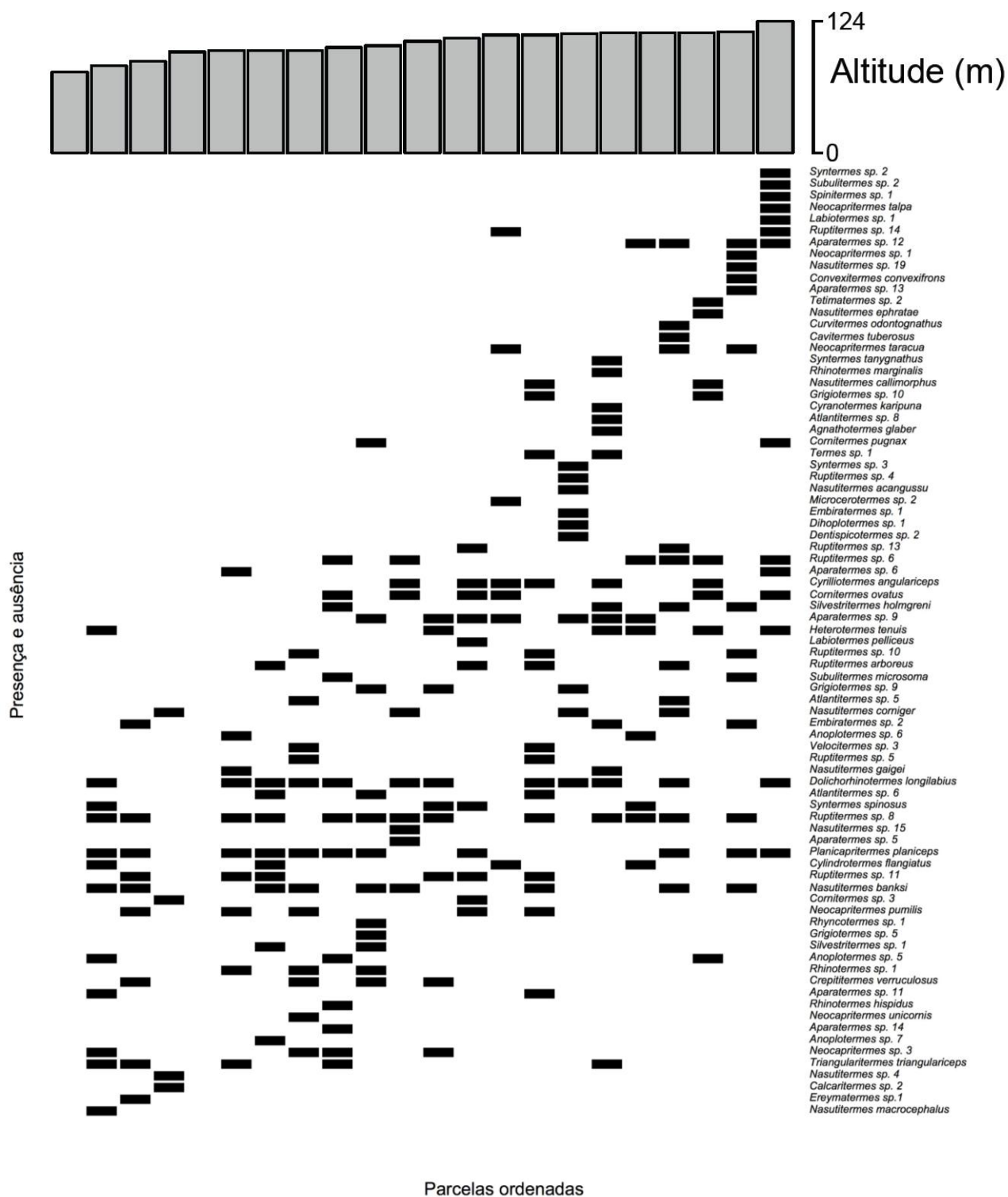


Figura 9 - Distribuição de espécies/morfoespécies de cupins ao longo do gradiente de altitude (m) nas áreas de influência da UHE Santo Antônio Energia.

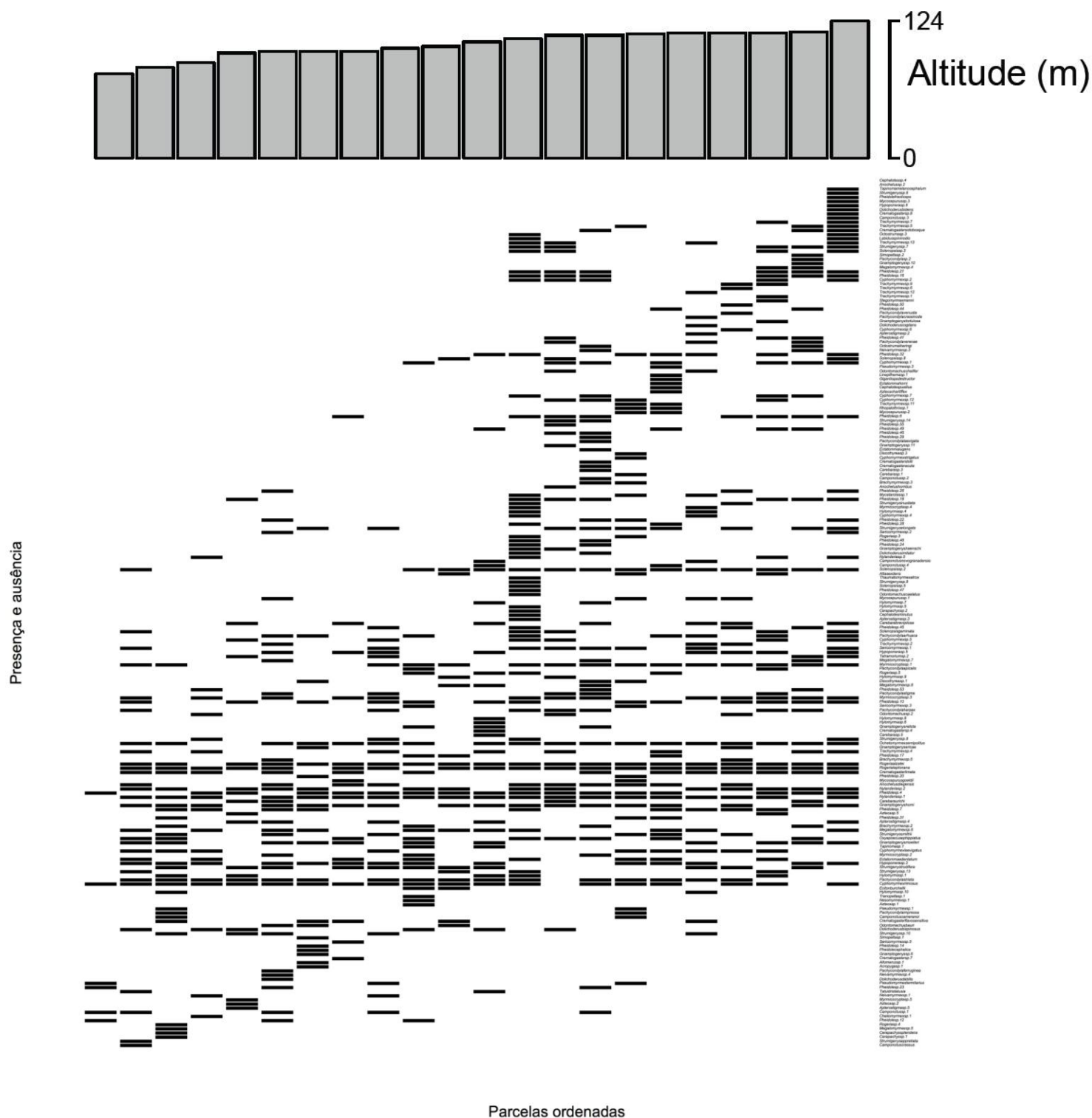


Figura 10 - Distribuição de espécies/morfoespécies de formigas ao longo do gradiente de altitude (m) nas áreas de influência da UHE Santo Antônio Energia.

