

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA**  
**Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais – PPGBTRN**  
**Divisão de Curso de Pós-Graduação em Entomologia**

Efeito do ambiente na composição de espécies de térmitas (Isoptera) e suficiência amostral em uma floresta primária de terra-firme na Amazônia central

CRISTIAN DE SALES DAMBROS

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração em Entomologia

Manaus-AM  
2010

CRISTIAN DE SALES DAMBROS

Efeito do ambiente na composição de espécies de térmitas (Isoptera) e suficiência amostral em uma floresta primária de terra-firme na Amazônia central

ORIENTADOR: Dr. JOSÉ WELLINGTON DE MORAES  
CO-ORIENTADORA: Dra. ELIZABETH FRANKLIN CHILSON

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração em Entomologia

Fonte Financiadora: PIPT/FAPEAM, Influência de fatores abióticos sobre a diversidade de térmitas (insecta, isoptera) em floresta primária da Amazônia.

Manaus-AM  
2010

## Ficha catalográfica

D156 Dambros, Cristian de Sales  
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 / Cristian de Sales Dambros. ---  
Manaus : [s.n.], 2010.  
36 f. : il.

Dissertação (mestrado)-- INPA, Manaus, 2010  
Orientador : José Wellington de Moraes  
Co-orientador : Elizabeth Franklin Chilson  
Área de concentração : Entomologia

1. Cupins – Ecologia. 2. Macrofauna – Amazônia. 3. Isoptera.  
4. Esforço amostral. I. Título.

CDD 19. ed. 595.736045

### **Sinopse**

Foi investigada a influência de diversos fatores ambientais sobre a riqueza e composição de espécies de cupins e a o esforço amostral necessário para a detecção dos principais padrões espaciais da comunidade. O trabalho foi desenvolvido na Reserva Ducke, Manaus, AM.

Palavras-chave: Isoptera, fauna de solo, composição de espécies, distribuição espacial

## Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Nível Superior – CAPES, pela concessão de bolsa de estudo de mestrado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM, pelo financiamento do trabalho através do projeto PIPT/FAPEAM: “Influência de fatores abióticos sobre a diversidade de térmitas (insecta, isoptera) em floresta primária da Amazônia”.

Ao professor Dr. José Wellington de Moraes pelo incentivo e orientação.

À professora Dra. Elizabeth Franklin Chilson pelas valiosas idéias e sugestões ao longo de todo o estudo.

Ao INPA e à Coordenação de Pesquisas em Entomologia pela infraestrutura.

## Sumário

Agradecimentos.....	iv
Lista de figuras.....	vi
Artigo.....	1
Resumo .....	2
Abstract.....	3
Introdução .....	4
Materiais e Métodos.....	5
Área de estudo .....	5
Delineamento amostral .....	6
Coleta dos dados .....	6
1. Material termitológico .....	6
2. Informações ambientais .....	7
Análise dos dados .....	8
Resultados.....	9
Composição de espécies .....	9
Resposta às variáveis ambientais.....	10
Relação dos grupos tróficos.....	11
Suficiência amostral e a riqueza de espécies .....	11
Esforço de coleta e a mudança na resposta às variáveis ambientais.....	11
Discussão .....	12
Bibliografia.....	16
Anexos .....	20

## Lista de figuras

- Figura 1. Estado do Amazonas com indicação da localização da Reserva Ducke ao norte de Manaus, Brasil. ....20
- Figura 2. Mapa topográfico e hidrográfico da Reserva Ducke (RD). As linhas pontilhadas em amarelado representam a grade padrão de amostragem do Programa de Pesquisas em Biodiversidade.20
- Figura 3. Transecto para a coleta de cupins. As áreas hachuradas representam as subparcelas de coleta. ....21
- Figura 4. Curvas de acúmulo de espécies com base no estimador de riqueza Jackknife 1 e no modelo de rarefação. Curvas com base (a) nos pontos de amostragem (parcelas) e (b) com base nas subparcelas de cada ponto. As linhas tracejadas representam o intervalo de confiança. ....21
- Figura 5. Curvas de acúmulo de espécies dos grupos tróficos com base no estimador de riqueza Jackknife 1 e no modelo de rarefação. (a), Cupins que consomem madeira; (b), cupins que consomem madeira semidecomposta; (c), cupins que consomem húmus; (d), cupins que consomem folhíço e (e), cupins que consomem material intermediário.....22
- Figura 6. Frequência de ocorrência das espécies de cupins na Reserva Ducke. Os números de 1 a 30 representam o número de vezes que uma espécie ocorreu e as barras representam o número de espécies que apresentou a frequência de 1 a 30. ....23
- Figura 7. Regressões simples do (a) número de espécies e o número total de árvores ( $P=0,04$ ;  $r^2=0,13$ ) e dos escores do primeiro eixo de ordenação em relação (b) à quantidade de fósforo dissolvido no solo ( $P=0,00$ ;  $r^2=0,62$ ), (c) percentual de argila no solo ( $P=0,001$ ;  $r^2=0,47$ ) e (d) o número de palmeiras ( $P=0,001$ ;  $r^2=0,32$ ). ....24
- Figura 8. Regressões parciais dos escores do primeiro eixo de ordenação em relação à quantidade de fósforo dissolvido (a) ( $P=0,0006$ ;  $r^2=0,32$ ) e ao percentual de argila no solo (b) ( $P=0,03$ ;  $r^2=0,14$ ). ....25
- Figura 9. Regressões simples dos escores do primeiro eixo de ordenação dos cupins consumidores de madeira em relação à quantidade fósforo dissolvida (a) ( $P=0,00$ ;  $r^2=0,66$ ), ao percentual de argila (b) ( $P=0,00$ ;  $r^2=0,39$ ) e ao número de palmeiras (c) ( $P=0,00$ ;  $r^2=0,36$ ). ....25
- Figura 10. Regressão parcial dos escores do primeiro eixo de ordenação para os cupins consumidores de madeira e o fósforo dissolvido no solo ( $P=0,00$ ;  $r^2=0,41$ ). O efeito das variáveis de granulometria e número de palmeiras sobre o eixo foi eliminado. ....26
- Figura 11. Número de espécies coletadas em relação ao número de subparcelas de cada transecto. Valores médio ( $\circ$ ), máximo ( $\Delta$ ) e mínimo ( $\blacktriangledown$ ) para uma estação de coleta (esquerda) e para duas estações de coleta. ....26
- Figura 12. Valores médios de P em relação ao número de subparcelas amostradas em uma (a) ou duas coletas (c) e percentual de vezes que rejeitamos  $H_0$  em relação ao número de subparcelas em uma (b) e duas coletas (d) considerando os valores de P menor que 0,05 como significativo. As regressões foram feitas com a quantidade de fósforo dissolvido ( $\Delta$ ), percentual de argila no solo ( $\circ$ ), com o número de palmeiras (+) e com o percentual de silte no solo ( $\diamond$ ). (---) limite de significância.....27

LHR: Dambros, Morais, Franklin

RRH: Padrões de distribuição de comunidades de cupins

Efeito do ambiente na composição de espécies de térmitas (Isoptera) e suficiência amostral em  
uma floresta primária de terra-firme na Amazônia central

Cristian de Sales Dambros, José Wellington de Morais, Elizabeth Franklin Chilson

Coordenação de Pesquisas em Entomologia – CPEN

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA

A formatação do artigo segue as normas da revista *Ecological Entomology* (Qualis A2), à exceção do resumo não em tópicos e da inclusão dos objetivos, que são normas internas para a redação de dissertações e teses.

## Resumo

Estudos de comunidade de cupins que analisam a riqueza e composição de espécies ao longo de gradientes ambientais em sistemas naturais na Amazônia são escassos e os principais protocolos de coleta de cupins são desenvolvidos para o aumento da coleta de espécies e grupos, mas não são ideais para a estimação das relações dos cupins com o ambiente, principalmente em escalas espaciais maiores. Foram analisados os efeitos de gradientes ambientais sobre a composição e riqueza de espécies de cupins em 2500 ha de floresta primária de terra firme na Amazônia central. Os cupins foram coletados em 30 parcelas distribuídas uniformemente a cada 1Km. Cada parcela foi representada por um transecto de 250m X 2m. Ao longo de cada transecto, foram amostradas cinco subparcelas equidistantes de 5m X 2m. Foram encontradas relações dos cupins como um todo com a quantidade de fósforo e argila no solo, mas a análise da comunidade de cupins sem referência aos diferentes grupos tróficos pode refletir características de apenas uma parte das espécies. Muitos trabalhos têm mostrado relações da comunidade de cupins com o número de palmeiras, mas o nosso modelo de regressão mostra que esta relação está associada com mudanças nos componentes do solo. O fósforo dissolvido no solo foi a variável que mostrou a relação mais forte com a mudança de espécies no ambiente, mas este parâmetro usualmente não é mensurado. Em futuros trabalhos, cupins dos diferentes grupos tróficos devem ser analisados separadamente e o esforço amostral deve ser estipulado com base nos objetivos determinados previamente para cada pesquisa. Para mostrar relação da riqueza e composição de espécies com variáveis ambientais, os estudos devem despende menos esforço do que o proposto por Jones e Eggleton (2000) por transecto, mas com o aumento do número de unidades amostrais.

## Abstract

Termites communities studies analyzing species richness and composition in environmental gradient in natural systems in the Amazon region are scarce, and termites sampling protocols usually utilized are mostly developed to increase the number of species and groups, being not idealized to the estimation of the termites relationships with the environment, mainly in large spatial scale. The effects of environmental gradients over termite's species richness and composition were analyzed in 2,500 ha of upland primary forest. Termites were sampled in 5 subparcels of 5 m X 2 m that were installed in each one of the 30 amostral units (parcels), separated 1 km from each other. Termites were related to the amount of phosphorus and clay in the soil. Therefore, the analysis of the termite community without reference to the different tropics groups may be reflecting the characteristics of only part of the species. Many studies have shown relationship of the termite community with the number of palm trees, but our regression model shows that this relation is associated with changing in the soil components. The phosphorus dissolved in the soil was the variable that showed the strongest relation with the changing of species in the environment, but this parameter is not usually measured. In future studies, termites belonging to different tropics level must be analyzed, and the amostral effort must be established having as basis the previously determined objectives for each investigation. To show the species richness and composition relationship with the environmental variables, the studies must use less effort per transect than those proposed in protocols usually utilized, and increase the number of amostral units.

