

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

**Variáveis ambientais e relações entre assembleias de cupins e  
formigas em uma floresta ombrófila na Amazônia**

André Felipe da Silva

Manaus, Amazonas

Abril, 2015

André Felipe da Silva

**Variáveis ambientais e relações entre assembleias de cupins e formigas em uma floresta ombrófila na Amazônia**

Orientador: Fabrício Beggiato Baccaro

Co-orientadores: José Wellington de Moraes

Jorge Luiz Pereira de Souza.

Dissertação apresentada à coordenação do programa de pós – graduação em entomologia como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas (Entomologia).

**Manaus, Amazonas**

**Abril, 2015**

S586 Silva, André Felipe da  
Variáveis ambientais e relações entre assembleias de cupins e formigas em uma floresta ombrófila na Amazônia / André Felipe da Silva . --- Manaus: [s.n.], 2015.

55 f.

Dissertação (Mestrado) --- INPA, Manaus, 2015.

Orientador: Fabrício Beggiato Baccaro

Coorientador: José Wellington de Moraes, Jorge Lu

Área de concentração: Entomologia

1. Cupins. 2. Formigas. 3. Ecologia de insetos. I. Título.

CDD 595.7

### **Sinopse:**

Estudou-se a composição e estrutura de assembleias de cupins e formigas de liteira em uma floresta ombrófila na Amazônia. Foram abordados 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.

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

Aos meus pais Sonia e Moisés 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.

Ao meu coorientador Drº Jorge Luiz Pereira de Souza, pelo compromisso, presteza e sugestões ao longo do 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 pelas coletas, identificação dos cupins, ajuda nas análises e pelas conversas de laboratório. E claro por ser um dos meus “orientadores” neste trabalho.

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

A todos meus amigos e companheiros de turma do mestrado.

A todos os amigos do Laboratório de Malária e Dengue.

Ao meu irmão, melhor amigo e caçula preferido Matheus.

Finalmente, aos meus pais, Sonia e Moysés, por todo amor, apoio, confiança, paciência, alegrias e por me fazerem aprender o verdadeiro sentido da palavra “família”.

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

## 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 analisadas as relações das composições das assembleias de cupins e formigas coletadas entre dos anos de 2013 e 2014 com algumas variáveis ambientais (altitude, argila e potássio) 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 m<sup>2</sup> 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. Visualizou-se uma mudança nas composições de espécies de cupins e de formigas com as variáveis altitude e quantidade de potássio no solo, assim como 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 essas comunidades. Porém, neste trabalho o papel da competição na estruturação das assembleias de cupins e de formigas de liteira não ficou claro, entretanto foi constatado que ambas assembleias covariam no espaço de forma similar e são regidas pelas mesmas variáveis ambientais, demonstrando, assim, a intrínseca relação entre os grupos.

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

## **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 m<sup>2</sup> 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

<b>Lista de Tabelas.....</b>	<b>ix</b>
<b>Lista de Figuras .....</b>	<b>x</b>
<b>1. Introdução .....</b>	<b>2</b>
<b>2. Objetivos.....</b>	<b>5</b>
<b>3. Material e Métodos .....</b>	<b>5</b>
3.1. Área de Estudo .....	5
3.2. Métodos de Amostragem (Cupins) .....	8
3.3. Métodos de amostragem (Formigas) .....	10
3.4. Variáveis ambientais .....	11
3.5. Análise dos dados .....	12
<b>4. Resultados .....</b>	<b>13</b>
4.1. Número de espécies de térmitas.....	13
4.2. Número de espécies de formigas .....	14
4.3. Relação entre cupins e formigas.....	15
4.4. Relação entre cupins e formigas com o ambiente .....	16
<b>5. Discussão .....</b>	<b>21</b>
5.1. Curvas de rarefação e estimadores de riqueza .....	23
5.2. Relação Cupins x Formigas.....	24
5.3. Resposta às variáveis ambientais e mudanças nas composições de espécies .....	25
<b>6. Referências .....</b>	<b>28</b>
<b>7. Apêndices .....</b>	<b>37</b>



## Lista de Tabelas

<b>Tabela 1</b> – Lista das datas das cinco coletas realizadas nos módulos de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antônio Energia.....	6
<b>Tabela 2</b> - 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 Usina Hidrelétrica Santo Antônio Energia, Porto Velho – Rondônia. (Pontos = Distância em quilômetros do reservatório, onde 0 é a margem fixa do reservatório). *Coordenadas referentes ao início da parcela.....	7
<b>Tabela 3</b> - 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
<b>Tabela 4</b> - Encontros de formigas por módulos e por coletas nas áreas de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antônio Energia. Espécies em ordem alfabética.....	33
<b>Tabela 5</b> - Encontros de cupins por módulo e por coletas nas áreas de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antônio Energia. Espécies em ordem alfabética.....	45

## Lista de Figuras

- Figura 1** - Módulos de coleta nas áreas de influência da Usina Hidrelétrica 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 Usina Hidrelétrica Santo Antônio Energia, Porto Velho – Rondônia, 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 *Mini Winkler* (B) nos módulos da Usina Hidrelétrica 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 Usina Hidrelétrica Santo Antônio Energia.....15
- Figura 7** - Gráficos das parciais entre a composição de espécies de cupins e as variáveis ambientais usadas no modelo de regressão.....16
- Figura 8** - Gráficos das parciais entre a composição de espécies de formigas e as variáveis ambientais usadas no modelo de regressão.....16
- Figura 9** - Distribuição de espécies/morfoespécies de cupins ao longo do gradiente de altitude (m) nas áreas de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antônio Energia.....18
- Figura 10** - Distribuição de espécies/morfoespécies de formigas ao longo do gradiente de altitude (m) nas áreas de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antônio Energia.....19

## 1. Introdução

Processos em escala regional, como fatores ligados às variações do ambiente, 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 pelos ecólogos. 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 visíveis 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) pode 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). Além disso, ocupam vários níveis na cadeia trófica e são considerados 'engenheiros do ecossistema' (Jaffe *et al.* 1993), participando ativamente do processo de formação, manutenção e ciclagem de nutrientes do solo e, indiretamente, regulando o fornecimento de nutrientes para plantas (Gilison *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 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 a 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, físicas e químicas, 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). Esse 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 (Costa & Magnusson, 2010). De acordo com Costa & Magnusson (2010) a variação de argila no solo pode chegar à 20% a cada 20 metros de altitude. Características essas que estão relacionadas à distância em que as áreas se encontram da água. Quanto mais alto o local, menor a umidade e, por outro lado, 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, na 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, com mais espécies de formigas nos locais mais argilosos, porém esse estudo sugeriu que a maioria das espécies de formigas são especialistas no habitat, uma vez que metade das espécies foram encontradas somente nos baixios ou nos platôs.