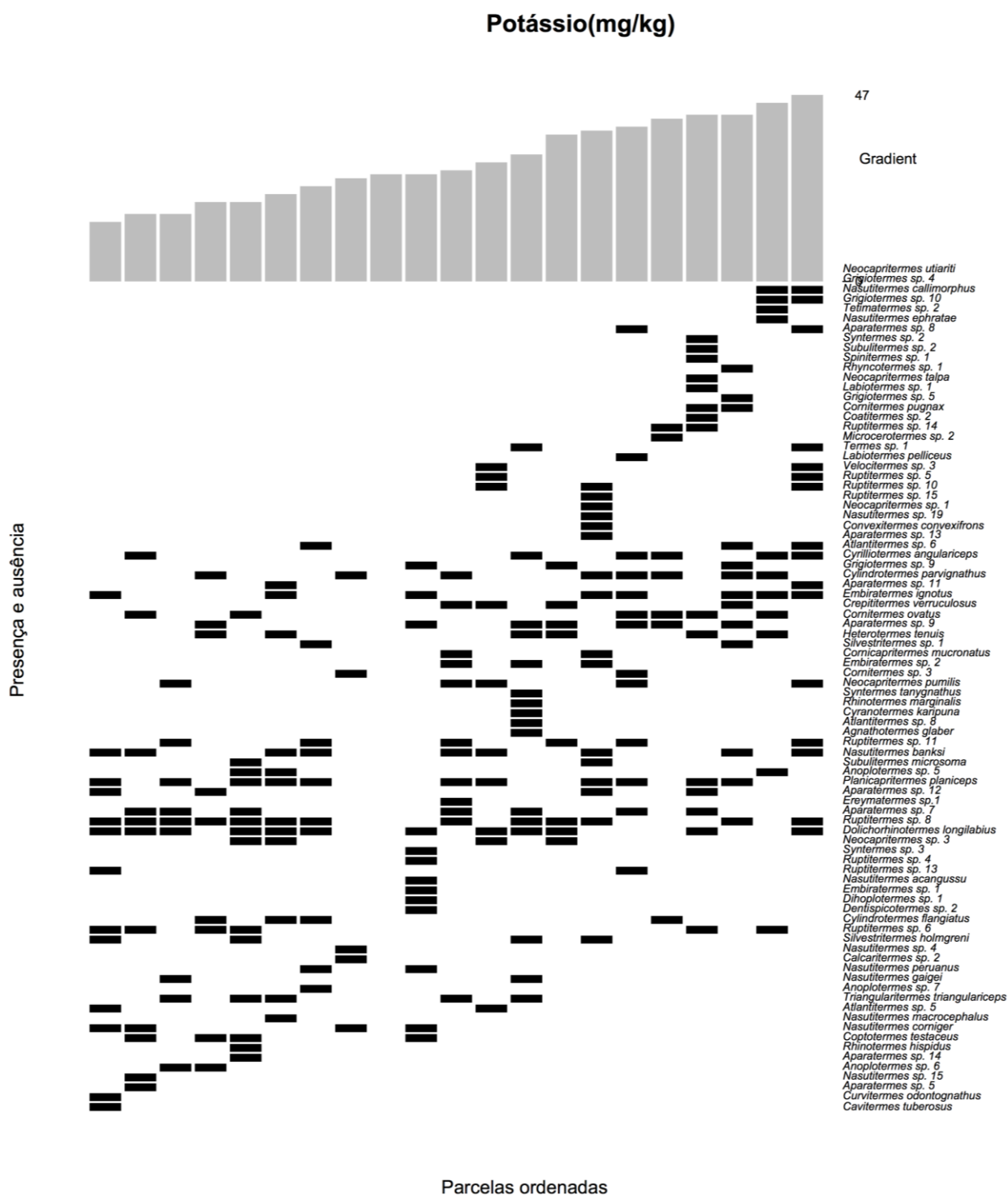


Figura 11 - Distribuição de espécies/morfoespécies de cupins ao longo do gradiente de potássio (mg/kg) nas áreas de influência da UHE Santo Antônio Energia.

Potássio(mg/kg)

21

470

Gradient

Presença e ausência

Parcelas ordenadas

Figura 12 - Distribuição de espécies/morfoespécies de formigas ao longo do gradiente de potássio (mg/kg) nas áreas de influência da UHE Santo Antônio Energia.

5. Discussão

5.1. Curvas de rarefação e estimadores de riqueza

No total 139 espécies de cupins foram coletadas, mas 172 espécies de cupins (CHAO 2) são estimadas para a área de coleta. O número de espécies registradas neste estudo foi o maior já registrado pra região amazônica. Dambros (2010) encontrou um total de 70 espécies em uma reserva de floresta ombrófila na Amazônia. Davies *et al.* (2003) estudando um fragmento, também de floresta amazônica de várzea encontrou 100 espécies, incluindo a morfotipagem de Apicotermatinae.

Provavelmente o grande número de espécies encontradas neste trabalho foi o resultado de várias coletas ao longo de 2 anos que cobriram uma área relativamente grande (144 km²).

No que diz respeito a Formicidae, foram encontrados neste estudo um total de 286 espécies de formigas e 356 espécies foram estimadas pelo CHAO2, este número de espécies representa um padrão normalmente encontrado para florestas amazônicas, que fica entre 250 à 310 espécies e morfoespécies de formigas (Oliveira *et al.* 2009; Miranda *et al.* 2012).

Estimar o número de espécies em ambientes naturais é um bom método para testar a eficiência do esforço amostral empregado e o protocolo adotado para a coleta de dados (Soberón & Llorente 1993; Colwell & Coddington 1994; Moreno & Halffter 2000). Além de ser a maneira mais simples para descrever a comunidade e a diversidade regional, que por sua vez constitui a base para muitos estudos ecológicos de estruturas de comunidades (Gotelli & Colwell, 2001). Como foi previsto, em nenhum dos táxons a curva de acúmulo de espécies atingiu a assíntota, ou seja, um maior esforço de coleta precisa ser empregado para a área, a fim de desvendar a riqueza do local. Teoricamente qualquer amostragem de campo pode atingir a assíntota da curva de acúmulo de espécies, demonstrando que todas as espécies foram amostradas. A assíntota, ou estabilização da curva normalmente é atingida em táxons com número reduzido de espécies facilmente detectáveis e com boa resolução taxonômica, com por exemplo jacarés e tartarugas (Rueda-Almonacid *et al.* 2007). Porém, em táxons mega-diversos (ex. formigas e cupins) usualmente

conforme mais indivíduos são amostrados, mais espécies são registradas (Bunge & Fitzpatrick 1993). Isso acontece porque nesses grupos existem muitas espécies raras. Neste caso, as curvas de acumulação sobem relativamente rápido inicialmente, porém com o acréscimo de amostras mais táxons raros são acrescentados e a curva continua a subir lentamente, não atingindo uma assíntota (Gotelli & Colwell 2001).