## Introdução

Cupins estão entre os principais organismos decompositores em florestas tropicais. Bandeira (1991) estima que a incorporação de matéria orgânica ao solo na Amazônia ocorra principalmente pela decomposição realizada por cupins. Em muitos ambientes, são os organismos decompositores mais abundantes e o efeito do ambiente sobre estes insetos pode causar alterações nos processos de ciclagem de nutrientes, uma vez que a biomassa da macrofauna está estritamente relacionada com as taxas de decomposição (Höfer et al. 2001).

Macroinvertebrados do solo são bons indicadores para avaliar os impactos dos diferentes sistemas de uso da terra, mas poucos estudos têm provido informações sobre a comunidade de cupins na Amazônia (Barros et al. 2002). Além disso, ainda não existe um protocolo padronizado de pesquisas que possa ser usado para revelar associações dos cupins com variáveis ambientais. Apolinário (1993) realizou um estudo em floresta primária com transectos padronizados no mesmo local, mas a falta de independência entre os pontos de coleta não permitiu ao autor realizar as análises de relação da composição de espécies com os fatores ambientais. Muitos autores têm mostrado relação da comunidade de cupins com variáveis ambientais do solo (nutrientes e granulometria) e estrutura da vegetação ao longo de diferentes sistemas agroflorestais (Barros et al. 2002; Barros et al. 2004; Höfer et al. 2001; Ackerman et al. 2009; Mathieu et al. 2005), onde a variação edáfica entre é muito maior do que a apresentada no interior de uma floresta primária, não permitindo a avaliação das reais causas de divergências na distribuição dos térmitas em sistemas naturais.

Relacionamos a composição de espécies de cupins com as variáveis ambientais em uma floresta primária de terra firme, seguindo o método RAPELD (Magnusson et al., 2005), que combina a amostragem sistematizada em grades padronizadas e que possibilita rápidos estudos da biodiversidade com alto valor ecológico. A Reserva Ducke possui uma grade com 30 unidades de coleta que seguem curvas de nível, minimizando a variação edáfica em cada transecto. Para o local, há um banco de dados com variáveis ambientais fornecidas por outros projetos já realizados na área, o que possibilitou a comparação da composição de espécies de cupins com algumas variáveis usualmente não incluídas em outros estudos e a detecção de novos padrões.

Para a coleta dos térmitas, utilizamos uma modificação do protocolo desenvolvido por Jones e Eggleton (2000) e testamos o esforço amostral necessário para a obtenção das mesmas relações observadas com o esforço máximo. O protocolo de Jones e Eggleton (2000) tem sido amplamente usado para a coleta de cupins e aperfeiçoa a captura de espécies e grupos tróficos. Entretanto, o método ainda não havia sido testado em relação à detecção de relações dos cupins com variáveis ambientais quando muitos pontos de coleta são amostrados ou em grades de pesquisas padronizadas.

### Objetivos

- 1- Avaliar a influência dos nutrientes do solo, estrutura do terreno e estrutura da vegetação na determinação da riqueza e composição de espécies de cupins em uma floresta primária de terra firme.
- 2- Analisar as diferenças entre os grupos funcionais de cupins quanto as suas respostas aos gradientes ambientais.
- 3- Determinar o esforço amostral necessário para a detecção dos padrões de distribuição observados na comunidade a fim de estipular um protocolo eficiente para estudos ecológicos.

### Materiais e Métodos

#### *Área de estudo*

O estudo foi desenvolvido na Reserva Ducke (RD) (02°55' e 03°01'S, 59°53' e 59°59'W) do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), situada na periferia de Manaus, AM, Brasil (figura 1). A Reserva Ducke cobre 10.000 ha de floresta primária classificada como tropical úmida de terra firme, uma vez que não está sujeita a inundações periódicas (Hopkins, 2005). A topografia varia de 39 a 110 m de altitude (PPBio, 2009), assim como os tipos de solo, que são predominantemente do tipo oxisol (argiloso) nas áreas mais baixas e poszol (arenoso) nas mais altas, havendo um mudança gradual do teor de argila e areia ao longo do gradiente altitudinal (Chauvel et al. 1987). O clima é caracterizado por uma estação chuvosa que geralmente ocorre de novembro a maio e uma estação seca compreendida entre junho e outubro (Marques-Filho et al. 1981). A temperatura anual média é de 26° C e a precipitação anual média foi de 2362 mm de abril de 1965 a novembro de 1980 (Marques-Filho et al. 1981).

### *Delineamento amostral*

A RD possui uma grade padrão de amostragem usada pelo Programa de Pesquisas em Biodiversidade (PPBio) (<http://ppbio.inpa.gov.br>). Essa grade é constituída de 30 parcelas distribuídas uniformemente a cada 1 km (figura 2). Cada parcela possui 250 m de comprimento, que seguem as curvas de nível do relevo para minimizar a variação edáfica dentro da parcela (Magnusson et al., 2005).

Os cupins foram amostrados nos 30 pontos de coleta seguindo uma modificação do protocolo proposto por Jones e Eggleton (2000), que sugerem a coleta de 20 subparcelas de 5 m x 2 m em um transecto de 100 m. Foram percorridos transectos de 250 m de comprimento e 2 m de largura, representados por 5 subparcelas de 5 m x 2 m (figura 3). O esforço amostral em cada subparcela foi de 1h/coletor, com procura ativa. Foram verificados troncos de madeira caída, ninhos de cupins, pequenos galhos, serrapilheira e material do solo. Não foram analisados cupinzeiros localizados acima de 2 m do solo. Em cada um dos 30 pontos, um transecto foi percorrido. Foram realizadas duas coletas em períodos distintos, em dezembro de 2008 e maio de 2009, com uma ocasião amostral por parcela em cada período.

### *Coleta dos dados*

#### *1. Material termitológico*

Os cupins foram coletados manualmente com o auxílio de pinças e pincéis e conservados em álcool à concentração de 70%. Identificamos os cupins por gênero com o auxílio de chave de identificação proposta por Constantino (1999) e especificamente com descrições e comparação com o material depositado nas coleções de invertebrados da Universidade Federal do Rio Grande do Norte e do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Apenas duas espécies pertencentes à subfamília Apicotermitinae foram identificadas. Ainda não há trabalhos taxonômicos conclusivos para muitas espécies neotropicais deste grupo e a morfoespeciação com base na anatomia interna será realizada em outro momento.

As espécies foram classificadas em grupos tróficos com base em observações pessoais de nidificação e morfologia das mandíbulas dos operários, nas descrições das espécies e em outros

trabalhos que descrevem os hábitos das espécies (Mathews 1977; Apolinário 1993; Fontes 1995; Constantino 1999; Davies et al. 2003a). Os grupos foram assim classificados: (a) cupins de madeira – consumidores de madeira que ainda não sofreu praticamente nenhum ataque por outros organismos decompositores; (b) cupins de madeira semidecomposta – consumidores de madeira em estado avançado de decomposição por fungos; (c) cupins consumidores de húmus – consumidores de matéria orgânica contida no húmus do solo; (d) consumidores de folhagem – consumidores de folhas mortas e apenas ocasionalmente materiais vegetais verdes, sendo representados principalmente por cupins do gênero *Syntermes* e (e) cupins intermediários – consumidores de material intermediário entre madeira e húmus, estes cupins geralmente se alimentam de madeira, mas utilizam material do solo para a construção dos ninhos. Algumas espécies foram consideradas em mais de um grupo devido às variações no hábito alimentar e espécies muito raras, na definição de Constantino (1999), não foram incluídas por terem hábitos pouco conhecidos.

## *2. Informações ambientais*

Para as análises da relação da composição de espécies com o ambiente, utilizamos os dados de nutrientes do solo (concentrações de N, P, K e Na), estrutura do solo (quantidade de argila (granulometria) e silte) e estrutura da vegetação (número de palmeiras, número de árvores e a soma do número de palmeiras e árvores). Todas as informações acerca das variáveis ambientais foram obtidas em estudos prévios. Os dados das variáveis do solo foram obtidos a partir de seis amostras em cada transecto. As amostras foram combinadas e analisadas no Laboratório de Solos do Departamento de Agronomia do INPA. A metodologia de coleta das informações de granulometria do solo está descrita em Embrapa (1997) e dos nutrientes do solo em Embrapa Solos (1999). A coleta das informações do número de árvores por transecto está descrita em Castilho et al. 2006. Os dados das variáveis para a área estão disponíveis no site do PPBio (<http://ppbio.inpa.gov.br>).

### *Análise dos dados*

A riqueza foi mensurada como o número de espécies para a área de estudo. O estimador Jacnife 1 foi utilizado para estimar a riqueza total e de cada grupo funcional independentemente. A curva de acúmulo de espécies foi construída com base no método de rarefação (Colwell et al. 2004). Consideramos raras as espécies que tiveram ocorrência em apenas uma parcela.

Os locais foram ordenados em função dos registros de presença/ausência das espécies nas parcelas pelo método de Análise de Coordenadas Principais (PCoA) utilizando a matriz de dissimilaridade de Jaccard. Foi utilizado o primeiro eixo de PCoA para as análises de associação da estrutura da comunidade com as variáveis ambientais. Este teste foi realizado independentemente de duas formas: considerando todas as espécies da comunidade e separadamente dentro dos cinco grupos funcionais. Esta análise permite detectar a presença ou não de padrões na comunidade como um todo e em cada grupo, verificar a associação das espécies com as variáveis preditoras e comparar os grupos quanto suas composições.

Foi feita uma matriz de correlação de Pearson com as variáveis preditoras, a fim de evitar a análise em conjunto de variáveis correlacionadas entre si. Por meio de uma análise de regressão múltipla foram determinadas as relações entre o número de espécies, a composição de espécies e as variáveis independentes. Para a escolha das variáveis a serem incluídas no teste de regressão múltipla foi utilizado o método “Stepwise”, no qual as variáveis são escolhidas sequencialmente com base nos valores do coeficiente de determinação. O valor de alfa foi fixado como significativo em um nível de 0,05 para o coeficiente de regressão e para o intercepto.

O teste de regressão múltipla foi conduzido com apenas 3 variáveis independentes para que fossem mantidos graus de liberdade. Esta decisão mantém elevada a capacidade de generalização do modelo (Hair 2009). As variáveis foram selecionadas com base nos valores do coeficiente de determinação das regressões simples e nos níveis de colinearidade entre as variáveis independentes, de forma a manter, no caso de multicolinearidade, apenas as variáveis que consideramos serem mais relevantes para os cupins. Os valores das variáveis tiveram distribuição normal e houve homocedasticidade nos resíduos das regressões.