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 considerada um fator regulador das assembleias de artrópodes de solo em uma floresta no ao sul do México (Razo-González *et al.* 2014). Ressalta-se que

o potássio é considerado mais “móvel” em relação a outros macro nutrientes (nitrogênio e fósforo), de modo que ele é encontrado em abundância em tecidos vegetais, que necessitam de atividade microbiana para sua liberação no ambiente (Seastedt 1984).

Além da forte ligação com o ambiente, tanto formigas quanto 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), o que resulta em poucas espécies dominantes, ou seja, muito abundantes, e muitas espécies menos abundantes (Preston 1966). Esse padrão é uniforme 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 as principais predadoras de térmitas na natureza e, para tanto, ambos os táxons possuem adaptações morfológicas e comportamentais para o ataque e defesa dos possíveis predadores. Souza & Moura (2008), na Amazônia, observaram que durante o ataque de formigas a cupinzeiros, o mesmo era abandonado pelos cupins e, dessa forma, o predador tinha 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, que 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 taxons são abundantes e diversos (Scholtz *et al.* 2008) e o conhecimento das interações cupins-formigas, bem como seus papéis nos ecossistemas, podem contribuir para o planejamento de serviços ambientais (Pequeno & Pantoja 2012).

Considerando a contribuição de processos abióticos e bióticos na estruturação de assembleias de cupins e formigas, hipotetizamos que as variações no teor de argila, concentração de potássio no solo e altitude, bem como interações entre as assembleias de cupins e formigas determinam a

riqueza e a composição de espécies ao longo desses gradientes. Informações essas que podem ser de grande relevância para estudos de impactos ambientais em florestas na Amazônia.

## **2. Objetivos**

Analisar o tipo de correlação entre cupins e formigas de liteira na área de estudo usando dados de ocorrência e número de espécies.

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

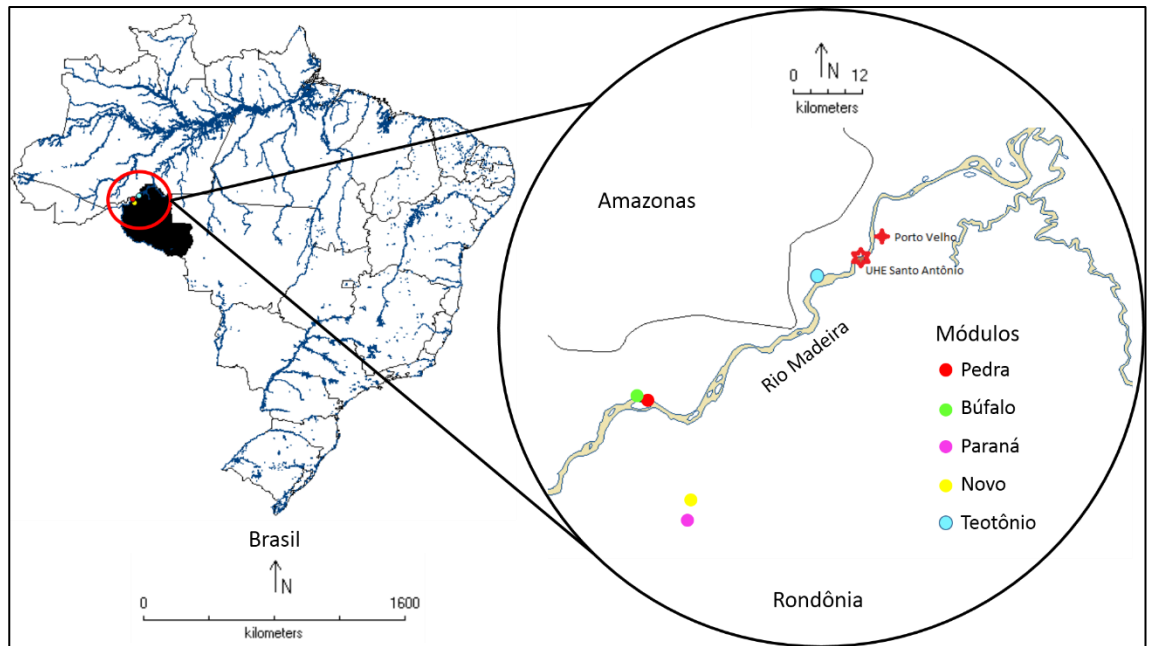
Estimar a riqueza de cupins e formigas de liteira da área de estudo através de estimadores e curvas de acúmulo de espécies.

## **3. Material e Métodos**

### **3.1. Área de Estudo**

A área está localizada no extremo oeste do estado de Rondônia, à 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) pelos pesquisadores do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia: Dr. Jorge Luiz Pereira de Souza, Msc. Itana Fernandes; Dr. Cristian de Sales Dambros e Renato Azevedo.

A bacia do rio madeira é caracterizada pela presença de áreas de várzea nas margens alternadas com áreas de terra firme (Rapp Py-Daniel, L. 2007). Na área estudada, desenvolvem-se solos do tipo neossolos flúvicos, cambissolos, gleissolos e plintossolos, que são sujeitos a inundações frequentes. Nas áreas de menor intemperismo, predominam solos do tipo latossolos e argissolos (Linhares *et al.* 2009). A cobertura vegetal é predominantemente do tipo Floresta Ombrófila Densa (Rapp Py-Daniel, L. 2007).



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

Para amostragem de formigas e cupins, as áreas de influência da UHE Santo Antônio Energia foram divididas em seis módulos seguindo o protocolo do Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio): 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 dentro dos módulos, 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 concomitantemente e estão descritas a seguir. Todas as coletas foram realizadas após o enchimento do reservatório da UHE Santo Antônio Energia seguindo um padrão bimensal.