Apesar da maioria dos pesquisadores almejarem a assíntota da curva do coletor, ela não é essencial para produzir conclusões relevantes sobre uma comunidade. O método de rarefação utilizado na construção da curva do coletor permite comparações na taxa de acumulação das espécies, isto é no ângulo da curva (Bunge & Fitzpatrick 1993) e a comparação entre diferentes curvas, após o cálculo do intervalo de confiança (Gotelli & Colwell 2001). Por exemplo, Dambros (2010) analisando a composição de espécies de cupins em uma floresta Amazônica ombrófila de terra firme, encontrou uma riqueza estimada de 70 espécies sendo que a curva de acúmulo de espécies não atingiu a assíntota. Para formigas, o padrão é o mesmo. A maioria dos trabalhos conseguem amostrar entre 60 e 80% do total de espécies de uma área (Souza *et al.* 2012; Miranda *et al.* 2012).

5.2. Relação Cupins x Formigas

Em uma escala local, a competição é tida como principal fator regulador de comunidades de invertebrados, seja ela por predação ou competição por recursos. Estas questões ainda são pouco exploradas em estudos de comunidades na Amazônia, em especial com invertebrados (Holldobler & Wilson 1990; Kaspari 1996). Neste estudo o número de espécies cupins e formigas não estiveram correlacionadas ($p = 0,071$), assim como a riqueza de cupins não parece ser afetada pela ocorrência de formigas ($p = 0,225$). Ambos resultados sugerem que a presença de formigas não limita a ocorrência de espécies de cupins na área estudada. Apesar de vários trabalhos apontarem que as formigas são predadoras de cupins (Bandeira 1979; Holldobler & Wilson 1990; Cornelius & Grace 1997; Dejean & Fénéron 1999; Gonçalves *et al.* 2005; Souza & Moura 2008; Pequeno & Pantoja 2012), normalmente poucas

espécies de formigas são predadoras especialistas de cupins. Desta forma, as formigas desempenham um papel secundário no controle do número de espécies de cupins em escalas maiores, como de uma assembleia. O trabalho de Gonçalves *et al.* (2005) concorda com estes resultados, onde a atividade dos térmitas arbóreos foi negativamente influenciada pela presença das formigas predadoras ($p = 0,013$). No entanto, a presença de formigas não predadoras não influenciou a atividade dos cupins ($p = 0,381$).

Em contrapartida a composição de espécies de cupins esteve fortemente correlacionada com a composição de formigas ($r^2 = 0,47$; $p = 0,002$) nas áreas estudadas. Esse resultado sugere que outros fatores, podem estar limitando e determinando a composição de formigas e cupins. Em locais mais heterogêneos, os fatores bióticos normalmente são menos relevantes que fatores ambientais que em muitos casos acabam por limitar a distribuição de espécies (Andersen 1992; Parr 2008; Baccaro *et al.* 2012).

5.3. Resposta às variáveis ambientais e mudanças nas composições de espécies

De acordo com Costa *et al.* (2005), gradientes topográficos e edáficos são reconhecidos por serem importantes divisores de nichos ecológicos e um importante indicador de distribuição de espécies na bacia Amazônia. Neste trabalho as assembleias de cupins e de formigas estiveram relacionadas com as mesmas variáveis: altitude e quantidade de potássio. Esse resultado sugere que ambas assembleias podem ser estruturadas de forma similar pelo ambiente.

A porcentagem de argila no solo tem grande importância na construção de ninhos dos cupins (Wood 1988) e das formigas (Oliveira 2013), devido a estes insetos em sua maioria construírem seus ninhos no solo. No entanto, neste trabalho a porcentagem de argila não foi importante para a distribuição de ambos os grupos. Provavelmente este resultado está relacionado com pequena variação de granulometria na área estudada (Schuurman 2006). Normalmente quanto maior a amplitude do gradiente ambiental estudado, maior a importância na estruturação das comunidades (Pansonato *et al.* 2013).

Por exemplo, estudos realizados na Amazônia central, onde a amplitude de variação na porcentagem de argila no solo é grande, invertebrados como cupins (Dambros 2010), formigas (Oliveira *et al.* 2009; Souza *et al.* 2012), ácaros oribatídeos (Moraes *et al.* 2011) e baratas (Tarli *et al.* 2014) estão correlacionados com este fator.

A variável altitude foi correlacionada com a composição das assembleias de cupins e de formigas e parece estar estruturando ambas comunidades de forma similar. Palin *et al.* (2011), estudando o efeito da altitude em cupins numa floresta amazônica no Peru, encontrou que a composição de espécies de cupins muda em relação a altitude. O mesmo resultado foi encontrado em outros locais, como na Amazônia (Dambros 2010) e para diferentes subfamílias de cupins (Macrotermitinae e Nasutitermitinae) (Inoue *et al.* 2006). A correlação entre composição de espécies de formigas e altitude também é relativamente bem documentada (Kaspari 2000; Fagundes 2005; Oliveira *et al.* 2009; Oliveira 2013). Por exemplo, Vasconcellos *et al.* (2003), demonstrou que a composição de espécies está correlacionada com a altitude do terreno e atribuiu essa correlação ao fato que altitude está correlacionada com outros fatores edáficos. De fato, devido a pequena amplitude de variação da altitude neste trabalho, a elevação do terreno não deve estar afetando a composição de formigas e cupins de forma direta. Em diversos locais na Amazônia a altitude pode ser vista como um *proxy* para diversas variáveis edáficas do ambiente. Ao longo do gradiente topográfico, o tipo de solo (Baccaro *et al.* 2008), vegetação (Schietti *et al.* 2014), disponibilidade de água (Oliveira *et al.* 2008) e temperatura (Ribeiro *et al.* 1999) variam, o que pode influenciar o comportamento de nidificação e forrageamento dos cupins e das formigas.

O nitrogênio, fósforo e o potássio (NPK), entre outros elementos são responsáveis por regular distribuição das espécies de plantas e da fauna edáfica, as quais dependem destes nutrientes para crescimento e reprodução (Donovan *et al.* 2001; Wright *et al.* 2011). Rückamp (2012), que encontrou em seu trabalho com nutrientes do solo em cupinzeiros um valor elevado de cálcio, magnésio, fósforo e potássio no montículo dos cupins, no solo ao seu redor e no subsolo indicando que os cupins influenciam o enriquecimento do solo. Assim como, Wagner *et al.* (1997) também encontrou uma quantidade maior nitrato, amônia, fósforo e potássio em formigueiros e ao seu redor, o que

mostra que as formigas também tem papel importante no enriquecimento do solo com determinados nutrientes essenciais para o ambiente edáfico. Neste trabalho, a quantidade de potássio no solo foi correlacionada com ambas assembleias.

O potássio é considerado um elemento chave do solo e necessita de atividade microbiana para ser liberado no meio ambiente, dado que ele é encontrado em tecidos vegetais (Seastedt 1984). Esse fato, sugere que em locais onde o potássio não é limitante, maior atividade microbiana é esperada (Wright *et al.* 2011). Como as bactérias são a base alimentar de pequenos artrópodes, como Collembola, Protura e Acari, e estes por sua vez são a principal fonte proteica de grupos superiores na teia trófica, como as formigas, seria esperado uma ligação forte entre a concentração deste elemento no solo e a composição de formigas. Além disso, o potássio tem papel fundamental no crescimento de plantas e na estrutura da vegetação e serapilheira, fatores estes que são de extrema importância no nicho dos cupins e das formigas (Wright *et al.* 2011).

O presente trabalho mostrou que tanto as assembleias de cupins como de formigas covariam no espaço de forma similar. As composições de espécies de cupins e formigas parecem estar estruturadas em função das mesmas variáveis ambientais. Esse resultado sugere que, no nível da assembleia, o papel da predação de cupins por formigas fica em segundo plano, e demonstra uma intrínseca relação entre esses grupos. Tanto cupins como formigas compartilham o mesmo espaço para nidificação e para o forrageamento e parecem depender das mesmas variáveis ambientais para subsistência.

