

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENTOMOLOGIA**

**DIVERSIDADE DE ÁCAROS EDÁFICOS (ACARI: ORIBATIDA) E REDUÇÃO DO
ESFORÇO AMOSTRAL NO GRADIENTE ECOLÓGICO DE 10 MIL HA DE
FLORESTA DE TERRA-FIRME DA RESERVA DUCKE, MANAUS, AM, BRASIL**

JAMILE DE MORAES

Manaus, Amazonas
Maio, 2010

JAMILE DE MORAES

**DIVERSIDADE DE ÁCAROS EDÁFICOS (ACARI: ORIBATIDA) E REDUÇÃO DO
ESFORÇO AMOSTRAL NO GRADIENTE ECOLÓGICO DE 10 MIL HA DE
FLORESTA DE TERRA-FIRME DA RESERVA DUCKE, MANAUS, AM, BRASIL**

Dra. ELIZABETH FRANKLIN CHILSON
Dr. José Wellington de Moraes

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

Manaus, Amazonas
Maio, 2010

M827

Moraes, Jamile de

Diversidade de ácaros edáficos (Acari: Oribatida) e redução do esforço amostral no gradiente ecológico de 10 mil ha de floresta de terra-firme da Reserva Ducke, Manaus, AM, Brasil / Jamile de Moraes.--- Manaus : [s.n.], 2010.

xii, 83 f. : il.

Dissertação (mestrado)-- INPA, Manaus, 2010

Orientador : Elizabeth Franklin Chilson

Co-orientador : José Wellington de Moraes

Área de concentração : Entomologia

1. Ácaros. 2. Oribatida. 3. Comunidades. 4. Composição de espécies. 5. Floresta de terra-firme. 6. Protocolos de coleta. 7. Reserva Florestal Ducke. I. Título.

CDD 19. ed. 595.42

Sinopse:

Foi estudada a riqueza e ocorrência de ácaros oribatídeos na Reserva Ducke. Foi investigada a possibilidade de redução do esforço amostral baseado na manutenção de respostas ecológicas desses ácaros para o efeito da proporção de argila do solo e número de palmeiras acaules. Também foi testado o efeito da posição de grades alternativas de coleta dentro da reserva na composição de espécies de ácaros oribatídeos. Os resultados indicaram uma possibilidade de redução de esforço no campo e no laboratório. As grades alternativas foram similares quanto à composição de espécies de ácaros oribatídeos.

Palavras-chave: ácaros oribatídeos, comunidades, composição de espécies, protocolos de coleta.

Agradecimentos

À Dra. Elizabeth Franklin Chilson pela orientação constante, por todas as sugestões valiosas que engrandeceram este trabalho e especialmente pela confiança, amizade e companheirismo.

Ao Dr. José Wellington de Moraes pela orientação, pelo apoio técnico e, sobretudo pela verdadeira amizade consolidada.

Ao INPA e seus pesquisadores e funcionários, os quais possibilitaram a minha formação.

À DCEn pela infra-estrutura, apoio financeiro e pela oportunidade da realização do mestrado.

À CAPES pela bolsa de estudo.

Ao Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio) pela coleta e disponibilização dos dados das variáveis ambientais utilizadas neste estudo em especial à Tania P. Pimentel pelos dados de solo e a Jean L. Guillaumet, Albertina Lima e Flávia C. Costa pelos dados das palmeiras da Reserva Ducke.

Ao PNOPG pelo financiamento das coletas e à Rozilete Guimarães pelo trabalho de campo, que apesar das atividades já finalizadas, foram imprescindíveis.

À Dra. Flávia Capelotto Costa e ao Dr. William Magnusson pela solicitude e pelas excelentes críticas e sugestões que aperfeiçoaram este trabalho.

Aos colegas de turma, em especial à Danielle, Sheila e Taciane pela amizade, pela companhia, conselhos e incentivos e ao Cristian pela imensa ajuda no R e no conhecimento do campo.

Aos colegas de laboratório Nete, Nonato, à Pollyana e ao Breno pela ajuda em organizar a coleção, à Annelise e à Juliana pela amizade e alegria contagiante além de todos os apoios técnicos e sentimentais, e ao Jorge pela amizade, pela paciência e bom humor no auxílio da parte estatística além das importantes sugestões.