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

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

**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.

<b>Módulo</b>	<b>Pontos (km)</b>	<b>Coordenadas Geográficas* (UTM)</b>
---------------	------------------------	---



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

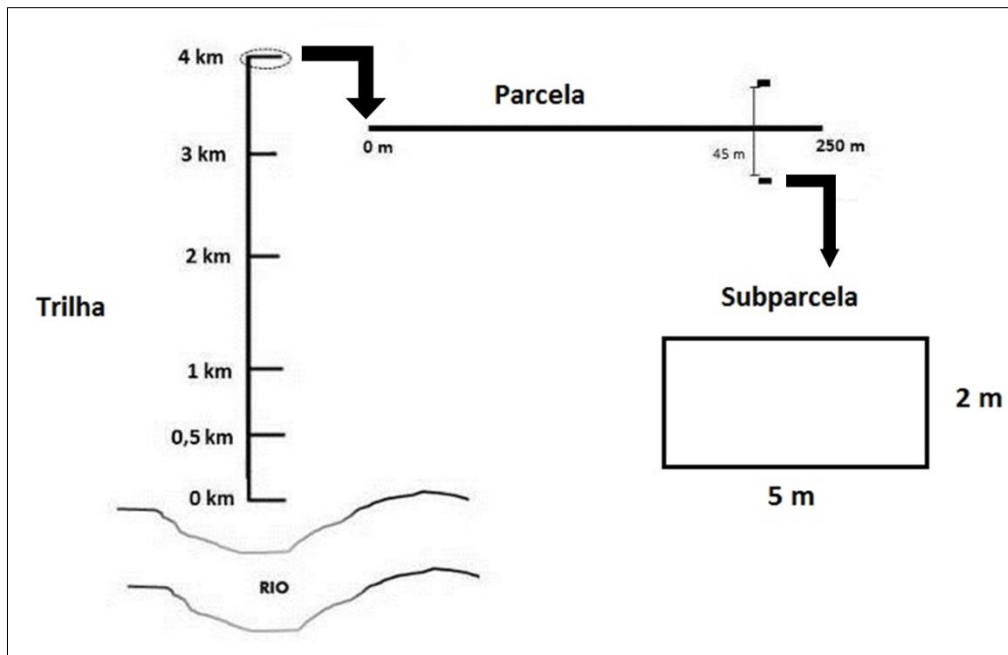
### 3.2. Métodos de Amostragem (Cupins)

Em cada uma das parcelas de 250 metros, 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 fosse possível encontrá-los, como: cupinzeiros epígeos e arborícolas (até dois metros), 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, o solo foi escavado cerca de 15 cm de profundidade, buscando detectar a presença de cupins abaixo do solo. Em cada novo 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 pelos pesquisadores do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) Dr. Cristian de Sales Dambros e Renato Azevedo, primeiramente por gênero, utilizando a chave dicotômica proposta por Constantino (1999) e Rocha (2012). Posteriormente, foram separados em espécies e morfoespécies. Essa 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.



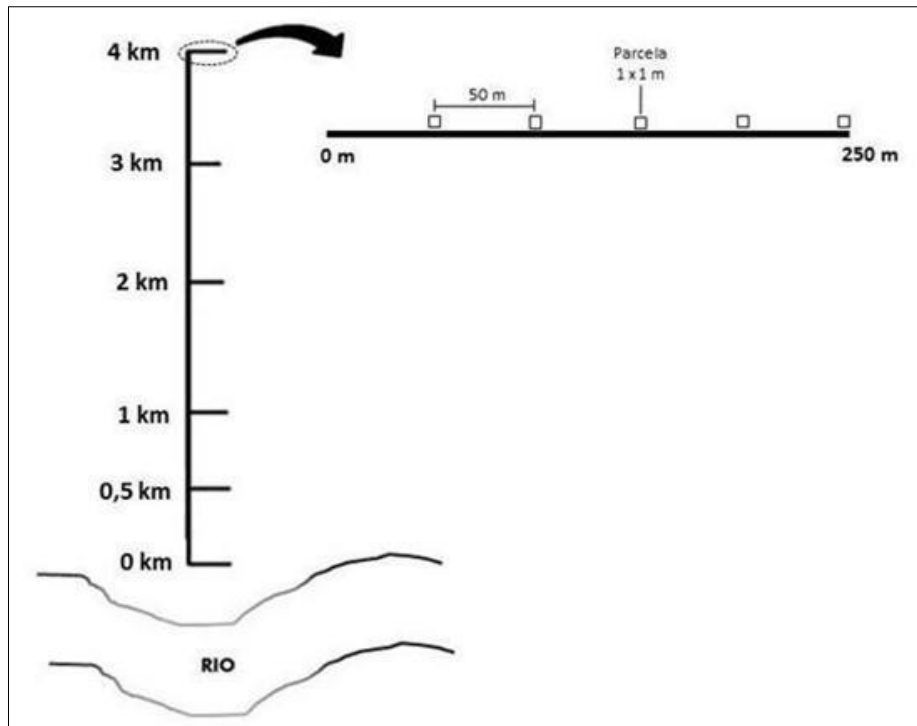
**Figura 2** - Desenho amostral de um módulo, com as respectivas parcelas e subparcelas para coleta dos cupins, com as distâncias de coletas a partir da margem do rio. Em detalhe, os pontos de amostragens a partir do módulo

### 3.3. Métodos de amostragem (Formigas)

As formigas de liteira foram amostradas em cinco pontos de 1 m<sup>2</sup> 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. O protocolo de Alonso & Agosti (2000) sugere que as armadilhas do tipo mini Winkler sejam triadas após 48 horas, porém, neste estudo, os cupins e formigas foram coletados simultaneamente, por isso as armadilhas foram triadas após 24 hrs. O material foi conservado em álcool 90%, identificado utilizando a chave de Fernandez (2003) e analisado em sequência a cada uma das coletas, utilizando microscópio estereoscópio pelos pesquisadores do Instituto Nacional de

Pesquisas da Amazônia Dr. Jorge Luiz Pereira de Souza e Msc. Itana Fernandes. Devido à grande quantidade de espécies não descritas de formigas, foi necessário morfotipar alguns espécimes utilizando a coleção de invertebrados do INPA como referência.



**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 do terreno.

As amostras de solo foram obtidas através da utilização de um trado que retirou amostras de solo a cada 50m e em quatro profundidades de 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 do teor 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](http://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 com o estimador CHAO2, que funciona relativamente bem em conjuntos de dados com muitas espécies raras, as quais são aquelas com poucos indivíduos coletados (Chao 1984).