6. Referências

Alonso, L. E.; Agosti, D.; 2000. Biodiversity studies, Monitoring, and Ants: An Overview, p. 1-8. In D. Agosti, J. D. Majer, L. E. Alonso & T. R. Schultz (eds.), *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity. Smithsonian Institution Press*, Washington, D. C., USA.

Andersen, A. N.; 1992. Regulation of "Momentary" Diversity by Dominant Species in Exceptionally Rich Ant Communities of the Australian Seasonal Tropics. *The American Naturalist*, 140(3): 401-420.

Baccaro, F. B. *Densidade de Iscas e variáveis ambientais influenciando a dominância nas comunidades de formigas em Florestas de Terra Firme, Amazônia*. Tese de mestrado/ Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/ Universidade Federal do Amazonas. 56pp.

Baccaro, F. B.; Drucker, D. P.; Vale, J.; Oliveira, M. L.; Magalhães, C.; Lepsch-Cunha, N.; Magnusson, W. E. 2008. *Reserva Ducke, a biodiversidade amazônica através de uma grade*. Manaus, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Áttema Design Editorial. 11-20 p.

Baccaro, F.B.; Ketelhut, S.M.; de Moraes, J.W. 2010. Resource distribution and soil moisture content can regulate bait control in an ant assemblage in Central Amazonian forest. *Austral Ecology*, 35: 274–281.

Baccaro, F.B.; Souza, J. L. P.; Franklin, E.; Landeiro, V. L.; Magnusson, W.E. 2012. Limited effects of dominant ants on assemblage species richness in three Amazon forests. *Ecological Entomology*, 37(1): 1-12.

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): 1-11.

Bunge, J.; Fitzpatrick, M. 1993. Estimating the Number of Species: A Review. *Journal of the Statistical Association*, 88(421): 364-373.

Chao, A. 1984. Nonparametric estimation of the number of classes in a population. *Scand. J. Stat.* 11: 265–270.

Chauvel, A.; Lucas, Y.; Boulet, R. 1987. On the genesis of soil mantle of the region of Manaus, Central Amazonia, Brazil. *Experientia*, 43: 234-241

Colwell, R.K.; Coddington, J.A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society (Series B)*, 345: 101-118.

Colwell, R. K.; Mao, C. X.; Chang, J. 2004. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology* 85: 2717–2727.

Colwell, R.K.; A, Chao.; Gotelli, N. J.; Lin, S. Y.; Mao, C. X.; Chazdon, R. L.; Longino, J. T. 2012. Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation and comparison of assemblages. *J. Plant Ecol.* 5: 3–21.

Colwell, R. K. 2013. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. User's Guide and application.

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

Costa, F. R. C.; Magnusson, W.E.; Luizao, R. C.; 2005. Meso-scale Distribution Patterns of Amazonian Understorey Herbs in Relation to Topography Soil and Watersheds. *Journal of Ecology*, 93: 863-878.

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. *Brazilian Journal of Nature Conservation*, 8: 3-12.

Dambros, C. S. 2010. *Efeito do ambiente na composição de espécies de térmitas (Isoptera) e efeito da suficiência amostral em uma floresta primária de terra-firme na Amazônia central*. Dissertação de Mestrado/Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. 36 pp.

Davies, R. G.; Eggleton, P.; Jones, D. T.; Gathorne-Hardy, F. J.; Hernández, L. M. 2003. Evolution of termite functional diversity: Analysis and synthesis of local ecological and regional influences on local species richness. *Journal of Biogeography*, 30(6), 847-877.

Donovan, S. E.; Eggleton, P.; Bignell, E.; 2001. Gut Content Analysis and a New Feeding Group Classification of Termites. *Ecological Entomology*, 26: 356-366.

- Eggleton, P.; Bignell, D. E.; Sands, W. A.; Waite, B.; Wood, T. G.; Lawton J. H. 1995. The species richness of termites (Isoptera) under differing levels of forest disturbance in the Mbalmayo Forest Reserve, Southern Cameroon. *Journal of Tropical Ecology*, 11(1), 85–98.
- Faith, D. P.; Minchin, P. R.; Belbin, L. 1987. Compositional Dissimilarity as a Robust Measure of Ecological Distance. *Vegetatio*, 69: 57-68.
- Gaston, K. J. 2000. Global patterns in biodiversity. *Nature*, 405, 220-227.
- Gillison, A. N.; Jones, D. T.; Susilo, F.; Bignell, D. E. 2003. Vegetation indicates diversity of soil macroinvertebrates: a case study with termites along a land-use intensification gradient in lowland Sumatra. *Organisms Diversity & Evolution*, 3, 111–126.
- Godfray, H. C. J.; Lawton, J. H. 2001. Scale and species numbers. *Ecology & Evolution*, 16 (7), 400-407.
- Gonçalves, T. T.; Reis, R. J.; DeSouza, O.; Ribeiro, S. P. 2005. Predation and Interference Competition Between Ants (Hymenoptera: Formicidae) and Arboreal Termites (Isoptera: Termitidae). *Sociobiology*, 46(2): 1-11.
- Gotelli, N. J.; Colwell, R. K. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*, 4: 379-391.
- Höfer, H.; Hanagarth, W.; Garcia, M.; Martius, C.; Franklin, E.; Römbke, J.; Beck, L. 2001. Structure and function of soil fauna communities in Amazonian anthropogenic and natural ecosystems. *European Journal of Soil Biology*, 37(4), 229–235.
- Holldobler, B.; Wilson, E. O. 1990. The Ants. Harvard University Press, Harvard. 732 p.
- Hunter, M. D. 1990. Differential susceptibility to variable plant phenology and its role in competition between two insect herbivores on oak. *Ecological Entomology* (15), 401-408.

Inoue, T.; Takematsu, Y.; Yamada, A.; Hongoh, Y.; Johjima, T.; Moriya, S.; Sornnuwat, Y.; Vongkaluang, C.; Ohkuma, M.; Kudo, T. 2006. Diversity and abundance of termites along an altitudinal gradient in Khao Kitchagoot National Park, Thailand. *Journal of Tropical Ecology*, 22:609–612.

Jaffe, K.; Pérez, E.; Lattke, J. (1993). El mundo de las hormigas (p. 179).

Jouquet, P.; Boulain, N.; Gignoux, J.; Lepage, M. 2004. Association between subterranean termites and grasses in a West African savanna: spatial pattern analysis shows a significant role for *Odontotermes n. pauperans*. *Applied Soil Ecology*, 27(2), 99–107.

Jouquet, P.; Janeau, J. L.; Pisano, A.; Sy, H. T.; Orange, D.; Minh, L. T. N.; Valentin, C. 2012. Influence of earthworms and termites on runoff and erosion in a tropical steep slope fallow in Vietnam: A rainfall simulation experiment. *Applied Soil Ecology*, 61: 161–168.

Kaspari, M. 1996. Testing resource-based models of patchiness in four Neotropical litter ant assemblages. *Oikos*, 76: 443-454.

Kaspari, M.; Weiser, M. D. (2000). Ant Activity along Moisture Gradients in a Neotropical Forest. *Biotropica*, 32(4), 703–711.

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

Longhurst, C.; Johnson, R. A.; Wood T. G. 1978. Predation by *Megaponera foetens* (Fabr.) (Hymenoptera: Formicidae) on Termites in the Nigerian Southern Guinea Savanna. *Oecologia* (Berl.), 32:101-107.