Para a análise da suficiência amostral, em cada transecto, foram selecionados aleatoriamente quatro, três, duas e uma subparcela. Esta aleatorização foi realizada 1000 vezes para cada número de subparcelas, o que permitiu a análise de um grande número de combinações (por exemplo, uma combinação de quatro subparcelas em cada transecto, sempre mantendo 30 transectos/unidades amostrais). Em cada aleatorização, a comunidade foi ordenada pelo método de PCoA e foram feitas regressões simples das variáveis ambientais com os escores do primeiro eixo. Foram obtidos a média dos valores de P gerados nas regressões e o percentual de vezes em que os valores de P ficaram abaixo de 0,05 (ou seja, que as relações são consideradas significantivas). O procedimento foi realizado com uma amostragem simples e duas coletas (com repetição). No caso de cinco subparcelas, não foram feitas aleatorizações, pois este foi o número máximo de subparcelas e existe apenas uma combinação possível (as cinco subparcelas serão sempre as mesmas).

Para todas as análises utilizamos o programa estatístico R (R Development Core Team, 2008).

## Resultados

### *Composição de espécies*

Foram encontrados 621 térmitas distribuídos em 70 espécies e duas famílias. A riqueza estimada foi de 92 espécies e a curva de acúmulo de espécies não atingiu a assíntota (figura 4). A espécie mais freqüente em relação às subparcelas foi *Cylindrotermes parvignathus* Emerson, representando 20% do total de encontros. Em relação às parcelas, *Heterotermes tenuis* (Hagen) foi a única espécie presente em todos os locais (Tabela 1). A família mais freqüente em subparcelas foi Termitidae com 497 ocorrências (80%), enquanto que Rhinotermitidae ocorreu 124 vezes (20%). Termitidae foi a família com o maior número de espécies com 91% do total. Ambas as famílias estiveram presentes em todas as parcelas.

Os grupos com maior número de espécies foram cupins de madeira e cupins de madeira semidecomposta, com 24 e 20 espécies, respectivamente. Os grupos de folhiço, húmus e intermediário foram representados por quatro, onze e nove espécies, respectivamente.

A curva de acúmulo de espécies que representa os cupins de folhiço atingiu assíntota, porém o baixo número de encontros deste grupo pode causar erros na previsão do número de espécies. Para

cupins de madeira e cupins do grupo intermediário, o número de espécies se aproximou do previsto, que foi de 26 e 10 espécies, respectivamente. Para os grupos de cupins de madeira semidecomposta e húmus o número de espécies estimado foi de 25 e 17 espécies (figura 5).

Em relação à frequência de captura, 27 espécies ocorreram apenas uma vez e foram consideradas raras. Duas espécies ocorreram em mais de 25 parcelas. A distribuição das ocorrências seguiu uma curva aproximadamente log-série, indicando a presença de muitas espécies com poucas ocorrências (próximas a uma) e poucas espécies muito frequentes (ocorrência próxima ao máximo de 30) (figura 6). Espécies mais frequentes, que ocorreram em mais de 60% das amostras, estiveram presentes apenas no grupo de cupins de madeira. O maior número de espécies com apenas uma captura (raras) pertenceu ao grupo de cupins de húmus, porém, com exceção dos cupins de madeira, todos os grupos foram representados quase que unicamente por espécies pouco frequentes, com ocorrência em menos de 10 unidades amostrais (30% dos pontos de coleta).

#### *Resposta às variáveis ambientais*

Com referência às variáveis mensuradas, o número de espécies total mostrou relação significativa apenas com o número de árvores (figura 7a, tabela 2). As regressões simples mostraram que há relação significativa dos escores do primeiro eixo de ordenação (mudança nas espécies) com a quantidade de fósforo dissolvido no solo, granulometria do solo (quantidade de argila) e número de palmeiras (figura 7b, c e d, tabela 2). Nos testes de ordenação utilizamos o primeiro eixo de PCoA, que explicou 28,3% da variância dos dados originais.

O modelo de regressão múltipla gerado foi capaz de explicar 69% da variância dos dados da variável dependente (escores de PCoA) ( $P=0,01$ ,  $r^2=0,69$ ). Nesta análise, o número de palmeiras não mostrou relação significativa com o eixo de ordenação. O efeito do fósforo dissolvido no solo sem o efeito em conjunto com as variáveis de granulometria e número de palmeiras é capaz de explicar 32% da variação nos valores do eixo de PCoA, já o percentual de argila, explica 14% desta variação (figura 8).

### *Relação dos grupos tróficos*

O grupo de cupins de madeira foi o único que mostrou relação significativa com alguma variável ambiental mensurada. Da mesma forma que na análise com todas as espécies, uma relação significativa foi tida entre os escores do primeiro eixo de ordenação e as variáveis de quantidade de fósforo dissolvido, granulometria do solo (percentual de argila) e o número de palmeiras (figura 9, tabela 2). Nesta análise o primeiro eixo de PCoA explicou 46 % da variância dos dados.

O teste de regressão múltipla com as três variáveis mostrou que há relação significativa apenas da quantidade de fósforo dissolvido, quando avaliadas as três variáveis juntas. O fósforo dissolvido foi capaz de explicar 41% da variância dos dados (figura 10).

### *Suficiência amostral e a riqueza de espécies*

Na primeira e segunda coleta, foram encontradas 53 e 57 espécies, respectivamente, o que corresponde a 75% e 81% do total de espécies encontrado em duas coletas e 58% e 62% do total estimado para a área. A figura 11 mostra a relação do número de espécies coletado quando selecionamos diferentes números de subparcelas. Se o número de subparcelas amostrado for quatro em cada transecto, em apenas uma de coleta, o percentual médio de espécies em relação ao que foi estimado cai de 58% para 52%. Da mesma forma, quando trabalhamos com três, duas ou uma subparcela, o percentual cai para 45%, 37% e 26% do total estimado, respectivamente, o que representa menos da metade das espécies.

Em duas estações de coleta, a relação de perda no número de espécies com a diminuição do número de subparcelas por transecto é quase linear e os percentuais de perda espécies é semelhante a quando selecionamos uma coleta, apesar de os valores reais serem maiores.

### *Esforço de coleta e a mudança na resposta às variáveis ambientais*

A análise do esforço amostral necessário para a obtenção dos mesmos padrões diferiu em função da variável ambiental investigada. Os valores médios de P considerados significativos quando selecionadas quatro subparcelas por transecto em uma coleta foram obtidos para a quantidade de fósforo e o percentual de argila, mas não para o número de palmeiras. Com três subparcelas ou menos

em uma coleta, em média, os valores de P ficaram acima de 0,05, indicando que com a coleta de três subparcelas ou menos por transecto, em média não detectamos as relações (figura 12).

O percentual de vezes em que se rejeita H<sub>0</sub> também é mostrado na figura 12. Com a amostragem de quatro subparcelas em uma coleta, a detecção do padrão é obtida em mais de 60% das vezes para todas as variáveis que foram significativas na amostragem total (com cinco subparcelas) e se mantém em 80% das vezes nas relações com a quantidade de fósforo e o percentual de argila. Para as relações com a quantidade fósforo e percentual de argila, o padrão também é detectado em mais de 60% das vezes apenas com três subparcelas.

Com duas estações de coleta, os valores médios de P se mantêm baixos na amostragem de apenas duas subparcelas e são significativos para todas as variáveis que mostraram relação na amostragem total com três subparcelas. Com três ou mais subparcelas, o percentual de vezes que rejeitamos H<sub>0</sub> se mantêm próximo dos 100%, mas para as variáveis que tiveram uma relação forte (coeficiente de determinação maior), em mais de 80% das vezes teríamos este padrão com apenas duas subparcelas.

## Discussão

O número de espécies e o número de encontros foram maiores do que o observado para a maioria das pesquisas realizadas na Amazônia. Davies et al. (2003) encontraram 100 espécies em um fragmento de floresta amazônica, mas as diferenças em relação ao nosso estudo são devido à análise anatômica interna e à morfoespeciação em Apicotermítinae realizadas no referido trabalho. Outros estudos na Amazônia, em apenas um fragmento de floresta, encontraram de 25 a 90 espécies (considerando Apicotermítinae) (Mill 1982a, b; Emerson 1925; Bandeira e Torres 1985; Bandeira e Macambira 1988; Ackerman et al. 2009; De Souza e Brown 1994; Constantino 1992), mas as diferenças nos protocolos de coleta dificultam a comparação de grande parte dos trabalhos. Os estudos com maior esforço amostral obtiveram número semelhante de espécies, mas acreditamos que o número se aproxime de 120 espécies para a maioria dos locais. Apolinário (1993), estudando térmitas na mesma reserva, coletou número aproximado de espécies com composição de espécies raras e comuns semelhante, mas obteve indivíduos de três famílias. As espécies comuns no estudo também são

dominantes em toda a Amazônia, especialmente em ambientes naturais (Apolinário 1993; Apolinário e Martius 2004; Mathieu et al. 2004; Davies et al. 2003b, mas veja Ackerman et al. 2007).

Foram reveladas relações da riqueza e composição de espécies com variáveis ambientais usualmente consideradas importantes para os cupins, mas também relações ainda desconhecidas para este grupo. O número de espécies mostrou uma fraca relação com o número total de árvores, como já observado por Mathieu et al. (2009) para a vegetação (porém com uma relação muito mais forte) – mas esta relação pode ser devido à influência dos cupins na decomposição e na estrutura da vegetação (Jouquet et al. 2006). A estreita relação do fósforo dissolvido no solo com a composição de espécies está de acordo com o trabalho realizado por Wood (1988), que mostra existirem diferenças entre espécies e grupos de cupins com relação a este fator. Wood (1988) também revela divergências entre a concentração de outros nutrientes no solo e no interior dos ninhos, mas todos os grupos respondem da mesma forma a esses fatores, corroborando os nossos resultados, onde somente as diferenças na concentração de fósforo contribuíram para a mudança de espécies no ambiente. Em relação à granulometria do solo, muitos térmitas de todos os grupos tróficos constroem seus ninhos no solo, sendo a argila frequentemente usada na construção dos ninhos (Wood, 1988). Na RD há grande variação na granulometria do solo quando se passa dos locais mais baixos para os mais altos (Chauvel et al. 1987) e outros estudos podem não ter mostrado relação deste fator com a comunidade de cupins por não abrangerem um área com tamanha variação (ex. Schuurman 2006).