Regressões simples foram utilizadas para estimar a relação entre o número de espécies de cupins e a ocorrência de espécies 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), que é considerado o melhor método para ordenação de um grande número de dados (Faith *et al.* 1987), baseado no índice de dissimilaridade de Sørensen. 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, bem como 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 com 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

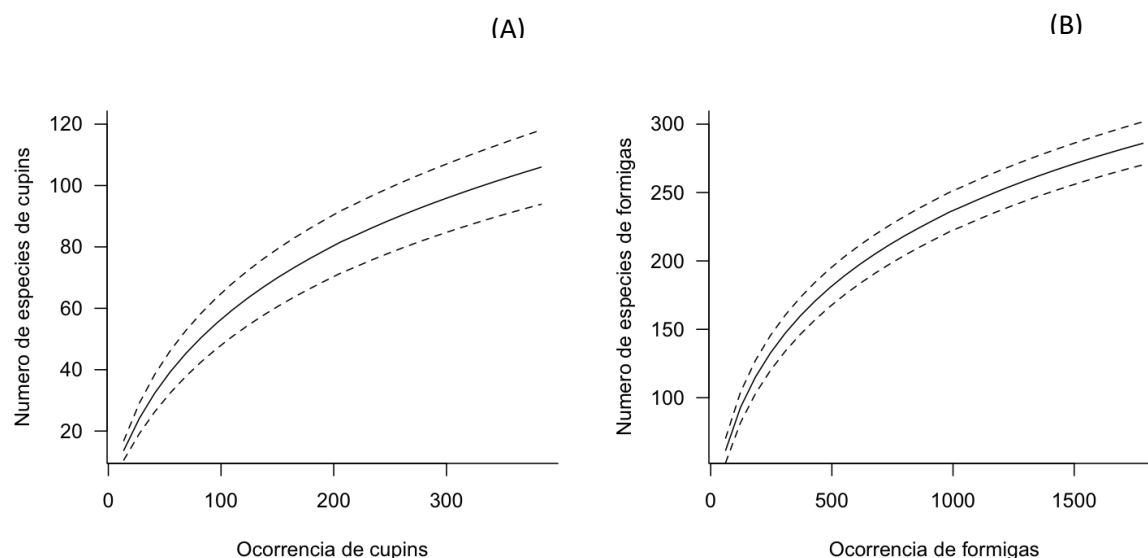
### 4.1. Número de espécies de térmitas

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) (Apêndice 1). 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 térmites coletados neste estudo estão distribuídos em sete subfamílias: Nasutitermitinae 27,2% (37), Apicotermitinae 26,5% (36), Syntermitinae 23,5% (32), Termitinae 17,6% (24), Rhinotermitinae 3,7% (5), Coptotermitinae 0,74% (1), Heterotermitinae 0,74% (1), esses, por sua

vez, estão alocados em três famílias Termitidae 92,8% (129), Rhinotermitidae 5% (7) e Kalotermitidae 2,1% (3).

#### 4.2. Número de espécies de formigas

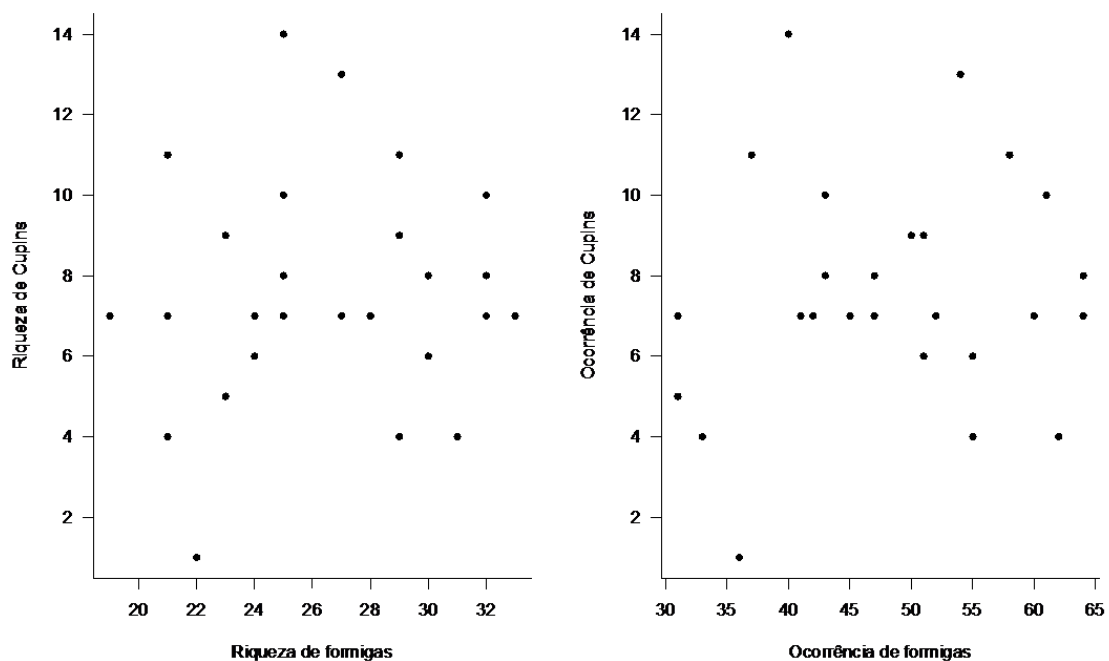
Ao total foram coletadas 5003 formigas, distribuídas em 54 gêneros e 286 espécies (Apêndice 2). As espécies amostradas representam 80% da riqueza estimada pelo índice CHAO 2 (356 espécies para as áreas de influência da UHE Santo Antônio Energia). Mesmo após cinco coletas, a curva de acúmulo de espécies 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 4,1% (12), Ectoninae 2,4% (7), Ectatomminae 4,5% (13), Formicinae 8% (23), Mirmycinae 63,6% (182), Ponerinae 13,6% (39), Proceratiinae 0,69% (2), Pseudomyrmicinae 1,3% (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 amostrado nas cinco parcelas variou entre 17 e 38, já a variação do número de espécies de formigas por parcela foi de 42 à 84. 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), bem como entre a ocorrência de formigas e ocorrência de cupins ( $R^2 = 0,018$   $p = 0,503$ ; figura 5.B) nas áreas amostradas.