Aos meus pais, Cinira e Getulio, pelo incentivo, pelo amor e pela presença constante em todas as etapas da minha vida.

Ao Thiago, por ser a parte mais feliz da minha vida.

Muito obrigada!

Resumo

A coleta de ácaros oribatídeos em grande escala espacial usando métodos convencionais é dispendiosa, demanda muito tempo e restringe o uso destes animais em programas de monitoramento. Em 2001/2002, foi instalado um sistema de 9 trilhas Norte-Sul e 9 Leste-Oeste na Reserva Ducke. Seguindo o método RAPELD, foram distribuídas parcelas sobre uma grade de 64 km², resultando em 72 parcelas distantes 1 km entre si. Dentro desta grade, foi delimitada uma área menor de 25 km² e 30 parcelas através do Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio), cuja localização foi definida por considerações logísticas e financeiras. Este é o tamanho padrão para a maioria dos sítios que usam RAPELD. Para estimar a diversidade taxonômica de ácaros oribatídeos na Reserva Ducke, um dos sítios mais intensivamente estudados na Amazônia, foram coletadas 360 amostras de serapilheira e solo distribuídas entre as 72 parcelas de 250 m e extração dos invertebrados em aparelho de Berlese-Tullgren. Para redução do esforço no campo, avaliamos a diminuição do número de parcelas para 62, 52, 42, 32 e 30 de maneira aleatória e através da retirada de parcelas vizinhas agrupadas. Para a redução do esforço tanto no campo quanto no laboratório, o mesmo procedimento foi feito com a exclusão das espécies raras nas análises. A floresta de terra-firme não é homogênea, pois possui um gradiente de solo, topografia, retenção de água, estrutura da vegetação e penetração de luz, por isto, verificamos também se a localização de seis grades alternativas de 25 km² dentro de uma área de 100 km² da reserva poderia afetar as conclusões quanto à abundância e diversidade de ácaros. Foram obtidos 3.182 indivíduos, correspondendo a 60 gêneros e 161 táxons (espécies e morfoespécies). Oitenta e dois (~51%) táxons eram espécies conhecidas, aumentando de 54 para 106 o número registrado na reserva. Para o estado do Amazonas e para a Reserva Ducke, 24 e 105 táxons foram novos registros respectivamente, aumentando para 254 o número registrado na área. *Rostrozetes foveolatus*, *Pergalumna passimpunctata* e *Archezogozetes longisetosus* foram as mais abundantes, sendo que a predominância das duas primeiras, também as mais frequentes, pode ser atribuída às suas capacidades fisiológicas adaptativas. Cinquenta e sete táxons (~35%) foram raros. Apesar de a região amazônica ser uma das mais investigadas no Brasil, existe uma relativa deficiência no conhecimento taxonômico de ácaros oribatídeos, agravado pela falta de descrições mesmo das espécies dos gêneros mais comuns. Matrizes de dissimilaridade foram geradas para cada nível de redução de esforço baseadas nos índices de Bray-Curtis (dados de abundância) e de Sørensen (presença e ausência). Correlações de Mantel foram usadas para acessar as relações entre os pares de matrizes, assumindo que valores $\geq 0,7$ indicavam uma similaridade satisfatória de informação. O padrão das respostas ecológicas da comunidade de ácaros oribatídeos pôde ser detectado em diferentes níveis de esforço. Através de regressão múltipla multivariada o efeito da porcentagem de argila na composição de ácaros foi detectado utilizando dados de todos os níveis de redução. O número de palmeiras acaules não esteve relacionado à comunidade de ácaros. Usando dados de abundância da comunidade de ácaros oribatídeos, os valores de correlação variaram de 0,41 a 0,63 indicando diferenças na informação dependendo da posição da grade de 25 km². Dados de presença e ausência variaram de 0,79 a 0,88, mostrando similaridade na composição de espécies entre as grades. A localização das grades de 25 km² afetou as informações de abundância, mas não da composição de espécies. Se a grade padrão do PPBio tivesse sido escolhida em outra locação da reserva, apenas as espécies menos abundantes de ácaros não teriam sido coletadas. Estas grades menores abrigam ~77% das espécies capturadas na grade de 64 km² e a utilização dos dados provenientes destas grades menores ainda captura os principais padrões ecológicos da comunidade. Estimando o tempo de coleta e processamento das amostras provenientes de grades com 30 parcelas, os custos do projeto são reduzidos em ~58%. Para levantamentos rápidos de padrões ecológicos, é mais eficiente utilizar dados de presença e ausência da comunidade de ácaros oribatídeos e excluir as espécies raras, resultando na economia de tempo na identificação de material, maior acesso aos dados e maior rapidez na publicação dos resultados.