Longino, J. T.; Coddington, J.; Colwell, R. K. (2002). The ant fauna of tropical rain forest: estimating species richness three different ways. *Ecological Society of América*, 83(3), 689–702.

Luizão, R. C. C.; Luizão, F. J.; Paiva, R. Q.; Monteiro, T.F.; Sousa, L.S.; Kruijt, B. 2004. Variation of carbon and nitrogen cycling processes along a

topographic gradient in a central Amazonian forest. *Global Change Biology*, 10: 592–600

Mayr, E. 2004. What makes biology unique? Consideration in the autonomy of a scientific discipline. Cambridge Univ. Press. 232pp.

McCarthy, M.; Hedges, J.; Pratum, T.; Benner, R. 1998 Bacterial origin of a major fraction of refractory marine dissolved organic nitrogen. *Mineralogical Magazine*, 62, 979-980.

Miranda, P. N.; Oliveira, M. A.; Baccaro, F. B.; Morato, E. F.; Delabie, J. H. C. 2012. Check List of Ground-dwelling Ants (Hymenoptera: Formicidae) of the Eastern Acre, Amazon, Brasil. *Check List*, 8(4): 722-730.

Moraes, J.; Franklin, E.; Morais, J.W.; Souza, J.L.P. 2011. Species diversity of edaphic mites (Acari: Oribatida) and effects of topography, soil properties and litter gradients on their qualitative and quantitative composition in 64 km² of forest in Amazonia. *Experimental and Applied Acarology*. 55: 39–63.

Moreno, C.; Halffter, G. 2000. Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. *Journal of Applied Ecology* 37: 149–158.

Oksanen, J.; Kindt, R.; Legendre, P.; O'hara, B.; Simpson, G. L.; Stevens, M. H. H.; Wagner, H. 2008. Vegan: Community Ecology Package.

Oliveira, M.L.; Baccaro F. B.; Braga-Neto, R.; Magnusson, W.E. 2008. *Reserva Ducke: a biodiversidade através de uma grade*. Áttema Design Editorial, Manaus, Amazonas. 166 pp.

Oliveira, P. Y.; Souza, J .L. P.; Baccaro, F. B.; Franklin, E. 2009. Ant species distribution along a topographic gradient in a terra-firme forest in Central Amazon. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44(8): 852–860.

Oliveira, A. H. C. *Padrões temporais de diversidade: dinâmica de assembleias de formigas de liteira (Hymenoptera: Formicidae) em 25 km² de floresta Amazônica*. Tese de mestrado/ Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia. 37 pp.

- Palin, O. F.; Eggleton, P.; Malhi, Y.; Girardin, C. A. J.; Rozas-Da'vila, A.; Parr, C. L. 2011. Termite Diversity along an Amazon–Andes Elevation Gradient, Peru. *Biotropica* 43(1): 100–107.
- Parr, C. L. 2008. Dominant Ants Can Control Assemblage Species Richness in a South African savanna. *Journal of Animal Ecology*, 77: 1191–1198.
- Pequeno, P. A. C. L.; Pantoja, P. O. 2012. Negative Effects of Azteca Ants on the Distribution of the Termite *Neocapritermes braziliensis* in Central Amazonia. *Sociobiology*, 59: 3.
- Perfecto, I.; Vandermeer, J. 1996. Microclimatic changes and the indirect loss of ant diversity in a tropical agroecosystem. *Oecologia*, 108: 577-582.
- Prestwich, G. D. 1979. Defence Secretion of the Black Termite, *Gralla* to *Termes Africanus* (Termitidae, Nasutitermitinae). *Insect Biochem*, 9:563-567.
- Pulliam, H. R. 2000. On the relationship between niche and distribution. *Ecology Letters*, 3: 349-361.
- Razo-González, M.; Castano-Menesesa, G.; Callejas-Chavero, A.; Pérez Velázquez, D.; Palacios-Vargasa, J. G. 2014. Temporal variations of soil arthropods community structure in El Pedregal de San Ángel Ecological Reserve, Mexico City, Mexico. *Applied Soil Ecology*, 83: 88-94.
- Ribeiro, J. E. L.; Hopkins, M. J. G.; Vicentini, A.; Sothers, C. A.; Costa, M. A. S.; Brito, J. M.; Souza, M. A.; Martins, L. H. P.; Lohmann, L. G.; Assunção, P. A. C. L.; Pereira, E. C.; Silva, C. F.; Mesquita, M. R.; Procópio, L. C. 1999. *Flora da Reserva Ducke: Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central*. Manaus, INPA-DFID. 793 p.
- Ricklefs, R. E. 1996. *A economia da natureza*. Rio de Janeiro. Editora Guanabara Koogan, 3º edição. 470p.
- Rocha, M. M.; Cancellato, E. M.; Carrijo, T. F. 2012. Neotropical termites: revision of *Armitermes* Wasmann (Isoptera, Termitidae, Syntermitinae) and phylogeny of the Syntermitinae. *Systematic Entomology*, 37: 793-827.

Rosseel, Y. 2012. Lavaan: An R Package for Structural Equation Modeling. *J. Stat. Softw.* 48: 1–36.

Rückamp, D.; Martius, C.; Bornemann, L.; Kurzatkowski, D.; Naval, L. P.; Amelung, W. 2012. Soil genesis and heterogeneity of phosphorus forms and carbon below mounds inhabited by primary and secondary termites. *Geoderma*. 170, 239–250.

Rueda-Almonacid, J. F.; Carr, J. L.; Mittermeier, R. A.; Rodríguez-Mahecha, J. F.; Mast, R. B.; Vogt, R. C.; Rhodin, A. G. J.; Ossa –Velásquez, J.; Rueda, J. N.; Mittermeier, C. G. 2007. Las tortugas y los cocodrilianos de los países andinos del trópico. *Conservación Internacional*, Editorial Panamericana. 538 pp.

Seastedt, T. R. 1984. The role of microarthropods in decomposition and mineralization processes. *Ann. Rev. Entomol.* 29:25-46.

Schenk, H. J.; Holzapfel, C.; Hamilton, J. G.; Mahall, B. E. 2003. Spatial ecology of a small desert shrub on adjacent geological substrates. *Journal of Ecology*, 91, 383–395

Schietti, J.; Emilio, T.; Rennó, C. D.; Drucker, D. P.; Costa, F. R. C.; Nogueira, A.; Baccaro, F. B.; Figueiredo, F.; Castilho, C. V.; Kinupp, V.; Guillaumet, J. L.; Garcia, A. R. M.; Lima, A. P.; Magnusson, W. E. 2014. Vertical distance from drainage drives floristic composition changes in an Amazonian rainforest. *Plant Ecology & Diversity*, 7(1-2): 241-253.

Schmitz, O. J. 2007. Predator Diversity and Trophic Interactions. *Ecology*, 88 (10): 2415-2426.

Scholtz, O. I.; Macleod, N.; Eggleton, P. 2008. Termite Soldier Defence Strategies: A Reassessment of Prestwich's Classification and an Examination of the Evolution of Defence Morphology Using Extended Eigen Shape Analyses of Head Morphology. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 153:631–650.

Schuurman, G. Foraging and distribution patterns in a termite assemblage dominated by fungus-growing species in semi-arid northern Botswana. *Journal of Tropical Ecology*, 22: 277–287.

Sih, A.; Englund, G.; Wooster, D. 1998. Emergent impacts of multiple predators on prey. *Tree*, 13 (9): 350-355.