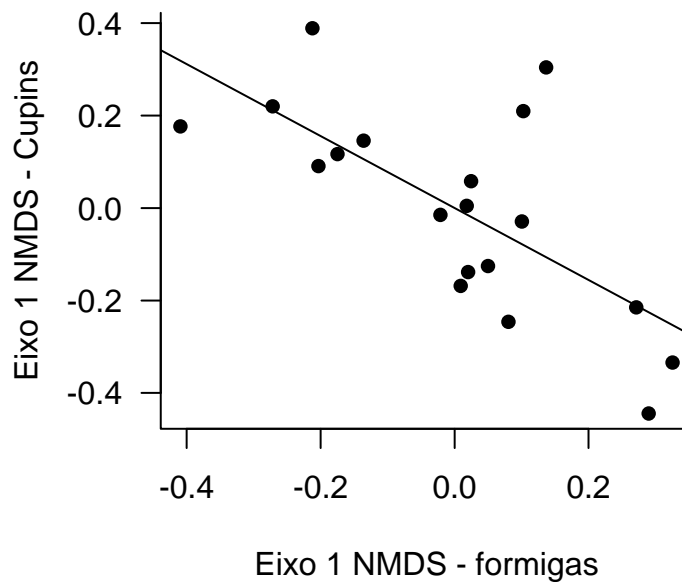


**Figura 5** - Relação entre (A) número de espécies de cupins e número de espécies de formigas e (B) ocorrência de espécies de cupins e ocorrência de formigas ao longo de cinco coletas ( $n = 26$ ).

Apesar da ausência de relação entre riqueza 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), ou seja, as espécies de cupins e formigas mudam juntas ao longo da área. O primeiro eixo



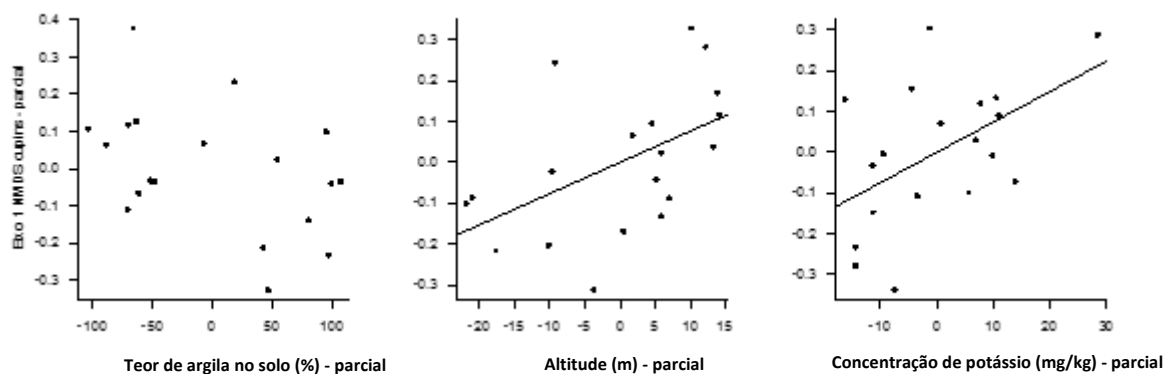
do NMDS capturou ~39% da variação da composição de espécies de cupins e ~79% da variação da composição das espécies de formigas.



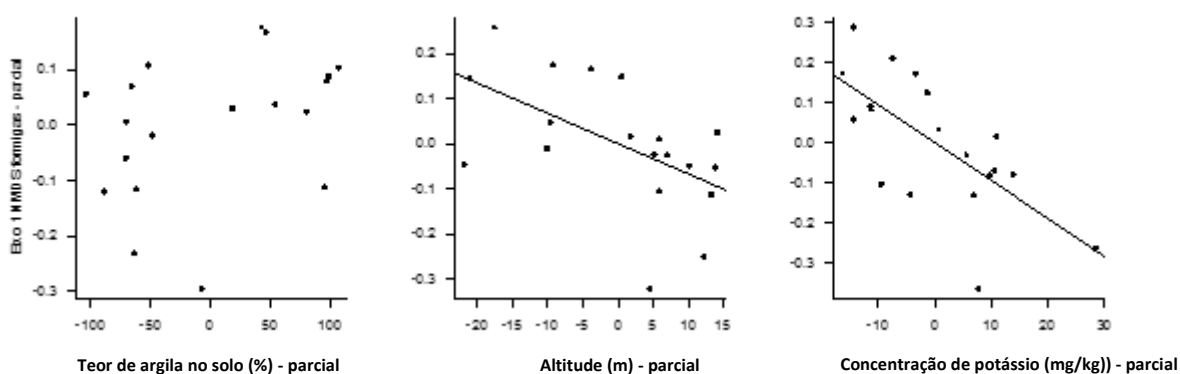
**Figura 6** - Relação entre a composição de espécies de cupins e formigas baseado em presença e ausência ao longo das cinco coletas nos módulos da UHE Santo Antônio.

#### 4.4. Relação entre cupins e formigas com o ambiente

As assembleias de cupins e formigas estão 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>	P
Composição de cupins (eixo 1 NMDS)	Teor de argila	-0,378	0,052
	Altitude (m)	0,403	<b>0,041</b>
	Potássio (mg/kg)	0,408	<b>0,029</b>
Composição de formigas (eixo 1 NMDS)	Teor de argila	0,242	0,164
	Altitude (m)	-0,425	<b>0,021</b>
	Potássio (mg/kg)	-0,576	<b>0,002</b>

Grande parte das espécies/morfoespécies de ambos os grupos são generalistas quanto ao gradiente altitude. Cerca de 38% das espécies de cupins foram frequentes 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, de modo que cerca de 45% das espécies foram generalistas, 34% foram frequentes nos gradientes de maior altitude e 19% nos locais mais baixos (figura 10).

Seguindo o mesmo padrão do gradiente de 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 em locais com menores concentrações de potássio (figura 11). Para formigas, foi observado um padrão semelhante, com 54% das espécies generalistas quanto ao gradiente de potássio, 28% em locais com menores concentrações do elemento e 17% em locais com menor quantidade de potássio (figura 12).