Apesar de muitos autores terem revelado relação da composição de espécies com o número de palmeiras (Barros et al. 2004; Davies et al. 2003; Roisin e Leponce 2004), usualmente, a quantidade de fósforo dissolvido no solo não é mensurada ou inclusa nos modelos de regressão. Em nosso estudo, o número de palmeiras foi significativamente relacionado com a composição de espécies de cupins apenas quando analisada independentemente de outros fatores e a inclusão de outras variáveis mostrou que não existe relação deste fator que não esteja associada à quantidade de fósforo e/ou à granulometria do solo. Porém, não fomos capazes de mostrar relação para todos os grupos de cupins, o que poderia revelar relações de uma parte das espécies com outros fatores, como o número de palmeiras ou abertura do dossel (Ackerman et al., 2009). Muitos autores têm mostrado relações da comunidade cupins com diversas outras variáveis ambientais, mas nenhum foi capaz de revelar associações tão fortes como

aquelas apresentadas com a quantidade de fósforo dissolvido no solo e sugerimos que futuros estudos com cupins, especialmente na Amazônia, levem em consideração este fator.

De acordo com o que é estimado para florestas sul-americanas (Bignell e Eggleton 2000), cupins consumidores de madeira são mais comuns (mas veja Ackerman et al. 2009 para outros resultados), contudo, geralmente, também há problemas na amostragem de outros grupos (Dawes-Gromadzki e Spain 2003). Foram detectados padrões fortes para os cupins de madeira, mas não pudemos detectar tais efeitos em grupos com maiores dificuldades de detectabilidade devido à baixa captura. Além disso, os padrões observados para a comunidade como um todo podem estar refletindo o efeito das variáveis sobre os cupins de madeira e a extrapolação dos resultados para outros grupos tróficos deve ser evitada. Apesar de alguns grupos tróficos terem atingido número de espécies semelhante ao esperado para a área, todos os grupos, com exceção dos consumidores de madeira, apresentaram muitas espécies com uma ou duas ocorrências, o que dificulta a ordenação e a detecção do efeito do ambiente sobre estes organismos. Outros estudos que enfoquem a captura desses grupos devem ser realizados para que as reais causas de diferenças na distribuição desses térmitas sejam elucidadas.

A perda de espécies com a redução do esforço amostral segue uma curva quase linear tanto para uma ou duas coletas. A dupla amostragem é indicada (MacKenzie et al. 2002; MacKenzie et al. 2003; Mackenzie e Royle 2005), porém não houve melhoria na detecção das relações entre os escores do primeiro eixo de PCoA e as variáveis ambientais associada com a repetição da amostragem, somente com o aumento do esforço. É mantido um nível aceitável de detecção nas relações mais fortes mesmo com a coleta de apenas três subparcelas em uma coleta e com duas subparcelas em duas coletas.

Em estudos futuros, sugerimos que o pesquisador determine previamente as relações que espera detectar, para que escolha o esforço amostral necessário para atingir seus objetivos. Se for de interesse a detecção de relações mais fracas, um esforço maior pode ser necessário, mas se o escopo do estudo for detectar somente os padrões mais fortes, de variáveis que possuem uma relação estreita com a composição de espécies, a coleta de três ou quatro subparcelas por transecto em uma única coleta será suficiente. No entanto, é importante salientar que coletas que possuam menos de 30 unidades amostrais não terão a mesma capacidade de detectar esses padrões. Existem estudos que podem ser consultados

para maiores detalhes sobre esforço amostral e poder do teste (ex. Cohen 1988) e programas computacionais que podem auxiliar na hora da escolha do esforço de coleta. Se o interesse for somente a captura de mais espécies, sugerimos que sejam realizadas mais coletas, que maior esforço seja despendido em uma área menor (ex. Apolinário 1993) ou que sejam feitas algumas amostragens com base no transecto proposto por Jones e Eggleton (2000).

Concluimos que a composição de espécies de cupins, principalmente do grupo de cupins de madeira, responde às variáveis do solo e que a detecção de outras relações pode estar relacionada com efeitos indiretos das variáveis estudadas. Estudos da comunidade de cupins devem dar mais atenção a grupos com maior dificuldade de detecção, ou mesmo se restringir a um determinado grupo para que as estritas relações das espécies de diferentes grupos tróficos sejam esclarecidas. O esforço necessário para que as relações dos cupins com variáveis ambientais sejam detectadas dependerá dos tipos de associação que pesquisador deseja compreender, mas os principais padrões podem ser vistos com rápidas amostragens em apenas uma coleta, o que pode ser útil no caso de estudos de conservação e manejo.

## Bibliografia

- Ackerman, I. L., Constantino, R., Gauch Jr., H. G., Lehmann, J., Riha, S. J., Fernandes, E. C., et al. (2009). Termite (Insecta: Isoptera) species composition in a primary rain forest and agroforests in central Amazonia. *Biotropica*, 41(2), 226-233.
- Ackerman, I. L., Teixeira, W. G., Riha, S. J., Lehmann, J., & Fernandes, E. C. (2007). The impact of mound-building termites on surface soil properties in a secondary forest of Central Amazonia. *Applied Soil Ecology*, 37(3), 267-276.
- Apolinário, F. B. (1993). Composição faunística e hábitos de nidificação de térmitas (Insecta: Isoptera) em florestas de terra firme da Amazônia central. Manaus, Brasil: INPA/FUA.
- Apolinário, F. E., & Martius, C. (2004). Ecological role of termites (Insecta, Isoptera) in tree trunks in central Amazonian rain forests. *Forest Ecology and Management*, 194(1-3), 23-28.
- Bandeira, A. G., & Macambira, M. L. (1988). Térmitas de Carajás, estado do Pará, Brasil: Composição faunística, distribuição e hábito alimentar. *Boletim Do Museu Paraense Emilio Goeldi, Série Zoologia*, 4(2), 175-190.
- Bandeira, A. G., & Torres, M. F. (1985). Abundância e distribuição de invertebrados do solo em ecossistemas da Amazônia Oriental. O papel ecológico dos cupins. *Boletim Do Museu Paraense Emilio Goeldi, Série Zoologia*, 2(1), 13-38.
- Bandeira, A. G. (1991). Térmitas (Insecta: Isoptera) consumidores de liteira na ilha de maracá, Roraima. *Acta Amazonica*, 21, 15-23.
- Barros, E., Grimaldi, M., Sarrazin, M., Chauvel, A., Mitja, D., Desjardins, T., et al. (2004). Soil physical degradation and changes in macrofaunal communities in Central Amazon. *Applied Soil Ecology*, 26(2), 157-168.
- Barros, E., Pashanasi, B., Constantino, R., & Lavelle, P. (2002). Effects of land-use system on the soil macrofauna in western Brazilian Amazonia. *Biology and Fertility of Soils*, 35(5), 338-347.
- Bignell, D., & Eggleton, P. (2000). Termites in ecosystems. In T. Abe, *Termites: evolution, sociality, symbioses, ecology* (pp. 362-388). Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Chauvel, A., Lucas, Y., & Boulet, R. (1987). On the genesis of the soil mantle of the region of Manaus, Central Amazonia, Brazil. *Experientia*, 43(3), 234-241.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2 ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Publishing.
- Colwell, R. K., Chang, X. M., & Chang, J. (2004). Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology*, 85(10), 2717-2727.

Constantino, R. (1992). Abundance and diversity of termites (Insecta: Isoptera) in two sites of primary rain forest in Brazilian Amazonia. *Biotropica*, 24(3), 420-430.

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.

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.

Davies, R. G., Hernández, L. M., Eggleton, P., Didham, R. K., Fagan, L. L., Winchester, N. N., et al. (2003). Environmental and spatial influences upon species composition of a termite assemblage across neotropical forest islands. *Journal of Tropical Ecology*, 19(5), 509-524.

Dawes-Gromadzki, T., & Spain, A. (2003). Seasonal patterns in the activity and species richness of surface-foraging termites (Isoptera) at paper baits in a tropical Australian savanna. *Journal of Tropical Ecology*, 19(4), 449-456.

De Souza, O. F., & Brown, V. K. (1994). Effects of habitat fragmentation on Amazonian termite communities. *Journal of Tropical Ecology*, 10(2), 197-206.

Emerson, A. (1925). The termites from Kartarbo, Bartica District, British Guiana. *Zoologica N. Y.* 6:291-459. *Zoologica N. Y.*, 6, 291-459.

Fontes, L. R. (1995). Cupins em áreas urbanas. In E. Berti Filho & L. R. Fontes, *Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins* (pp. 57-75). Piracicaba: Fundação Escola de Agricultura Luiz de Queiroz.

Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., & Tatham, R. L. (2009). *Análise multivariada de dados*. (J. F. Hair, W. C. Black, B. J. Babin, R. E. Anderson, & R. L. Tatham) (6 ed., p. 688). Porto Alegre: Bookman.

Hopkins, M. J. (2005). Flora da Reserva Ducke, Amazonas, Brasil. *Rodriguésia*, 56(86), 9-25.

Höfer, H., Hanagarth, W., Garcia, M., Martius, C., Franklin, E., Römbke, J., et al. (2001). Structure and function of soil fauna communities in Amazonian anthropogenic and natural ecosystems. *European Journal of Soil Biology*, 37(4), 229-235.

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

Jouquet, P., Dauber, J., Lagerlöf, J., Lavelle, P., & Lepage, M. (2006). Soil invertebrates as ecosystem engineers: Intended and accidental effects on soil and feedback loops. *Applied Soil Ecology*, 32(2), 153-164.

MacKenzie, D. I., Nichols, J. D., Hines, J. E., Knutson, M. G., & Franklin, A. B. (2003). Estimating site occupancy, colonization, and local extinction when a species is detected imperfectly. *Ecology*, 84(8), 2200-2207.

MacKenzie, D. I., Nichols, J. D., Lachman, G. B., Droege, S., Royle, J. A., Langtimm, C. A., et al. (2002). Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. *Ecology*, 83(8), 2248-2255.

Mackenzie, D. I., & Royle, J. A. (2005). Designing occupancy studies: General advice and allocating survey effort. *Journal of Applied Ecology*, 42(6), 1105-1114.

Magnusson, W. E., Lima, A. P., Luizão, R., Luizão, F., Costa, F., Castilho, C. V., et al. (2005). RAPELD: A modification of the Gentry method for biodiversity surveys in long-term ecological research. *Biota Neotropica*, 5(2), 1-6.

Marques-Filho, A. O., Ribeiro, M. N., Dos Santos, H. M., & Dos Santos, J. M. (1981). Estudos climatológicos da reserva florestal Ducke. IV. Precipitação. *Acta Amazonica*, 11(4), 759-768.

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

Mathieu, J., Grimaldi, M., Jouquet, P., Rouland, C., Lavelle, P., Desjardins, T., et al. (2009). Spatial patterns of grasses influence soil macrofauna biodiversity in Amazonian pastures. *Soil Biology and Biochemistry*, 41(3), 586-593.