Palavras-chave: ácaros oribatídeos, comunidades, composição de espécies, protocolos de coleta.

Abstract

Sampling oribatid mites in large areas using conventional methods is expensive, time-consuming, and this constrains their use on monitoring program. In 2001/2002, a system of 9 N-S and 9 E-W trails was installed in the reserve. Following the RAPELD method, plots were distributed over a 64 km² grid of trails spaced 1 km apart, resulting in 72 plots with a minimum distance of 1 km between them. Inside this large grid, the Program for Planned Biodiversity Research (PPBio) delimited a smaller grid of 25 km² with 30 plots, whose localization was defined by logistic and financial considerations. This size grid is the standard for most sites using large RAPELD grids. To estimate the taxonomical diversity of oribatid mites in a gradient of soil and vegetation in the reserve, one of the most intensively studied sites in Amazon, in 2001-2002, 360 sub-samples of litter and soil were obtained in 72 plots of 250 m of length, and mites were extracted using a Berlese-Tullgren apparatus. To the effort reduction in the field, we evaluated the reduction of the number of plots to 62, 52, 42, 32 e 30 in a random way and also taking groups of neighbor plots. To the effort reduction in the field and in the laboratory, the same procedure was done excluding the rare species from the data. Wet upland forests in central Amazonia are not homogeneous, but have a gradient of soil, topographys, water retention, vegetation structure, and light penetration to the understory. Because of it, we also evaluated if the localization of six alternative 25 km² grids inside the 100 km² of the reserve would affect conclusions about the abundance and diversity of the mites. A total of 161 taxa (adults) was registered, being 82 (51%) identified to known species. The survey increased from 54 to 106 the number of taxa not previously registered in the reserve. For the State of Amazonas and for the reserve, 24 and 105 were new registers respectively, increasing to 254 the number registered in the area. *Galumna*, *Rostrozetes* and *Schelorbites* were the most speciose. Fifty seven taxa (35%) were singletons or doubletons. *Rostrozetes foveolatus*, *Pergalumna passimpunctata* and *Archegozetes longisetosus* were the most abundant, being the first two also the most frequents. Although the Amazon region is one of the most investigated in Brazil, there is a relative deficiency in the taxonomic knowledge of oribatid mites, compounded by lack of descriptions of the same species of the most common. The dissimilarity matrices were generated for each 30 plots grid based on the Bray–Curtis (abundance data) and Sørensen (presence absence data) indices. Mantel correlations were used for assessing relationships between pairs of matrices, assuming that values ≥ 0.7 indicate a satisfactory similarity of information from pairs of grids. The ecological pattern of the mites community could be detected in different levels of effort reduction. Using multiple multivariate regressions, the effect of the clay percentage in the composition of mites was detected using data based in every level of reduction. The number of palm trees was not correlated to the mite community. Using abundance data of the mite community, correlations values varied from 0.41 to 0.63, indicating differences in information depending on the position of the grid. Presence/absence data varied from 0.79 to 0.88 showing that species compositions were similar between grids. The localization of the 25 km² grids greatly affects information on the abundance but not the composition of species between grids. The most frequent species occurred in the majority of habitats in Reserva Ducke. If the standard PPBio grid was placed in another location of the reserve, only the lesser abundant species of oribatid mites would not have been sampled. These smaller grids carried ~77% of the species captured in the 64 km² grid and the utilization of data originating from these grids still capture the main ecological pattern of the community. Estimating sampling and processing time for the 30 plots grids material, the costs of the project are reduced to ~58%. For rapid surveys to detect ecological pattern, it is more efficient to use presence and absence data of the oribatid mites community and exclude rare species, reducing time in the identification of the material and providing faster access to the data and faster publication of the results.