Soberón, J. M. 1993. The Use of Species Accumulation Functions for the Prediction of Species Richness. *Conservation Biology*, 7 (3): 480-488.

Soberón, J. M. 2010. Niche and area of distribution modeling: a population ecology perspective. *Ecography*, 33: 159-167.

Souza, J. L. P.; Moura, C. A. R.; Franklin, E. 2008. Cost-efficiency and information reduction in inventories of ants in an Amazonian forest reserve. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44: 940-948.

Souza, J. L. P.; Baccaro, F. B.; Landeiro, V. L.; Franklin, E.; Magnusson, W. E. 2012. Trade-offs between complementarity and redundancy in the use of different sampling techniques for ground-dwelling ant assemblages. *Applied Soil Ecology*, 56, 63–73.

Stork, N. E.; Eggleton, P. 1992. Invertebrates as determinants and indicators of soil quality. *American Journal of Alternative Agriculture*, 7(1), 38-47.

Tarli, V.D.; Pequeno, P.A.C.L.; Franklin, E.; Morais, J.W.; Souza, J.L.P.; Oliveira, A.H.C.; Guilherme, D.R. 2014. Multiple environmental controls on cockroach assemblage structure in a Tropical rain forest. *Biotropica*, 46, 598-607.

Vasconcelos, H. L.; Macedo, A. C. C.; Vilhena, J. M. S. 2003. Influence of Topography on the Distribution of Ground-Dwelling Ants in an Amazonian Forest. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*. 38 (2): 115-124.

Wagner, D.; Brown, M. J. F.; Gordon, D. M. 2011. Harvester ant nests, soil biota and soil chemistry. *Oecologia*, 112: 232-236.

Wood, T. G. 1988. Termites and the Soil Environment. *Biology and Fertility of Soils*, 6(3), 228-236.

Wright, J. S.; Yavitt, J. B.; Wurzbarger, N.; Turner, B. L.; Tanner, E. V. J.; Sayer, E. J.; Santiago, L. S.; Kaspari, M.; Heidin, L. O.; Harms, K. E.; Garcia, M. N.; Corre, M. D. 2011. Potassium, Phosphorus, or Nitrogen Limit Root Allocation, Tree Growth, or Litter Production in a Lowland Tropical Forest. *Ecology*, 92(8):1616-1625.

[illegible]

<i>Cerapachys</i> sp. 2			x							x
<i>Cerapachys splendens</i>	x								x	
<i>Cheliomyrmex</i> sp. 1		x							x	
<i>Crematogaster acuta</i>			x					x		
<i>Crematogaster brasiliensis</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Crematogaster flavosensitiva</i>	x	x			x	x	x	x		x
<i>Crematogaster limata</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Crematogaster sotobosque</i>			x	x		x		x	x	
<i>Crematogaster</i> sp. 4					x			x		
<i>Crematogaster</i> sp. 7		x				x				
<i>Crematogaster</i> sp. 8			x	x				x	x	
<i>Crematogaster stollii</i>			x			x				
<i>Crematogaster tenuicula</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Cyphomyrmex laevigatus</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Cyphomyrmex minutus</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Cyphomyrmex rimosus</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Cyphomyrmex</i> sp. 1			x	x	x	x		x	x	
<i>Cyphomyrmex</i> sp. 10				x			x			
<i>Cyphomyrmex</i> sp. 11				x			x			
<i>Cyphomyrmex</i> sp. 12			x		x		x			
<i>Cyphomyrmex</i> sp. 13				x					x	
<i>Cyphomyrmex</i> sp. 2			x			x		x	x	
<i>Cyphomyrmex</i> sp. 4	x		x	x		x		x	x	
<i>Cyphomyrmex</i> sp. 5	x	x	x			x			x	x
<i>Cyphomyrmex</i> sp. 6		x		x		x	x		x	x
<i>Cyphomyrmex</i> sp. 7			x	x		x		x	x	

<i>Cyphomyrmex</i> sp. 8				x			x		x	
<i>Cyphomyrmex</i> sp. 9				x			x	x		
<i>Cyphomyrmex strigatus</i>						x			x	
<i>Discothyrea</i> sp. 1	x		x	x	x		x			x
<i>Discothyrea</i> sp. 3					x			x		
<i>Dolichoderus bidens</i>			x			x				
<i>Dolichoderus bispinosus</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Dolichoderus cogitans</i>	x					x				
<i>Dolichoderus debilis</i>		x								x
<i>Dolichoderus imitator</i>			x			x				
<i>Eciton burchellii</i>	x				x		x			x
<i>Ectatomma brunneum</i>	x	x		x	x	x	x	x	x	
<i>Ectatomma edentatum</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Ectatomma horni</i>					x			x		
<i>Ectatomma lugens</i>			x	x				x	x	
<i>Gigantiops destructor</i>					x					x
<i>Gnamptogenys ericae</i>	x	x							x	x
<i>Gnamptogenys haenschi</i>			x							x
<i>Gnamptogenys horni</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Gnamptogenys moelleri</i>	x	x	x		x	x	x	x	x	x
<i>Gnamptogenys relict</i>			x		x		x	x		x
<i>Gnamptogenys</i> sp. 10			x				x			
<i>Gnamptogenys</i> sp. 11			x						x	
<i>Gnamptogenys</i> sp. 6	x			x		x				x
<i>Gnamptogenys tortulosa</i>			x							x
<i>Hylomyrma</i> sp. 1	x		x		x	x			x	x

<i>Hylomyrma</i> sp. 10	x			x						x
<i>Hylomyrma</i> sp. 3				x		x				
<i>Hylomyrma</i> sp. 4	x		x	x			x			x
<i>Hylomyrma</i> sp. 5			x				x			
<i>Hylomyrma</i> sp. 6					x			x		
<i>Hylomyrma</i> sp. 7			x	x	x			x	x	
<i>Hylomyrma</i> sp. 8					x				x	
<i>Hylomyrma</i> sp. 9	x		x	x						x
<i>Hypoponera</i> sp. 1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Hypoponera</i> sp. 2	x	x	x	x	x	x		x	x	x
<i>Hypoponera</i> sp. 3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Hypoponera</i> sp. 4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Hypoponera</i> sp. 5	x	x	x	x	x	x		x	x	x
<i>Hypoponera</i> sp. 6			x	x				x		
<i>Hypoponera</i> sp. 7	x	x	x	x	x	x	x	x		x
<i>Hypoponera</i> sp. 8	x	x	x	x		x	x	x	x	x
<i>Hypoponera</i> sp. 9	x					x				
<i>Labidus spininodis</i>			x						x	
<i>Linepithema</i> sp. 1					x					x
<i>Megalomyrmex</i> sp. 1				x		x			x	
<i>Megalomyrmex</i> sp. 3				x	x	x		x	x	
<i>Megalomyrmex</i> sp. 4			x						x	
<i>Megalomyrmex</i> sp. 5	x									x
<i>Megalomyrmex</i> sp. 6	x	x	x	x	x				x	x
<i>Megalomyrmex</i> sp. 7		x	x	x			x	x		x
<i>Megalomyrmex</i> sp. 8	x		x		x			x	x	x