Mathieu, J., Rossi, J. P., Grimaldi, M., Mora, P., Lavelle, P., Rouland, C., et al. (2004). A multi-scale study of soil macrofauna biodiversity in Amazonian pastures. *Biology and Fertility of Soils*, 40(5), 300-305.

Mathieu, J., Rossi, J. P., Mora, P., Lavelle, P., Martins, P. F., Rouland, C., et al. (2005). Recovery of soil macrofauna communities after forest clearance in Eastern Amazonia, Brazil. *Conservation Biology*, 19(5), 1598-1605.

Mill, A. E. (1982). Faunal studies on termites (Isoptera) and observations on their ant predators (Hymenoptera: Formicidae) in the Amazon Basin. *Revista Brasileira de Entomologia*, 26(3-4), 253-260.

Mill, A. E. (1982). Populações de térmitas (Insecta, Isoptera) em quatro habitats no baixo Rio Negro. *Acta Amazonica*, 12, 53-60.

PPBio. (2009). Programa de Pesquisas em Biodiversidade. Retrieved from <http://ppbio.inpa.gov.br>.

R Development Core Team. (2008). R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. doi: ISBN 3-900051-07-0.

Roisin, Y., & Leponce, M. (2004). Characterizing termite assemblages in fragmented forests: A test case in the Argentinian Chaco. *Austral Ecology*, 29(6), 637-646.

Schuurman, G. (2006). Foraging and distribution patterns in a termite assemblage dominated by fungus-growing species in semi-arid northern Botswana. *Journal of Tropical Ecology*, 22(03), 277.

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

Anexos

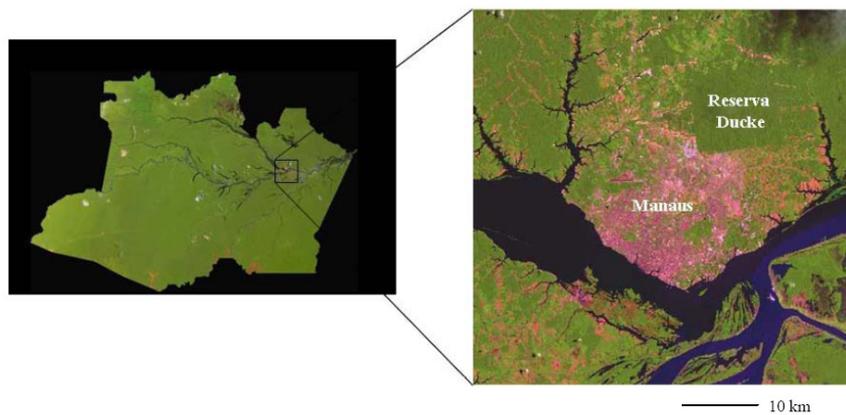


Figura 1. Estado do Amazonas com indicação da localização da Reserva Ducke ao norte de Manaus, Brasil.

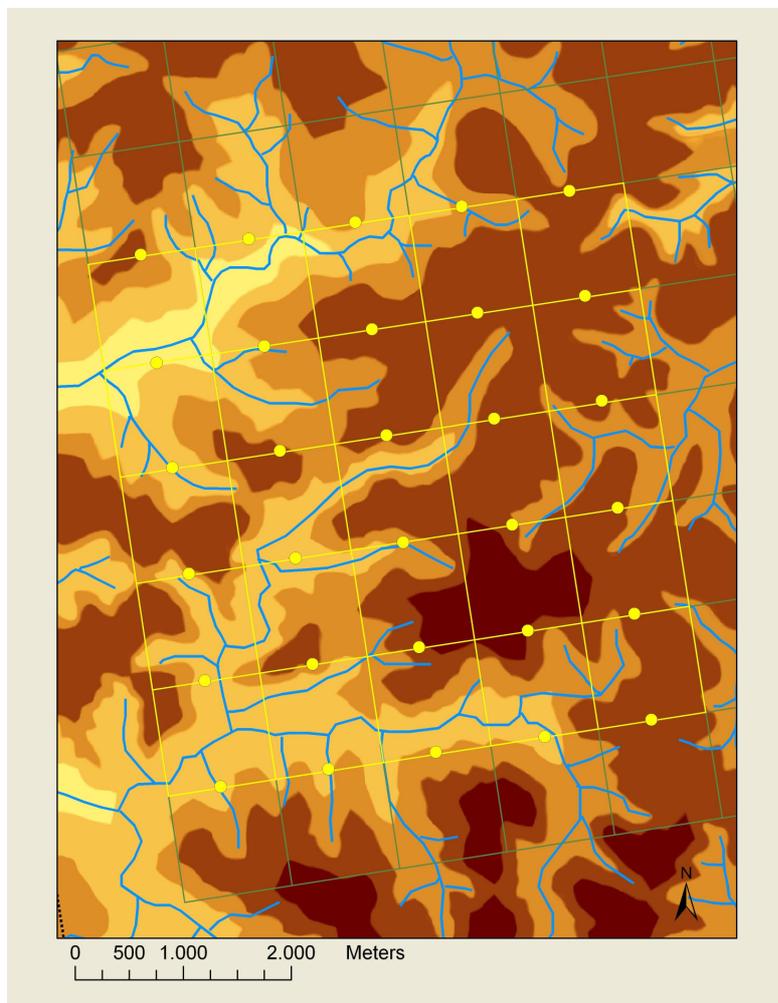


Figura 2. Mapa topográfico e hidrográfico da Reserva Ducke (RD). Os pontos representam a grade padrão de amostragem do Programa de Pesquisas em Biodiversidade.

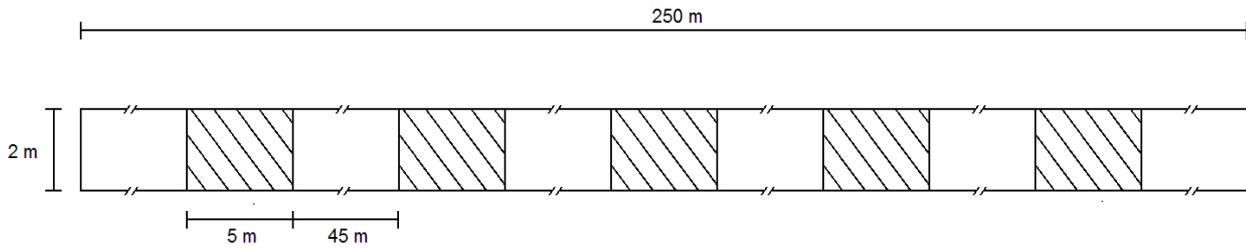


Figura 3. Transecto para a coleta de cupins. As áreas hachuradas representam as subparcelas de coleta.

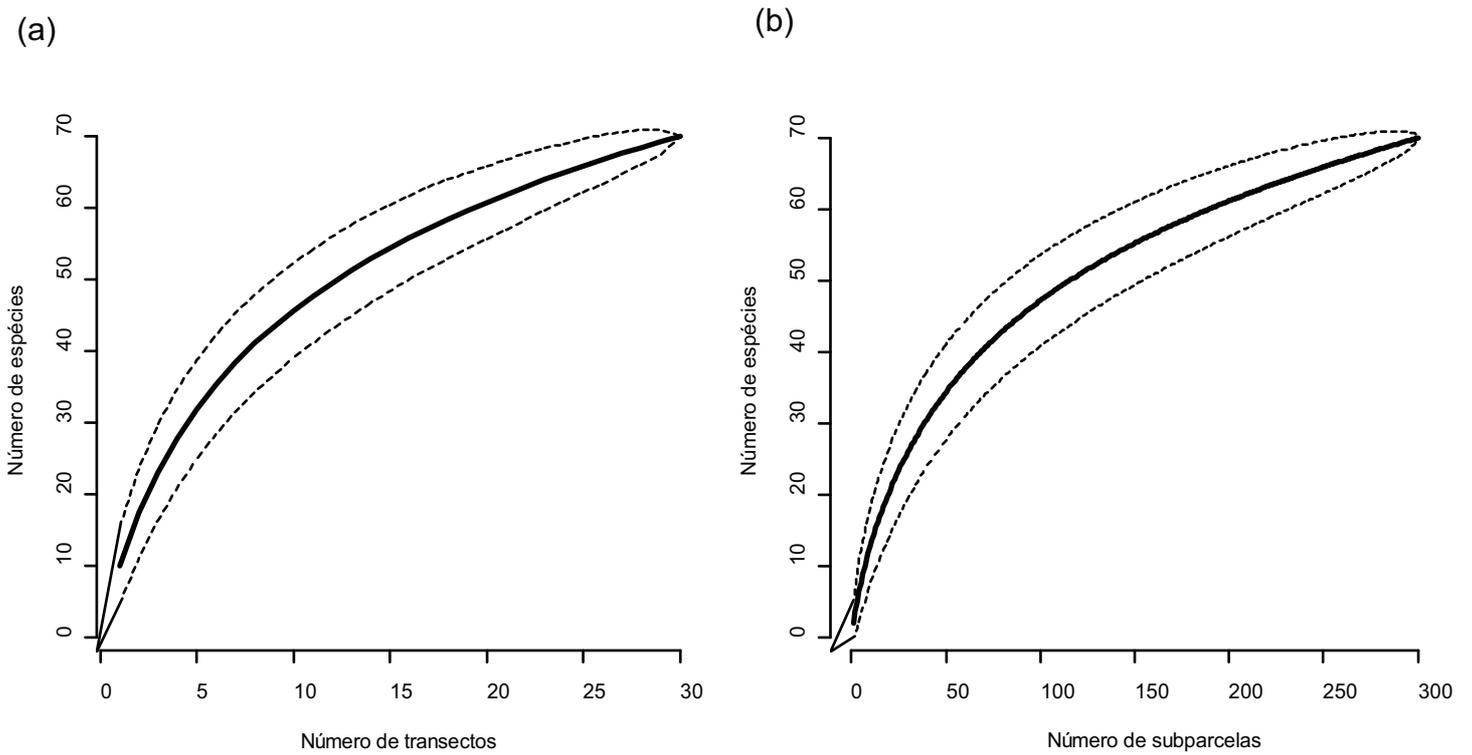


Figura 4. Curvas de acúmulo de espécies com base no estimador de riqueza Jackknife 1 e no modelo de rarefação. Curvas com base (a) nos pontos de amostragem (parcelas) e (b) com base nas subparcelas de cada ponto. As linhas tracejadas representam o intervalo de confiança.