Key-words: oribatids mites, communities, species composition, sampled protocols.

Sumário

Lista de Tabelas	x
Lista de Figuras	xi
Introdução geral	1
Objetivos	4
Material e Métodos	5
Capítulo 1: Riqueza e ocorrência de ácaros edáficos (Acari: Oribatida) em escala meso-espacial em floresta de terra-firme na Reserva Ducke, no estado do Amazonas, norte do Brasil	10
Introdução	11
Material e métodos	13
Resultados	13
Discussão	25
Capítulo 2: Redução do esforço amostral para ácaros edáficos (Acari: Oribatida) baseada nas respostas da comunidade sobre variáveis ambientais na floresta de terra-firme da Reserva Ducke, no estado do Amazonas, norte do Brasil	30
Introdução	31
Material e métodos	34
Resultados	41
Discussão	53
Conclusões	59
Referências bibliográficas	60
APÊNDICE A. Lista de espécies e morfoespécies de ácaros oribatídeos registradas neste	

trabalho em solo e serapilheira da Reserva Florestal Ducke..... 70

APÊNDICE B. Valores médios das probabilidades (p) e da variação explicada pelo modelo (r^2) das regressões múltiplas entre os eixos da PCoA da comunidade de ácaros oribatídeos, sem a exclusão de espécies raras, em cada esforço reduzido de parcelas aleatorizadas (dados quantitativos) com as variáveis ambientais. Em negrito estão os valores significativos e em cinza está assinalado onde o padrão não se manteve no esforço reduzido..... 78

APÊNDICE C. Valores médios das probabilidades (p) e da variação explicada pelo modelo (r^2) das regressões múltiplas entre os eixos da PCoA da comunidade total de ácaros oribatídeos, sem a exclusão de espécies raras, em cada esforço reduzido de parcelas aleatorizadas (dados de presença e ausência) e as variáveis ambientais. Em negrito estão os valores significativos e em cinza está assinalado onde o padrão não se manteve no esforço reduzido..... 78

APÊNDICE D. Valores médios das probabilidades (p) e da variação explicada pelo modelo (r^2) das regressões múltiplas entre os eixos de ordenação da PCoA da comunidade de oribatídeos, com exclusão das espécies raras (dados de abundância), em cada esforço reduzido de parcelas aleatorizadas com as variáveis ambientais. Em negrito estão os valores significativos e em cinza está assinalado onde o padrão não se manteve no esforço reduzido..... 79

APÊNDICE E. Valores médios das probabilidades (p) e da variação explicada pelo modelo (r^2) das regressões múltiplas entre os eixos de ordenação da PCoA da comunidade de ácaros oribatídeo, com exclusão das espécies raras (dados de presença e ausência), em cada esforço reduzido de parcelas aleatorizadas com as variáveis ambientais. Em negrito estão os valores significativos e em cinza está assinalado onde o padrão não se manteve no esforço reduzido..... 79

APÊNDICE F. Valores das probabilidades (p) e da variação explicada pelo modelo (r^2) das regressões múltiplas entre os eixos de ordenação da PCoA da comunidade total de ácaros oribatídeos, sem a exclusão das espécies raras (dados quantitativos), em cada esforço reduzido de parcelas agrupadas com as variáveis ambientais. Em negrito estão os valores significativos e em cinza está assinalado onde o padrão não se manteve no esforço reduzido..... 80

APÊNDICE G. Valores das probabilidades (p) e da variação explicada pelo modelo (r^2) das regressões múltiplas entre os eixos de ordenação da PCoA da comunidade total de ácaros oribatídeos, sem a exclusão das espécies raras (dados de presença e ausência), em cada esforço reduzido de parcelas agrupadas com as variáveis ambientais. Em negrito estão os valores significativos e em cinza está assinalado onde o padrão não se manteve no esforço reduzido..... 80