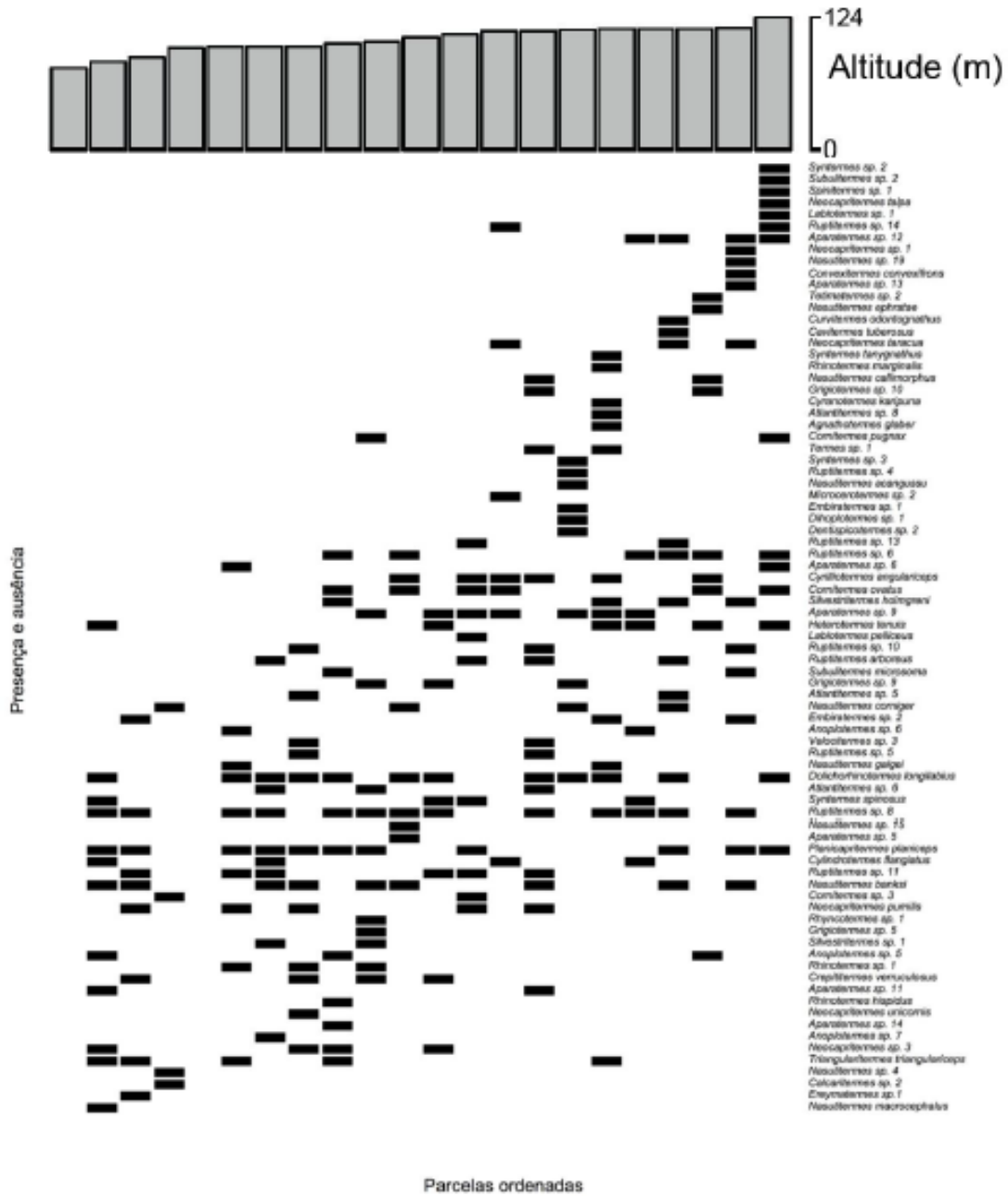
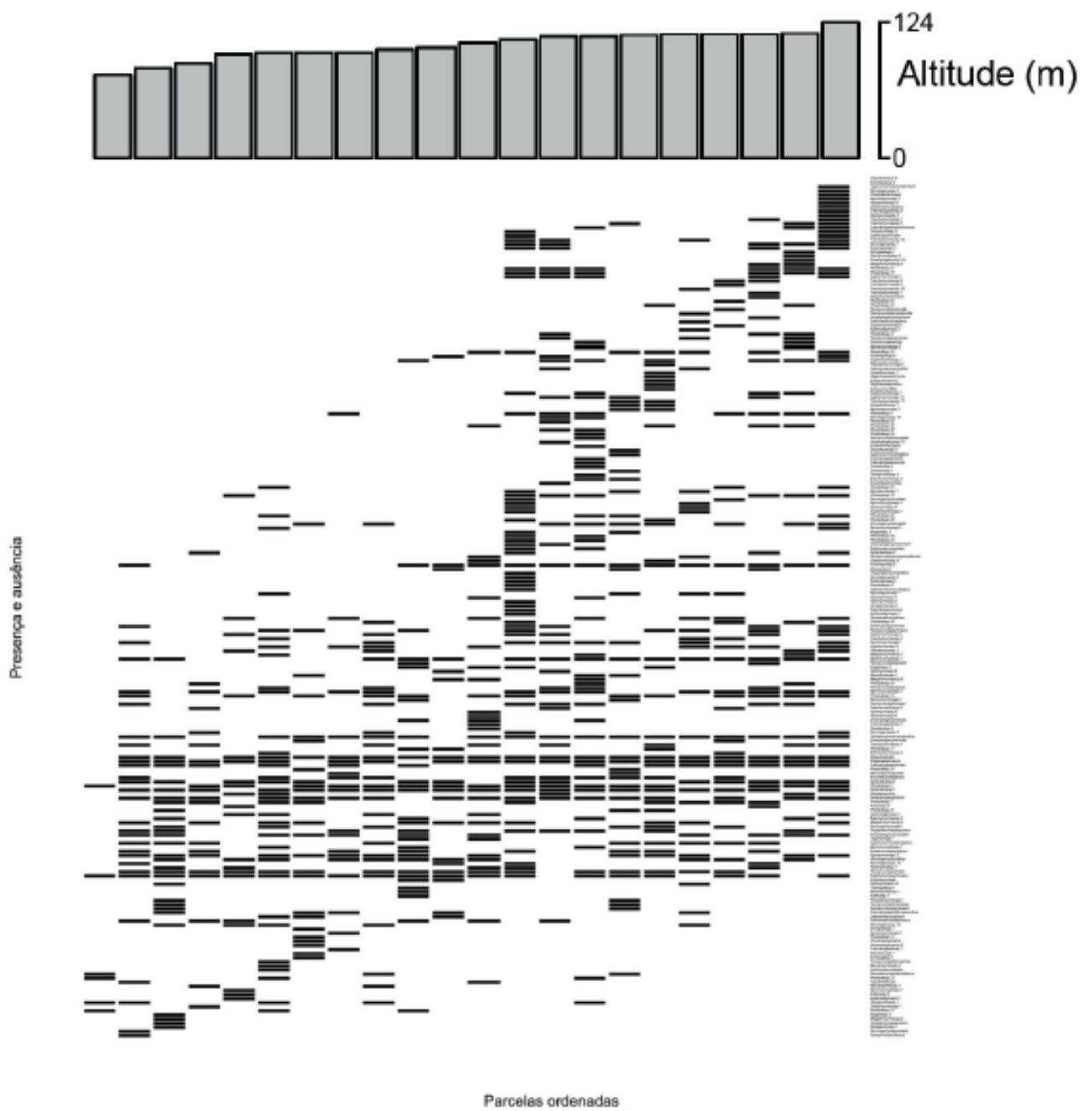