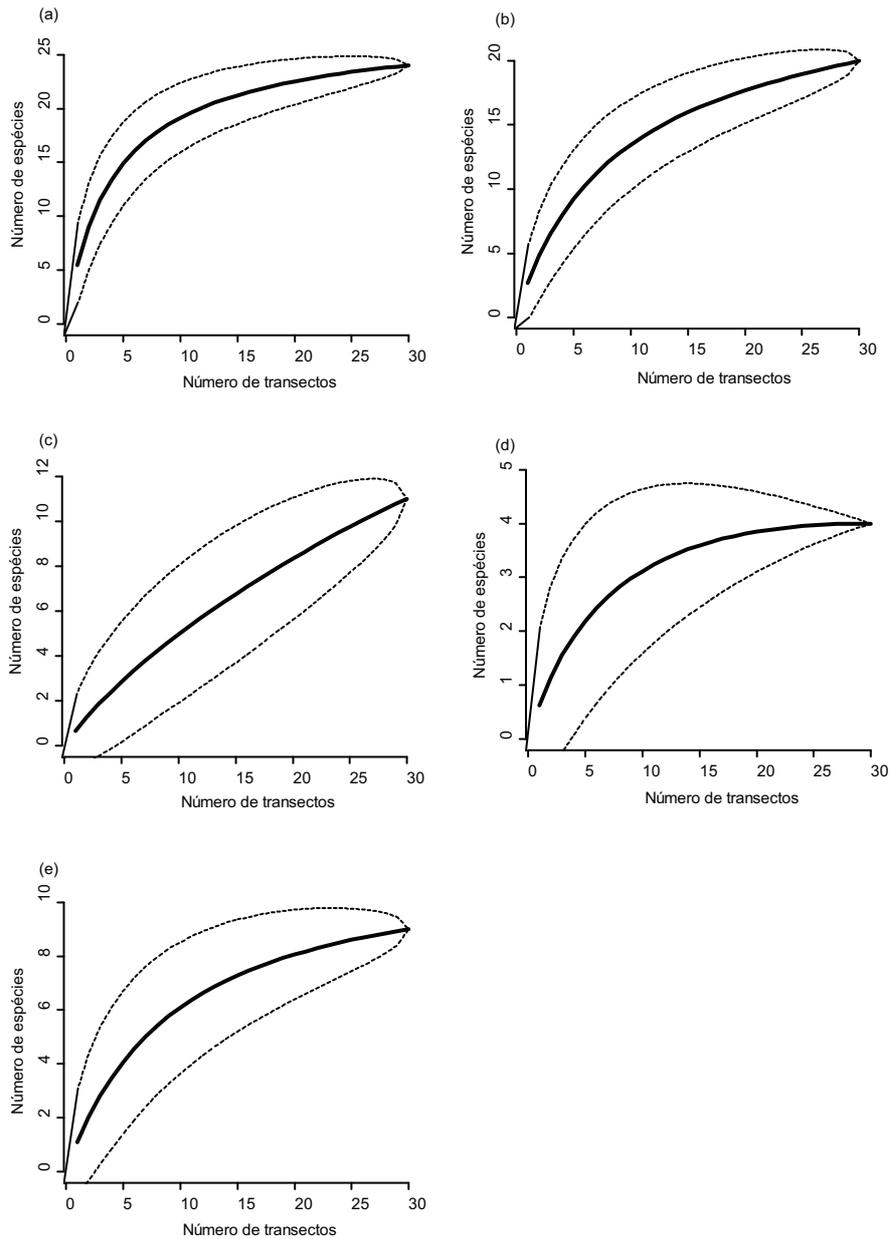


Figura 5. Curvas de acúmulo de espécies dos grupos tróficos com base no estimador de riqueza Jackknife 1 e no modelo de rarefação. (a), Cupins que consomem madeira; (b), cupins que consomem madeira semidecomposta; (c), cupins que consomem húmus; (d), cupins que consomem folhiço e (e), cupins que consomem material intermediário.

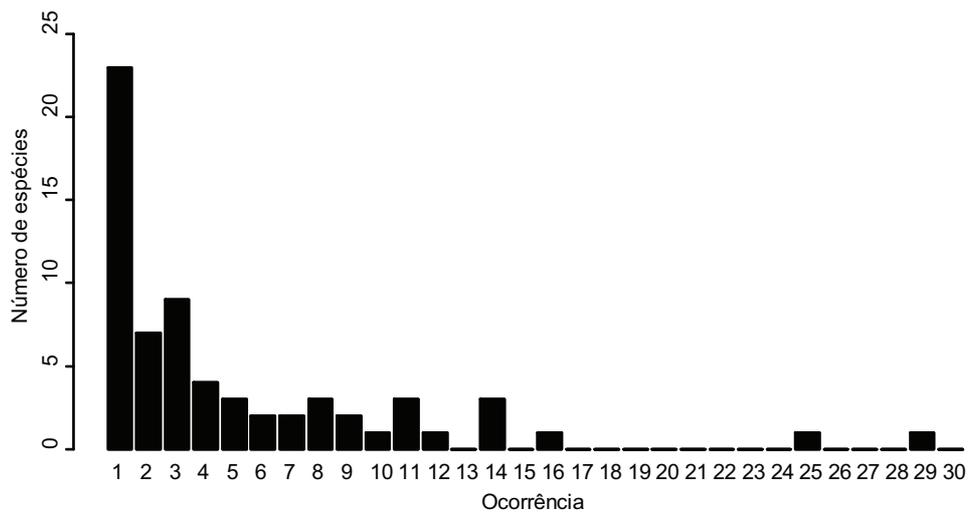


Figura 6. Frequência de ocorrência das espécies de cupins na Reserva Ducke. Os números de 1 a 30 representam o número de vezes que uma espécie ocorreu e as barras representam o número de espécies que apresentou a frequência de 1 a 30.

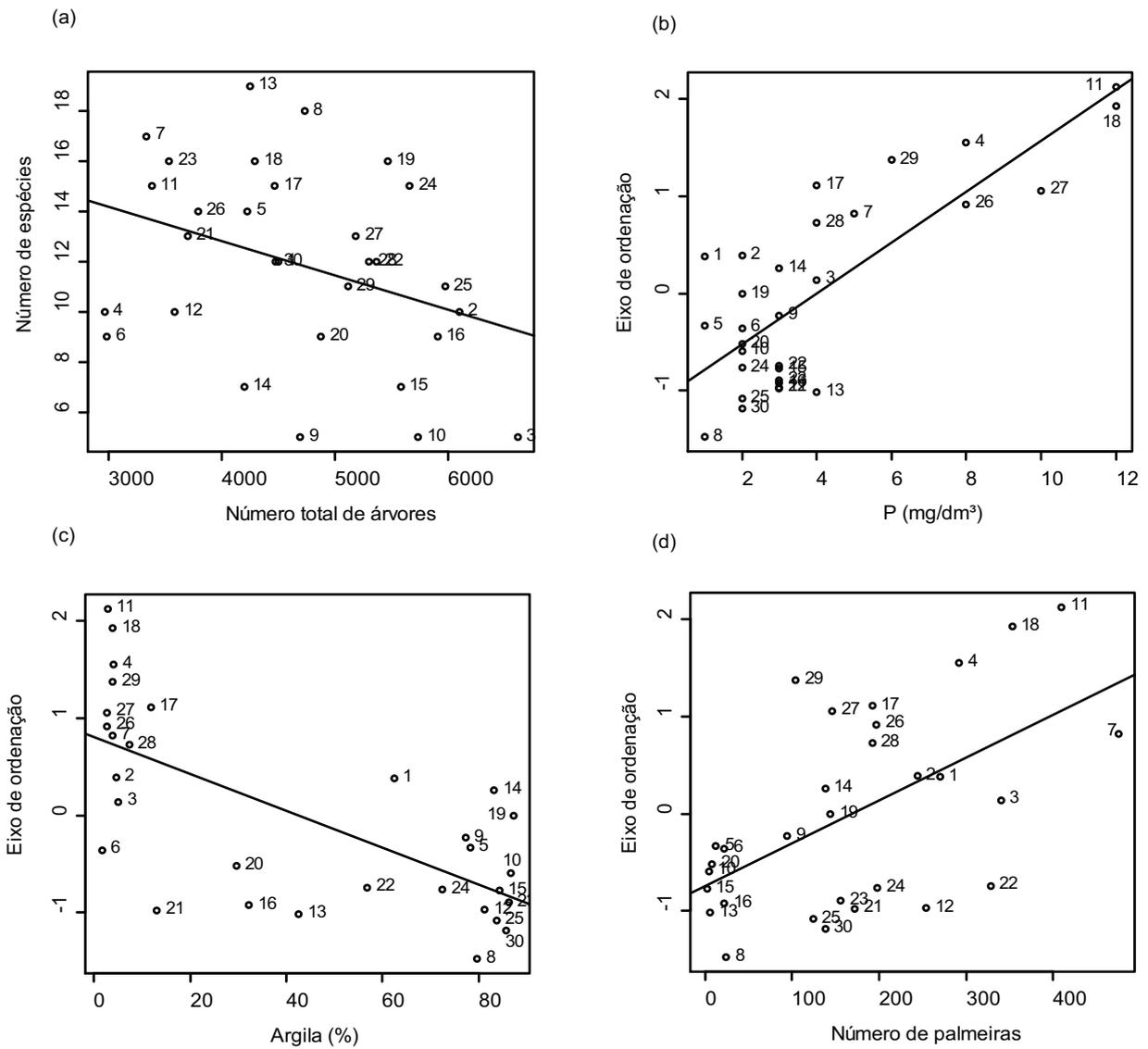


Figura 7. Regressões simples do (a) número de espécies e o número total de árvores ( $P=0,04$ ;  $r^2=0,13$ ) e dos escores do primeiro eixo de ordenação em relação (b) à quantidade de fósforo dissolvido no solo ( $P=0,00$ ;  $r^2=0,62$ ), (c) percentual de argila no solo ( $P=0,001$ ;  $r^2=0,47$ ) e (d) o número de palmeiras ( $P=0,001$ ;  $r^2=0,32$ ).