APÊNDICE H. Valores das probabilidades (p) e da variação explicada pelo modelo (r^2) das regressões múltiplas entre os eixos de ordenação da PCoA) da comunidade de ácaros oribatídeos, com exclusão das espécies raras (dados de abundância), e o esforço reduzido de parcelas agrupadas com as variáveis ambientais. Em negrito estão os valores significativos e em cinza está assinalado onde o padrão não se manteve no esforço reduzido..... 81

APÊNDICE I. Valores das probabilidades (p) e da variação explicada pelo modelo (r^2) das regressões múltiplas entre os eixos de ordenação da PCoA e as variáveis ambientais em relação aos dados qualitativos (presença e ausência) da comunidade de ácaros oribatídeos, com exclusão das espécies raras e o esforço reduzido de parcelas agrupadas. Em negrito estão os valores significativos e em cinza está assinalado onde o padrão não se manteve no esforço reduzido..... 81

APÊNDICE J. Valores das probabilidades (p) e da variação explicada pelo modelo (r^2) das regressões múltiplas entre os eixos de ordenação da PCoA e as variáveis ambientais em relação aos dados de abundância da comunidade de ácaros oribatídeos, sem a exclusão das espécies raras, das seis grades. Em negrito estão os valores significativos e em cinza está assinalado onde o padrão não se manteve no esforço reduzido..... 82

APÊNDICE K. Valores das probabilidades (p) e da variação explicada pelo modelo (r^2) das regressões múltiplas entre os eixos de ordenação da PCoA e as variáveis ambientais em relação aos dados de presença e ausência de espécies de ácaros oribatídeos, sem a exclusão das espécies raras, das seis grades. Em negrito estão os valores significativos e em cinza está assinalado onde o padrão não se manteve no esforço reduzido..... 82

APÊNDICE L. Valores das probabilidades (p) e da variação explicada pelo modelo (r^2) das regressões múltiplas entre os eixos de ordenação da PCoA e as variáveis ambientais em relação aos dados de abundância da comunidade de ácaros oribatídeos, com a exclusão das espécies raras, das seis grades. Em negrito estão os valores significativos e em cinza está assinalado onde o padrão não se manteve no esforço reduzido..... 83

APÊNDICE M. Valores das probabilidades (p) e da variação explicada pelo modelo (r^2) das regressões múltiplas entre os eixos de ordenação da PCoA e as variáveis ambientais em relação aos dados de presença e ausência de espécies de ácaros oribatídeos, com a exclusão das espécies raras, das seis grades. Em negrito estão os valores significativos e em cinza está assinalado onde o padrão não se manteve no esforço reduzido..... 83

Lista de Tabelas

Capítulo 1: Riqueza e ocorrência de ácaros edáficos (Acari: Oribatida) em escala meso-espacial em floresta de terra-firme na Reserva Ducke, no estado do Amazonas, norte do Brasil

Tabela 1 – Registro, número de indivíduos e frequência das espécies de ácaros oribatídeos (Acari: Oribatida) registradas neste trabalho e registros de espécies efetuados em outros trabalhos realizados na Reserva Florestal Ducke. A sequência dos táxons está organizada em ordem alfabética 15

Capítulo 2: Redução do esforço amostral para ácaros edáficos (Acari: Oribatida) baseada nas respostas da comunidade sobre variáveis ambientais na floresta de terra-firme da Reserva Ducke, no estado do Amazonas, norte do Brasil

Tabela 1 – Valores médios das probabilidades parciais para o efeito da argila nas regressões múltiplas entre os eixos da PCoA das comunidades de ácaros oribatídeos com as variáveis ambientais, em cada esforço reduzido de parcelas aleatorizadas. Em negrito estão os valores significativos..... 43

Tabela 2 – Valores das probabilidades parciais para o efeito da argila nas regressões múltiplas entre os eixos da PCoA das comunidades de ácaros oribatídeos com as variáveis ambientais, em cada esforço reduzido de parcelas agrupadas. Em negrito estão os valores significativos..... 45