<i>Megalomyrmex</i> sp. 9				X						X
<i>Megalomyrmex wallacei</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
<i>Mycetarotes</i> sp. 1	X		X		X	X	X	X		
<i>Mycocepurus goeldii</i>		X			X				X	
<i>Mycocepurus</i> sp. 1	X	X		X	X	X	X		X	X
<i>Mycocepurus</i> sp. 2					X		X	X	X	
<i>Mycocepurus</i> sp. 3			X	X	X			X	X	X
<i>Myrmicocrypta</i> sp. 1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Myrmicocrypta</i> sp. 2		X	X	X	X	X		X	X	X
<i>Myrmicocrypta</i> sp. 3	X	X	X	X		X			X	X
<i>Myrmicocrypta</i> sp. 4	X		X				X			X
<i>Myrmicocrypta</i> sp. 5	X									X
<i>Neivamyrmex</i> sp. 1		X				X				X
<i>Neivamyrmex</i> sp. 2				X		X	X			
<i>Neivamyrmex</i> sp. 3			X	X				X		X
<i>Neivamyrmex</i> sp. 4		X						X		
<i>Nesomyrmex</i> sp. 1					X			X		
<i>Nylanderia</i> sp. 1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Nylanderia</i> sp. 2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Nylanderia</i> sp. 3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Nylanderia</i> sp. 4	X	X	X	X		X	X	X		X
<i>Nylanderia</i> sp. 5		X	X	X			X	X		
<i>Ochetomyrmex semipolitus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Octostruma balzani</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Octostruma iheringi</i>			X	X				X	X	
<i>Octostruma</i> sp. 3			X				X			

<i>Odontomachus bauri</i>	x	x							x	x
<i>Odontomachus caelatus</i>			x						x	
<i>Odontomachus chelifer</i>	x		x							x
<i>Odontomachus haematodus</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Odontomachus haematotus</i>					x					x
<i>Odontomachus meinerti</i>				x					x	
<i>Odontomachus</i> sp. 1	x	x					x		x	
<i>Odontomachus</i> sp. 2		x	x			x				x
<i>Oxyepoecus ephippiatus</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Pachycondyla apicalis</i>			x		x		x			x
<i>Pachycondyla arhuaca</i>	x	x	x		x		x	x	x	x
<i>Pachycondyla constricta</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Pachycondyla crassinoda</i>	x									x
<i>Pachycondyla ferruginea</i>		x		x					x	x
<i>Pachycondyla harpax</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Pachycondyla impressa</i>	x			x	x	x				x
<i>Pachycondyla laevigata</i>			x					x		
<i>Pachycondyla</i> sp. 1				x						x
<i>Pachycondyla</i> sp. 2			x							x
<i>Pachycondyla stigma</i>		x	x					x	x	x
<i>Pachycondyla striata</i>	x	x	x	x	x		x	x	x	x
<i>Pachycondyla unidentata</i>				x					x	x
<i>Pachycondyla venusta</i>		x							x	
<i>Pachycondyla verenae</i>	x		x					x		x
<i>Pheidole cephalica</i>	x								x	
<i>Pheidole fracticeps</i>			x						x	

<i>Pheidole</i> sp. 1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Pheidole</i> sp. 10	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Pheidole</i> sp. 12		x		x	x	x	x	x	x	
<i>Pheidole</i> sp. 14	x					x				
<i>Pheidole</i> sp. 15	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Pheidole</i> sp. 16			x	x		x		x	x	
<i>Pheidole</i> sp. 17	x			x	x	x		x	x	x
<i>Pheidole</i> sp. 18	x		x	x		x	x	x		
<i>Pheidole</i> sp. 19	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Pheidole</i> sp. 2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Pheidole</i> sp. 20	x			x	x		x	x		
<i>Pheidole</i> sp. 21			x	x		x			x	
<i>Pheidole</i> sp. 22		x	x					x	x	x
<i>Pheidole</i> sp. 23		x	x	x		x		x	x	
<i>Pheidole</i> sp. 24			x	x	x	x		x	x	
<i>Pheidole</i> sp. 26		x	x	x				x	x	
<i>Pheidole</i> sp. 27				x				x		
<i>Pheidole</i> sp. 28			x		x	x				
<i>Pheidole</i> sp. 29			x	x		x	x			x
<i>Pheidole</i> sp. 30	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Pheidole</i> sp. 31	x				x	x			x	x
<i>Pheidole</i> sp. 32	x		x	x	x	x	x		x	x
<i>Pheidole</i> sp. 4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Pheidole</i> sp. 40		x	x	x	x	x		x	x	
<i>Pheidole</i> sp. 41			x	x		x		x	x	
<i>Pheidole</i> sp. 42	x	x		x	x	x	x	x	x	x

<i>Pheidole</i> sp. 43	x	x			x	x				
<i>Pheidole</i> sp. 44			x		x	x				x
<i>Pheidole</i> sp. 45		x	x	x		x	x	x	x	x
<i>Pheidole</i> sp. 46			x			x				x
<i>Pheidole</i> sp. 47			x	x		x	x			
<i>Pheidole</i> sp. 48			x	x		x		x	x	
<i>Pheidole</i> sp. 49			x	x	x		x	x	x	x
<i>Pheidole</i> sp. 50		x						x		
<i>Pheidole</i> sp. 51				x				x		
<i>Pheidole</i> sp. 52				x				x		
<i>Pheidole</i> sp. 53		x	x	x					x	x
<i>Pheidole</i> sp. 54				x					x	
<i>Pheidole</i> sp. 55			x						x	
<i>Pheidole</i> sp. 6		x	x	x		x	x	x	x	
<i>Pheidole</i> sp. 7	x	x	x	x	x	x	x	x		x
<i>Pseudomyrmex ita</i>		x							x	
<i>Pseudomyrmex</i> sp. 1	x			x	x		x		x	x
<i>Pseudomyrmex</i> sp. 3					x			x	x	
<i>Pseudomyrmex termitarius</i>		x		x	x			x	x	x
<i>Rhopalothrix</i> sp. 1					x			x	x	
<i>Rhopalothrix</i> sp. 2				x					x	
<i>Rogeria alzatei</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Rogeria leptanana</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Rogeria</i> sp. 3			x		x	x		x		
<i>Rogeria</i> sp. 4	x							x		
<i>Rogeria</i> sp. 5			x	x	x			x		x

<i>Sericomyrmex</i> sp. 1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Sericomyrmex</i> sp. 2		x	x				x	x		
<i>Sericomyrmex</i> sp. 3					x		x			x
<i>Sericomyrmex</i> sp. 5		x		x					x	
<i>Simopelta</i> sp. 1	x									x
<i>Simopelta</i> sp. 2			x							x
<i>Solenopsis geminata</i>	x		x	x		x		x		
<i>Solenopsis</i> sp. 1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Solenopsis</i> sp. 2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Solenopsis</i> sp. 3			x		x	x		x		
<i>Solenopsis</i> sp. 4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Solenopsis</i> sp. 5			x	x		x	x	x	x	
<i>Solenopsis</i> sp. 6	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Solenopsis</i> sp. 7		x	x	x	x	x		x	x	x
<i>Solenopsis</i> sp. 8	x		x	x		x	x	x		
<i>Stegomyrmex manni</i>			x							x
<i>Strumigenys appretiata</i>	x								x	
<i>Strumigenys beebei</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Strumigenys deinomastax</i>				x				x		
<i>Strumigenys denticulata</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Strumigenys elongata</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Strumigenys inusitata</i>		x	x	x			x			x
<i>Strumigenys smithii</i>	x	x			x					x
<i>Strumigenys</i> sp. 10	x	x							x	
<i>Strumigenys</i> sp. 11				x			x			
<i>Strumigenys</i> sp. 12	x	x	x	x	x	x			x	