Figura 9 - Distribuição de espécies/morfoespécies de cupins ao longo do gradiente de altitude (m) nas áreas de influência da UHE Santo Antônio Energia.



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

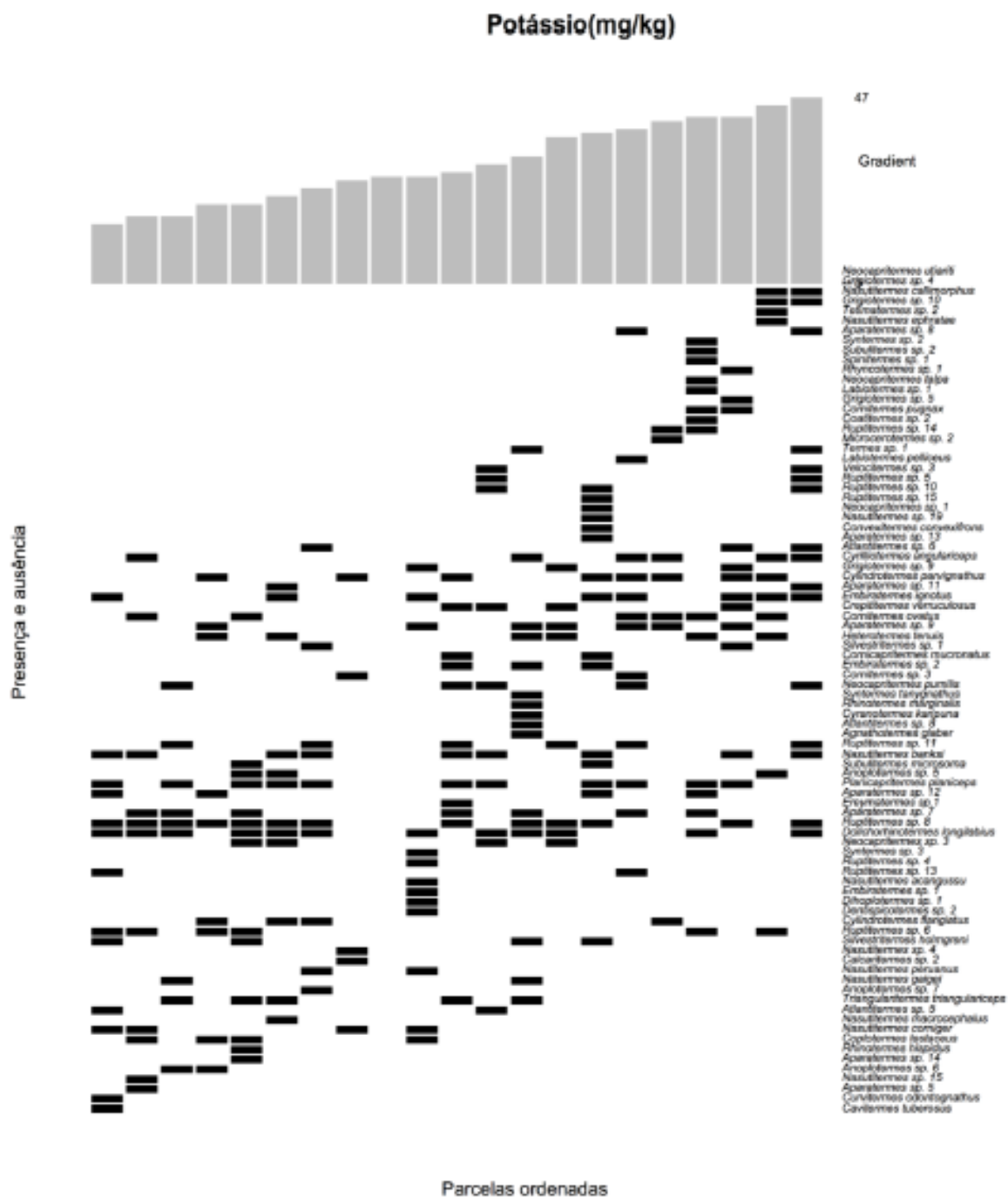
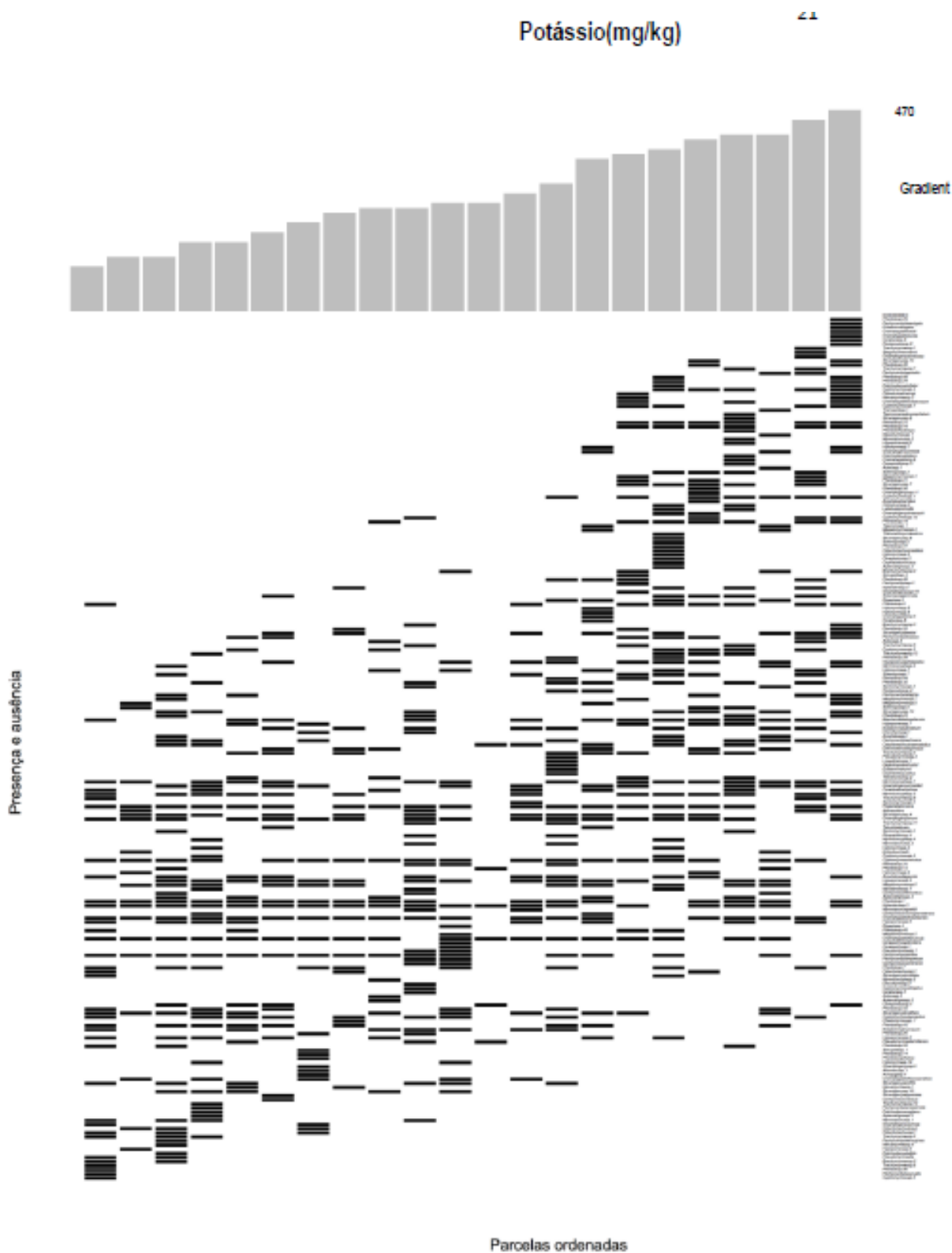