Tabela 3 – Valores do teste de correlação de Mantel (rM , $p < 0,001$) obtidos nas comparações das comunidades de ácaros oribatídeos entre seis grades alternativas de 30 parcelas, utilizando dados de abundância das espécies..... 46

Tabela 4 – Valores do teste de correlação de Mantel (rM , $p < 0,001$) obtidos nas comparações das comunidades de ácaros oribatídeos entre seis grades alternativas de 30 parcelas, utilizando dados qualitativos (presença e ausência) das espécies..... 47

Tabela 5 – Valores das probabilidades parciais para o efeito da argila nas regressões múltiplas entre os eixos da PCoA das comunidades de ácaros oribatídeos com as variáveis ambientais, das seis grades. Em negrito estão os valores significativos..... 48

Tabela 6 – Custos (R\$ e U\$) destinados ao trabalho com ácaros oribatídeos relativos ao tempo de coleta, triagem e identificação de dados das 72 parcelas da Reserva Ducke 50

Tabela 7 – Custos (R\$ e U\$) estimados para o trabalho com ácaros oribatídeos relativos ao tempo de coleta, triagem e identificação de dados de 30 parcelas da Reserva Ducke 51

Lista de Figuras

Figura 1 – Localização da Reserva Florestal Ducke (RFAD) e da cidade de Manaus (Adaptado de: Google Earth, acesso 01 de abril de 2008) 5

Figura 2 – Mapa topográfico e hidrográfico da Reserva Florestal Ducke, Manaus, Amazonas, com a disposição do sistema de trilhas e das 72 parcelas permanentes (círculos negros). Os diversos tons de cinza indicam gradientes de altitudes das partes mais baixas (cores mais claras, < 40 m.a.s.l) para as partes mais altas (cores mais escuras, > 120 m.a.s.l.). O limite da reserva é mostrado nas linhas pontilhadas externas. Modificado de Ribeiro *et al.* (1999) 7

Figura 3 – Esquema da coleta de amostras em uma parcela de 250 m. Os quadrados menores representam a retirada de uma amostra de material (solo e serapilheira) com sonda. 8

Capítulo 1: Riqueza e ocorrência de ácaros edáficos (Acari: Oribatida) em escala meso-espacial em floresta de terra-firme na Reserva Ducke, no estado do Amazonas, norte do Brasil

Figura 1 – Distribuição do número de indivíduos de ácaros oribatídeos nas 72 parcelas da Reserva Ducke 14

Figura 2 – Distribuição do número de espécies de ácaros oribatídeos nas 72 parcelas da Reserva Ducke 14

Capítulo 2: Redução do esforço amostral para ácaros edáficos (Acari: Oribatida) baseada nas respostas da comunidade sobre variáveis ambientais na floresta de terra-firme da Reserva Ducke, no estado do Amazonas, norte do Brasil

Figura 1 – Distribuição dos valores de proporção de argila (A) e número de palmeiras acaules (B) nas 72 parcelas da Reserva Ducke..... 34

Figura 2 – Esquema da retirada de parcelas agrupadas em cada nível de redução de esforço amostral proposto. Os círculos negros ao longo das trilhas (linhas pontilhadas) representam as parcelas de 250 m. A-) Esforço máximo: 72 parcelas, B-) 62 parcelas, C-) 52 parcelas, D-) 42 parcelas, E-) 32 parcelas e F-) 30 parcelas 36

Figura 3 – Mapa topográfico e hidrográfico da Reserva Ducke com a disposição do sistema de trilhas das 72 parcelas terrestres (círculos cinza) e das delimitações das seis grades alternativas de 30 parcelas de 25 km² das subdivisões noroeste, nordeste, sudoeste, sudeste, oeste (PPBio) e su-sudeste. Modificado de Ribeiro *et al.* (1999) 37

- Figura 4 – Curva de rarefação de espécies de ácaros oribatídeos da Reserva Ducke com base nas 72 parcelas amostradas. A linha contínua representa a média do acúmulo de espécies em relação a 1.000 randomizações. As linhas tracejadas mostram o desvio-padrão associado 41
- Figura 5 – Distribuição de espécies de ácaros oribatídeos ao longo do gradiente de argila nas 72 parcelas da Reserva Ducke 52

Introdução geral

O conhecimento das relações dos grupos de espécies locais com o hábitat é o primeiro passo para interligar os fatores que controlam a diversidade de uma área (Margules *et al.* 2002). Para microartrópodos, é necessário conhecer os fatores que afetam a dinâmica e composição de espécies desse grupo em áreas preservadas e representativas do ecossistema para que seja possível sua utilização em monitoramentos ambientais (Van Straalen e Verhoef 1997; Behan-Pelletier 1999).