<i>Strumigenys</i> sp. 13	x		x	x			x		x	
<i>Strumigenys</i> sp. 14			x					x	x	
<i>Strumigenys</i> sp. 15				x				x		
<i>Strumigenys</i> sp. 4	x	x	x	x	x	x		x	x	x
<i>Strumigenys</i> sp. 5				x		x				
<i>Strumigenys</i> sp. 6			x			x				
<i>Strumigenys</i> sp. 7			x	x		x		x	x	
<i>Strumigenys</i> sp. 8		x	x	x		x		x	x	x
<i>Strumigenys</i> sp. 9			x	x		x		x		
<i>Strumigenys trudifera</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Strumigenys zeteki</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Tapinoma melanocephalum</i>			x						x	
<i>Tapinoma</i> sp. 1					x				x	x
<i>Tatuidris tatusia</i>	x				x				x	x
<i>Tetramorium</i> sp. 2	x	x	x			x	x			x
<i>Thaumatomyrmex atrox</i>			x							x
<i>Trachymyrmex</i> sp. 1			x		x	x				x
<i>Trachymyrmex</i> sp. 10				x			x			
<i>Trachymyrmex</i> sp. 11				x	x		x	x	x	
<i>Trachymyrmex</i> sp. 12	x							x		
<i>Trachymyrmex</i> sp. 13	x		x					x	x	x
<i>Trachymyrmex</i> sp. 14				x					x	
<i>Trachymyrmex</i> sp. 2	x	x		x		x	x	x		
<i>Trachymyrmex</i> sp. 4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Trachymyrmex</i> sp. 5			x		x	x	x		x	
<i>Trachymyrmex</i> sp. 6		x		x		x		x		

<i>Trachymyrmex</i> sp. 7			x						x	
<i>Trachymyrmex</i> sp. 8				x						x
<i>Trachymyrmex</i> sp. 9		x	x	x			x	x	x	
<i>Tranopelta gilva</i>				x					x	
<i>Tranopelta</i> sp. 1					x		x			
<i>Wasmannia auropunctata</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Wasmannia rochai</i>				x					x	

Tabela 5 - Espécies de cupins por modulo e por coletas nas áreas de influência da UHE Santo Antônio Energia. Em ordem alfabética.

Espécies	Módulos					Coletas				
	Búfalo	Pedra	Paraná	Novo	Teotônio	1	2	3	4	5
<i>Agnathotermes glaber</i>					x		x			
<i>Anoplotermes</i> sp. 5	x	x	x		x	x	x		x	x
<i>Anoplotermes</i> sp. 6	x	x		x			x			
<i>Anoplotermes</i> sp. 7	x						x			x
<i>Anoplotermes</i> sp. 8	x	x	x	x	x	x	x		x	x
<i>Aparatermes</i> sp. 10				x		x	x			
<i>Aparatermes</i> sp. 11	x		x	x		x	x		x	
<i>Aparatermes</i> sp. 12	x	x	x	x	x	x	x	x		x
<i>Aparatermes</i> sp. 13			x	x		x				x
<i>Aparatermes</i> sp. 14		x	x	x	x		x		x	x
<i>Aparatermes</i> sp. 17	x									x
<i>Aparatermes</i> sp. 3		x		x					x	
<i>Aparatermes</i> sp. 5	x			x		x	x			
<i>Aparatermes</i> sp. 6	x	x	x			x	x		x	x
<i>Aparatermes</i> sp. 7	x	x	x	x	x	x	x			x
<i>Aparatermes</i> sp. 8	x		x		x	x				x
<i>Aparatermes</i> sp. 9	x	x	x	x	x	x	x		x	x
<i>Armitermes holmgreni</i>			x		x				x	
<i>Armitermes peruanus</i>	x								x	
<i>Atlantitermes</i> sp. 5		x	x	x	x		x	x	x	x
<i>Atlantitermes</i> sp. 6	x		x	x	x	x	x			
<i>Atlantitermes</i> sp. 7		x		x		x	x	x		

[illegible]

<i>Nasutitermes</i> sp. 18	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Nasutitermes</i> sp. 19	x						x			
<i>Nasutitermes</i> sp. 21	x	x			x	x	x	x	x	
<i>Nasutitermes</i> sp. 3	x				x	x		x		
<i>Nasutitermes</i> sp. 4				x	x	x			x	
<i>Natutitermes peruanus</i>			x				x			
<i>Neocapritermes opacus</i>	x								x	
<i>Neocapritermes pumilis</i>	x			x		x		x	x	
<i>Neocapritermes</i> sp. 1		x				x				
<i>Neocapritermes</i> sp. 3					x					x
<i>Neocapritermes</i> sp. 5					x					x
<i>Neocapritermes</i> sp. 8	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Neocapritermes talpa</i>			x		x	x		x		
<i>Neocapritermes taracua</i>	x	x	x	x	x	x	x			x
<i>Neocapritermes unicornis</i>					x				x	
<i>Neocapritermes utiariti</i>				x						x
<i>Orthognathotermes</i> sp. 1			x	x	x	x		x		
<i>Planicapritermes planiceps</i>	x	x	x			x	x	x	x	
<i>Rhynchotermes</i> sp. 1		x	x			x		x		
<i>Rhyncotermes</i> sp. 1					x	x				
<i>Rotunditermes bragantinus</i>				x				x		
<i>Rupitermes</i> sp. 13	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Ruptitermes arboreus</i>		x					x			
<i>Ruptitermes</i> sp. 10				x	x	x				
<i>Ruptitermes</i> sp. 11	x	x		x	x	x	x	x		x
<i>Ruptitermes</i> sp. 13		x	x		x			x	x	x
<i>Ruptitermes</i> sp. 14					x		x			
<i>Ruptitermes</i> sp. 15			x	x	x			x		

<i>Ruptitermes</i> sp. 4		x								x
<i>Ruptitermes</i> sp. 5				x						x
<i>Ruptitermes</i> sp. 6	x	x	x			x	x			
<i>Ruptitermes</i> sp. 8		x	x	x			x		x	
<i>Ruptitermes</i> sp. 9	x	x	x	x	x	x	x		x	x
<i>Silvestritermes holmgreni</i>		x	x	x		x	x			x
<i>Silvestritermes</i> sp. 1			x	x		x				
<i>Spinitermes longiceps</i>		x	x				x			x
<i>Spinitermes</i> sp. 1					x		x			
<i>Subulitermes microsoma</i>		x	x			x				
<i>Subulitermes</i> sp. 2	x	x	x	x		x	x			x
<i>Syntermes longiceps</i>	x	x	x	x	x	x	x		x	x
<i>Syntermes molestus</i>		x	x	x	x				x	x
<i>Syntermes peruanus</i>		x	x	x	x	x	x	x		x
<i>Syntermes</i> sp. 1	x			x	x	x	x			x
<i>Syntermes</i> sp. 2			x							x
<i>Syntermes</i> sp. 3			x	x			x	x		
<i>Syntermes spinosus</i>		x	x	x	x	x	x		x	x
<i>Syntermes tanygnathus</i>			x				x			
<i>Termes</i> sp. 1					x					x
<i>Tetimatermes</i> sp. 2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Triangularitermes triangulariceps</i>					x				x	
<i>Uncitermes teevani</i>				x		x				
<i>Velocitermes</i> sp. 2			x			x				
<i>Velocitermes</i> sp. 3					x		x			
<i>Coptotermes testaceus</i>	x		x		x	x		x	x	
<i>Heterotermes tenuis</i>					x		x			

<i>Rhinotermes hispidus</i>	x	x	x		x	x	x	x	x	
<i>Rhinotermes marginalis</i>			x	x		x	x			
<i>Rhinotermes</i> sp. 1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Calcaritermes</i> sp. 2				x			x	x	x	
<i>Calcaritermes</i> sp. 3				x	x		x	x	x	
<i>Rugitermes</i> sp. 1		x	x				x		x	