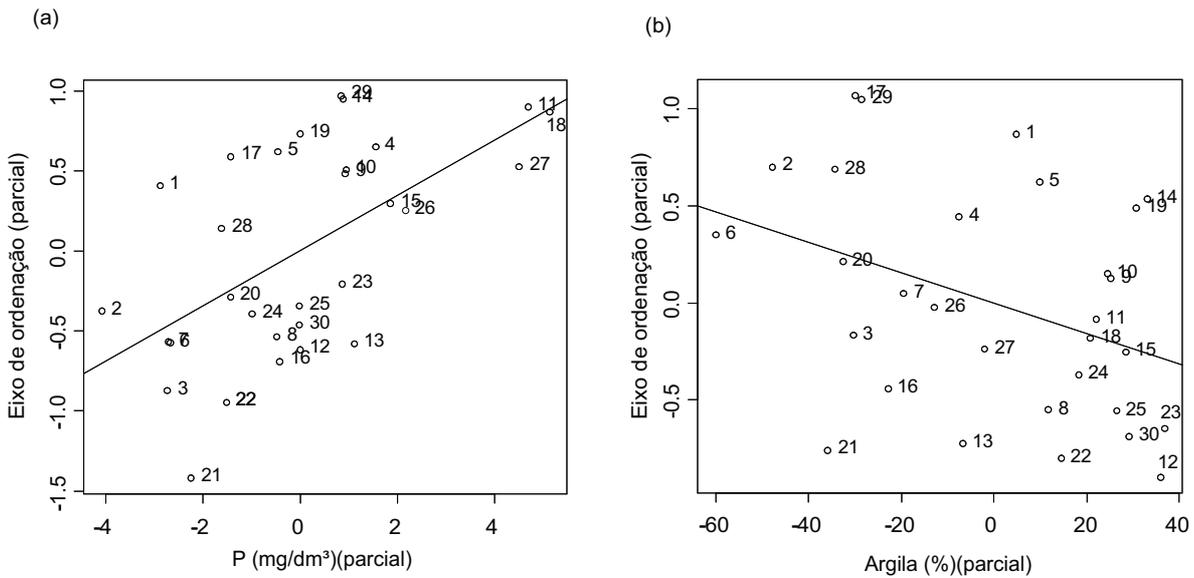


Figura 8. Regressões parciais dos escores do primeiro eixo de ordenação em relação à quantidade de fósforo dissolvido (a) ( $P=0,0006$ ;  $r^2=0,32$ ) e ao percentual de argila no solo (b) ( $P=0,03$ ;  $r^2=0,14$ ).

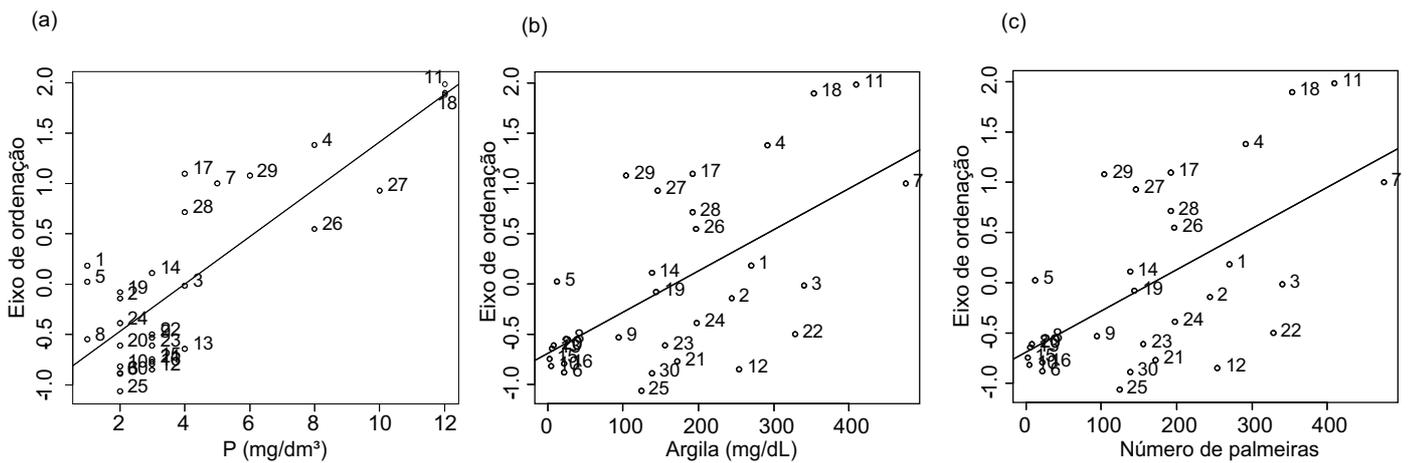


Figura 9. Regressões simples dos escores do primeiro eixo de ordenação dos cupins consumidores de madeira em relação à quantidade fósforo dissolvida (a) ( $P=0,00$ ;  $r^2=0,66$ ), ao percentual de argila (b) ( $P=0,00$ ;  $r^2=0,39$ ) e ao número de palmeiras (c) ( $P=0,00$ ;  $r^2=0,36$ ).

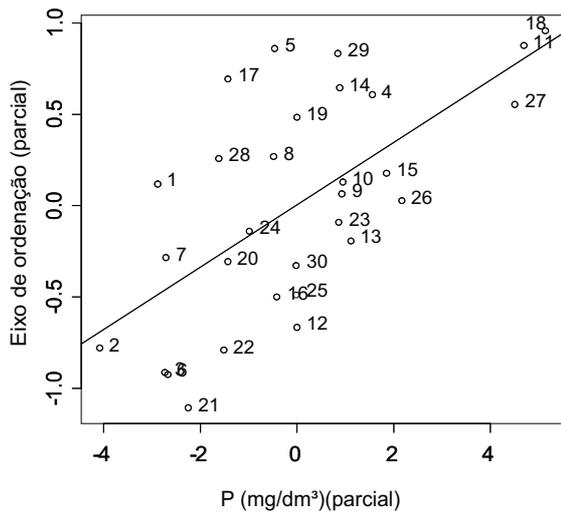


Figura 10. Regressão parcial dos escores do primeiro eixo de ordenação para os cupins consumidores de madeira e o fósforo dissolvido no solo ( $P=0,00$ ;  $r^2=0,41$ ). O efeito das variáveis de granulometria e número de palmeiras sobre o eixo foi eliminado.

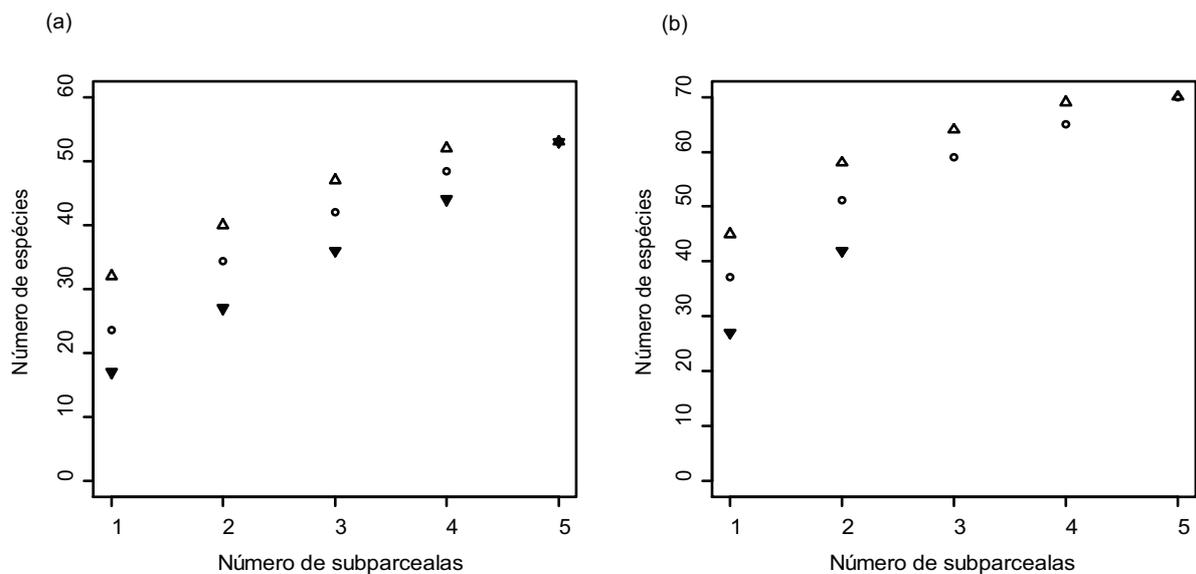


Figura 11. Número de espécies coletadas em relação ao número de subparcelas de cada transecto. Valores médio ( $\circ$ ), máximo ( $\Delta$ ) e mínimo ( $\blacktriangledown$ ) para uma estação de coleta (esquerda) e para duas estações de coleta.