Os ácaros oribatídeos (Acari: Sarcoptiformes: Oribatida) no sentido tradicional excluindo-se Astigmatina, objeto deste estudo, são frequentemente o grupo dominante de artrópodos nos solos florestais (Norton 1990; Franklin *et al.* 2001). Em florestas temperadas, 100-150 espécies podem ser encontradas e chegar a uma densidade coletiva excedendo a 100.000 ind./m² (Norton e Behan-Pelletier 2009). Em florestas tropicais na Amazônia, há cerca de 90-210 espécies (Franklin *et al.* 2006) e podem chegar a cerca de 15.000 ind./m² (Franklin *et al.* 2001; Höfer *et al.* 2001). Essa diferença na densidade entre florestas tropicais e temperadas pode ser devido à fisiologia reprodutiva do grupo de espécies mais comumente encontrado em cada região (Franklin *et al.* 1997b). São conhecidos como um táxon decompositor, mas existem grupos predadores, necrófagos e espécies decompositoras primárias ou secundárias (Illig *et al.* 2005). A ocupação de diversos nichos tróficos pode explicar a alta diversidade do grupo em ecossistemas florestais (Maraun *et al.* 2007; Schneider *et al.* 2004). São considerados importantes para a resiliência de ecossistemas, pois ao se alimentarem de esporos de fungos e bactérias, promovem a dispersão desses microorganismos que são responsáveis pela ciclagem de nutrientes (Maraun *et al.* 1998).

Os ácaros oribatídeos podem ser utilizados como indicadores ambientais, pois suas populações declinam rapidamente quando os hábitats são alterados (Behan-Pelletier 1999). O conhecimento da taxonomia e ecologia das espécies na comunidade é primordial para seu uso como espécies indicadoras. Além disso, a integração de dados da biologia e da ecologia das espécies com as informações geográficas, características do solo, do clima e da vegetação que fornecem a complexidade do hábitat, pode promover estudos comparáveis (Behan-Pelletier 1999).

Na Reserva Florestal Ducke, local onde este estudo foi conduzido, há um sistema de trilhas, onde foram estabelecidas parcelas permanentes em uma escala espacial de 64 km²,

para amostragens sistematizadas e integradas de fatores bióticos e abióticos. Durante a vigência do Projeto Norte de Pós-Graduação (PNOPG) “Populações e comunidades de invertebrados do solo da Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, AM”, as 72 parcelas da reserva foram amostradas pela equipe de pesquisadores do Laboratório de Sistemática e Ecologia de Invertebrados do Solo, e os ácaros separados e depositados em lotes. Posteriormente, para gerar um sistema integrado de informações com a estratégia de realizar inventários rápidos da biodiversidade a baixos custos e assim atender seus objetivos principais, o Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio) delimitou uma grade menor de 25 km² com 30 parcelas na região oeste da grade maior de 64 km² (72 parcelas) da Reserva Ducke. Foi constatado que a grade de 25 km² foi tão eficaz quanto a grade de 64 km² para amostrar as espécies de lagartos que ocupam o interior da floresta (Pinto *et al.* 2008), mas a localização do sistema de amostragem afeta muito as espécies de anuros encontradas (Menin *et al.* 2008). Contudo, pouco se conhece sobre a diversidade de ácaros oribatídeos em escala representativa da reserva ecológica e trabalhos desse tipo são dificultados pelo tamanho desses organismos visto que o tempo de coleta, triagem e identificação do material aumenta drasticamente para invertebrados menores que 2 mm (Lawton *et al.* 1998). Desse modo, tanto a redução do número de parcelas a serem amostradas quanto a sua localização são itens relevantes a serem determinados no estudo dos invertebrados terrestres, especialmente para ácaros oribatídeos, um grupo abundante e diverso.