Figura 11 - Distribuição de espécies/morfoespécies de cupins ao longo do gradiente de potássio (mg/kg) nas áreas de influência da UHE Santo Antônio Energia.



**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, porém 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 Apicotermitinae.

Provavelmente, o grande número de espécies encontradas neste trabalho foi o resultado de várias coletas ao longo de dois anos e que cobriram uma área relativamente grande (144 km<sup>2</sup>).

No que diz respeito a Formicidae, foram encontrados, neste estudo, um total de 286 espécies e, consoante CHAO2, 356 espécies estimadas. Esse 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 disso, é a maneira mais simples de descrever a comunidade e a diversidade regional, que 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 à 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, como, por exemplo, jacarés e tartarugas (Rueda-Almonacid *et al.* 2007). Porém, em táxons mega-diversos, ou seja, aqueles que



possuem um elevado número de espécies (ex. formigas e cupins), conforme mais indivíduos são amostrados, mais espécies são registradas (Bunge & Fitzpatrick 1993). Isso acontece porque, nesses grupos, existem muitas espécies raras. Nesse 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 consegue 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 por predação ou competição por recursos. Essas 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 de cupins e de 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 os resultados sugerem que a presença de formigas não limita a ocorrência de espécies de cupins na área estudada. Apesar de vários trabalhos apontarem que algumas espécies de 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; Tarli *et al.* 2014), normalmente poucas espécies de formigas são predadoras especialistas de cupins. Dessa 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, no qual 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 ( $p = 0,381$ ).

Outrossim, 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, como o ambiente, 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. Nesse 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 esses 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, esse 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 a este fator.

A variável altitude do terreno 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 de que a altitude está correlacionada a 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.

Nesse trabalho, a quantidade de potássio no solo foi correlacionada com as assembleias de cupins e 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 desses nutrientes para crescimento e reprodução (Donovan *et al.* 2001; Wright *et al.* 2011).

Rückamp (2012) 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. Wagner *et al.* (1997) também encontrou uma quantidade maior de 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.

O potássio é considerado um elemento chave do solo e necessita de atividade microbiana para ser liberado no meio ambiente, uma vez 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 esses insetos são a principal fonte proteica de grupos superiores na teia trófica, como as formigas, seria esperado uma ligação forte entre a concentração desse 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 esses 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, já que ambos os grupos estão ligados às mesmas variáveis do ambiente. 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 predadoras 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 km<sup>2</sup> 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 km<sup>2</sup> 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 EIPedregal 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.; Canello, 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

Schiatti, 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.; Wurzburger, 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.





<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	X
<i>Crematogaster flavosensitiva</i>	X	X			X	X	X	X	X		X
<i>Crematogaster limata</i>	X	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	X
<i>Cyphomyrmex laevigatus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Cyphomyrmex minutus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Cyphomyrmex rimosus</i>	X	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
<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	
<i>Ectatomma edentatum</i>	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
<i>Gnamptogenys moelleri</i>	X	X	X		X		X	X	X	X
<i>Gnamptogenys relictata</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>Megalomyrmex</i> sp. 9				X							X
<i>Megalomyrmex wallacei</i>	X	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	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	X
<i>Nylanderia</i> sp. 2	X	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	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	X
<i>Octostruma balzani</i>	X	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>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 leptonana</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. Espécies 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		





<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	

---