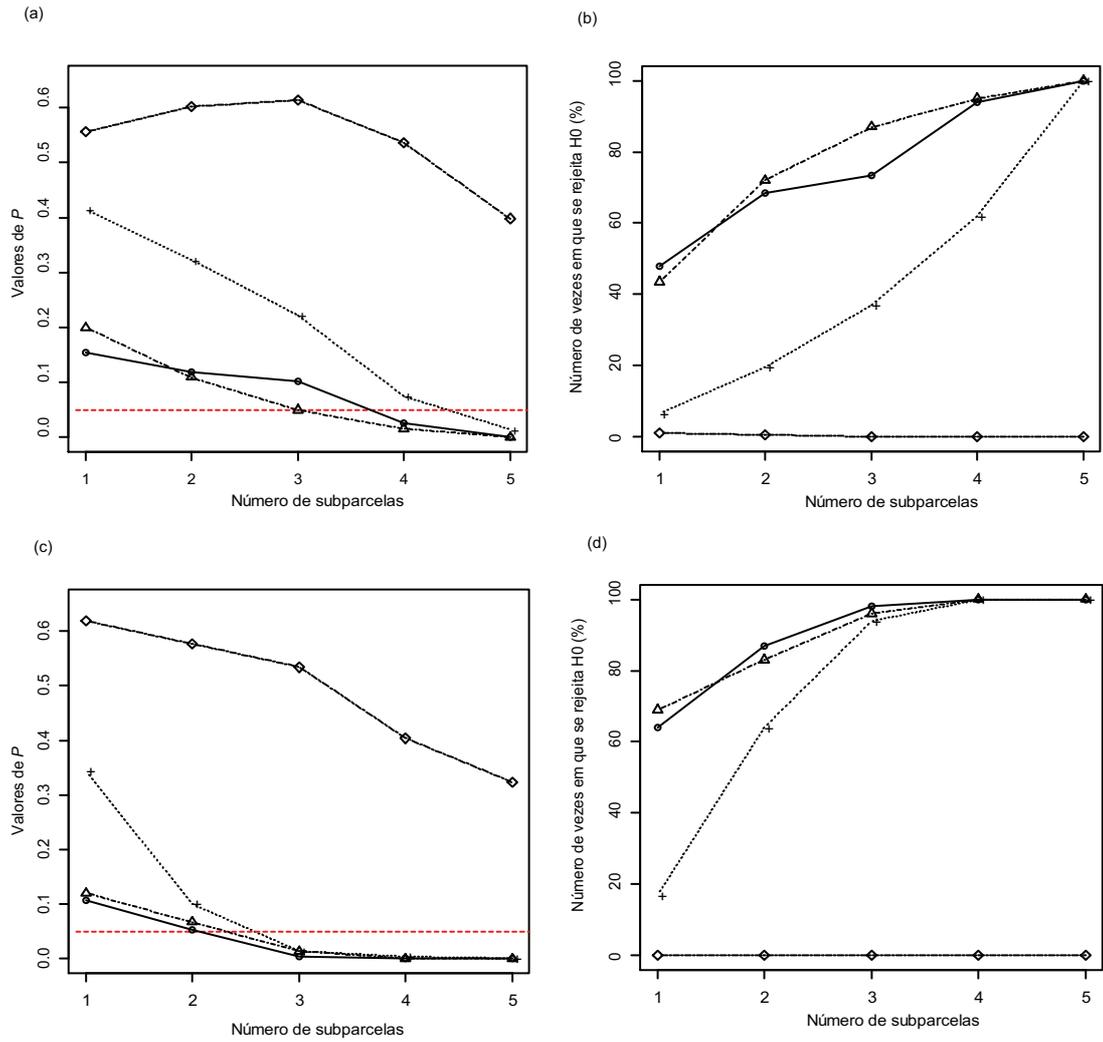


Figura 12. Valores médios de P em relação ao número de subparcelas amostradas em uma (a) ou duas coletas (c) e percentual de vezes que rejeitamos H0 em relação ao número de subparcelas em uma (b) e duas coletas (d) considerando os valores de P menor que 0,05 como significativo. As regressões foram feitas com a quantidade de fósforo dissolvido ( $\Delta$ ), percentual de argila no solo ( $\circ$ ), com o número de palmeiras ( $+$ ) e com o percentual de silte no solo ( $\diamond$ ). (---) limite de significância.

Tabela 1 – Listagem das espécies encontradas na Reserva Ducke. F – consumidores de folhigo; H – consumidores de húmus; M – consumidores de madeira; MSD – consumidores de madeira semidecomposta e I – cupins que se alimentam de material intermediário, entre madeira e húmus.

Família / Subfamília / Espécie	Parcelas	Subparcelas	Grupo trófico
<b>Rhinotermitidae</b>			
<b>Coptotermitinae</b>			
<i>Coptotermes testaceus</i> (Linnaeus)	11	16	M/MSD
<b>Heterotermitinae</b>			
<i>Heterotermes crinitus</i> (Emerson)	6	8	M
<i>Heterotermes tenuis</i> (Hagen)	30	86	M
<b>Rhinotermitinae</b>			
<i>Dolichorhinotermes longilabius</i> (Emerson)	8	10	M/MSD
<i>Rhinotermes hispidus</i> Emerson	3	3	MSD
<i>Rhinotermes marginalis</i> (Linnaeus)	1	1	MSD
<b>Termitidae</b>			
<b>Apicotermiteinae</b>			
<i>Ruptitermes arboreus</i> (Emerson)	3	3	-
<i>Ruptitermes cf. xanthochiton</i> Mathews	1	1	-
<b>Nasutitermitinae</b>			
<i>Angularitermes nasutissimus</i> (Emerson)	1	1	H
<i>Araujotermes nanus</i> Constantino	11	11	I
<i>Armitermes holmgreni</i> Snyder	2	2	I/MSD
<i>Armitermes peruanus</i> Holmgren	3	3	I/MSD
<i>Armitermes teevani</i> Emerson	1	1	MSD
<i>Atlantitermes sp.1</i>	4	5	I
<i>Atlantitermes sp.2</i>	1	1	I
<i>Caetetermes taquarussu</i> Fontes	3	4	
<i>Coatitermes cf. clevelandi</i> (Snyder)	2	2	H
<i>Coatitermes sp.1</i>	2	2	H
<i>Constrictotermes cavifrons</i> (Holmgren)	1	1	-
<i>Convexitermes junceus</i> Emerson	1	1	I/MSD
<i>Cornitermes ovatus</i> Emerson	6	11	M
<i>Cornitermes pugnax</i> Emerson	10	14	M
<i>Cyrilliotermes angulariceps</i> (Mathews)	1	1	H
<i>Cyrilliotermes cashassa</i> Fontes	1	1	H
<i>Embiratermes neotenicus</i> (Holmgren)	5	6	I/MSD
<i>Embiratermes spissus</i> (Emerson & Banks)	2	3	I
<i>Labiotermes labralis</i> (Holmgren)	2	2	H
<i>Nasutitermes banksi</i> Emerson	18	25	M
<i>Nasutitermes callimorphus</i> Mathews	7	9	M
<i>Nasutitermes corniger</i> (Motshulsky)	1	1	M
<i>Nasutitermes ephratae</i> (Holmgren)	7	14	M
<i>Nasutitermes gagei</i> Emerson	10	12	M
<i>Nasutitermes guayanae</i> (Holmgren)	24	35	M
<i>Nasutitermes macrocephallus</i> (Silvestri)	3	3	M
<i>Nasutitermes octopilis</i> Banks	5	6	MSD
<i>Nasutitermes sp.1</i>	5	11	M
<i>Nasutitermes sp.3</i>	2	2	M
<i>Nasutitermes sp.4</i>	2	2	M
<i>Nasutitermes sp.6</i>	1	1	M
<i>Nasutitermes surinamensis</i> (Holmgren)	1	1	M

<i>Nasutitermes wheeleri</i> Emerson	2	3	M
<i>Rhynchotermes sp.n.</i>	7	7	M
<i>Rotunditermes bragantinus</i> (Roonwal & Rathore)	1	1	MSD
<i>Subulitermes microsoma</i> (Silvestri)	1	1	H
<i>Syntermes longiceps</i> Constantino	3	5	F
<i>Syntermes molestus</i> (Burmeister)	11	14	F
<i>Syntermes spinosus</i> (Letreille)	5	5	F
<i>Triangularitermes triangulriceps</i> Mathews	7	7	I
<i>Velocitermes sp.1</i>	2	2	F
<b>Termitinae</b>			
<i>Amitermes exellens</i> (Silvestri)	3	3	MSD
<i>Cavitermes tuberosus</i> (Emerson)	1	1	H
<i>Crepititermes verruculosus</i> (Emerson)	8	8	H
<i>Cylindrotermes flangiatus</i> Mathews	11	29	M
<i>Cylindrotermes parvignathus</i> Emerson	29	130	M
<i>Dihoplotermes sp.n</i>	1	1	-
<i>Dihoplotermes sp.n.2</i>	1	1	-
<i>Gen.n. sp.n</i>	1	1	-
<i>Microcerotermes strunckii</i> (Sörensen)	4	4	M
<i>Neocapritermes angusticeps</i> (Emerson)	1	1	MSD
<i>Neocapritermes araguaia</i> Krishna & Araujo	2	3	MSD
<i>Neocapritermes braziliensis</i> (Snyder)	20	40	MSD
<i>Neocapritermes opacus</i> (Hagen)	4	4	MSD
<i>Neocapritermes pumilis</i> Constantino	2	3	M
<i>Neocapritermes sp.1</i>	1	1	-
<i>Neocapritermes taracua</i> Krishna & Araujo	3	4	MSD
<i>Orthognathotermes sp.n.</i>	1	1	H
<i>Planicapritermes planiceps</i> (Emerson)	7	9	MSD
<i>Spinitermes nigrostomus</i> Holmgren	1	1	H
<i>Termes ayri</i> Bandeira & Cancelllo	1	1	MSD
<i>Termes medioculatus</i> Emerson	8	8	MSD
Total de encuentros	357	621	

Tabela 2 – Relação da composição de espécies com as variáveis ambientais mensuradas. S - Número de espécies; PCoAt – escorees do primeiro eixo de ordenação de toda a comunidade; PCoAf – escores do primeiro eixo de ordenação dos cupins de folhiço; PCoAh – escores do primeiro eixo de ordenação de cupins de húmus; PCoAm – escores do primeiro eixo de ordenação de cupins de madeira; PCoAmsd – escores do primeiro eixo de ordenação de cupins de madeira e solo e PCoAi – escores do primeiro eixo de ordenação de cupins intermediários.

Variável ambiental	S		PCoAt		PCoAf		PCoAh		PCoAm		PCoAmsd		PCoAi	
	<i>P</i>	<i>r</i> <sup>2</sup>	<i>P</i>	<i>r</i> <sup>2</sup>	<i>P</i>	<i>r</i> <sup>2</sup>	<i>P</i>	<i>r</i> <sup>2</sup>	<i>P</i>	<i>r</i> <sup>2</sup>	<i>P</i>	<i>r</i> <sup>2</sup>	<i>P</i>	<i>r</i> <sup>2</sup>
N (mg/dm <sup>3</sup> )	0,85	-	0,08	-	0,13	-	0,73	-	0,21	-	0,18	-	0,12	-
P (mg/dm <sup>3</sup> )	0,24	-	<b>0,00</b>	<b>0,62</b>	0,05	-	0,53	-	<b>0,00</b>	<b>0,66</b>	0,60	-	0,36	-
K (mg/dm <sup>3</sup> )	0,76	-	0,49	-	0,71	-	0,66	-	0,29	-	0,29	-	0,79	-
Na (mg/dm <sup>3</sup> )	0,41	-	0,25	-	0,98	-	0,54	-	0,33	-	0,83	-	0,40	-
Silte (%)	0,47	-	0,32	-	0,98	-	0,24	-	0,30	-	0,54	-	0,28	-
Argila (%)	0,60	-	<b>0,00</b>	<b>0,47</b>	0,06	-	0,23	-	<b>0,00</b>	<b>0,39</b>	0,54	-	0,47	-
Número de palmeiras	0,26	-	<b>0,00</b>	<b>0,32</b>	0,97	-	0,16	-	<b>0,00</b>	<b>0,37</b>	0,52	-	0,21	-
Número de árvores	<b>0,04</b>	<b>0,13</b>	0,10	-	0,65	-	0,48	-	0,05	-	0,38	-	0,60	-
Número de palmeiras e árvores	0,06	-	0,20	-	0,63	-	0,36	-	0,12	-	0,41	-	0,70	-