Na Amazônia, os estudos sobre ácaros da subordem Oribatida têm sido registrados a partir de Beck (1967). Em estudos que abrangem a região amazônica central, mais da metade da mesofauna do solo e serapilheira é composta por ácaros oribatídeos (Franklin 1997a b; Hayek 2000; Franklin *et al.* 2001; Höfer *et al.* 2001; Santos *et al.* 2008). Antes da instalação do sistema de trilhas, as investigações baseadas em invertebrados do solo já realizadas na Reserva Ducke tiveram suas coletas concentradas em apenas cerca de 5% de sua área, principalmente devido a dificuldades de locomoção e orientação dentro da floresta e a influência das variações do solo, de altitude, de inclinação e da estrutura de vegetação sobre os invertebrados não puderam ser investigadas.

Guimarães (2003) e Fagundes (2003) investigaram os invertebrados da reserva em larga escala espacial (64 km²) e verificaram que a classificação em ordem, família ou grupos funcionais não refletiu de maneira clara o comportamento da comunidade e sua relação com os fatores ambientais. Por englobar muitas espécies, o estudo em alto nível taxonômico

dificulta a análise dos atributos específicos desses organismos para uma possível utilização como indicadores biológicos (Hilty e Merenlender 2000). Para sanar esses impedimentos taxonômicos e ecológicos, neste trabalho os ácaros oribatídeos foram identificados em nível de espécies ou morfoespécies.

Conhecer a maneira como as diferentes comunidades biológicas estão distribuídas e os fatores que influenciam essa distribuição em uma determinada área pode auxiliar no planejamento do desenvolvimento e conseqüentemente, a perda da diversidade pode ser minimizada. No que se refere à Reserva Ducke, visto o crescimento urbano desordenado que progressivamente a isola como um fragmento, as áreas da reserva potencialmente capazes de abrigar a diversidade necessitam ser conhecidas para um melhor planejamento e estratégias de conservação.

Três aspectos foram abordados neste trabalho: 1) determinar a riqueza e a ocorrência de espécies edáficas de ácaros oribatídeos; 2) a possibilidade de redução do esforço amostral verificando se um menor número de parcelas amostradas ou se grades alternativas de 25 km² podem ser tão eficazes quanto a grade de 64 km² para amostrar as espécies e detectar os padrões ecológicos da comunidade de ácaros oribatídeos baseados nas respostas aos fatores ambientais (porcentagem de argila do solo e número de palmeiras acaules) simplificando protocolos de coleta e reduzindo custos e 3) avaliar se a localização de grades de coletas alternativas dentro da reserva influencia a composição de espécies de oribatídeos amostrada.

Objetivos

- Investigar a composição de espécies de ácaros oribatídeos do solo e serapilheira da Reserva Florestal Ducke e registrar os táxons existentes para a área.

- Avaliar a possibilidade de redução do esforço amostral verificando se um menor número de parcelas amostradas pode ser tão eficaz quanto à grade de 64 km² para detectar os padrões ecológicos da comunidade.

- Verificar a influência da localização de grades alternativas de 25 km² dentro da reserva na composição de espécies de ácaros oribatídeos amostradas e para detectar os padrões ecológicos da comunidade.

- Avaliar o custo-benefício da redução do esforço amostral.

Material e métodos

Área de estudo

O estudo foi desenvolvido com oribatídeos edáficos (serapilheira e solo) coletados na Reserva Florestal Ducke ($02^{\circ}55'$ e $03^{\circ}01'$ S, $59^{\circ}53'$ e $59^{\circ}59'$ W), localizada nos arredores da cidade de Manaus, Amazonas (Figura 1). A reserva tem sido um modelo para estudos em florestas de terra-firme da região amazônica e pode ser utilizada como base para inventários biológicos da Amazônia Central (Oliveira *et al.* 2008). Possui uma área total de 10.000 ha (10×10 km) e pertence ao INPA desde 1963. Devido à rápida expansão urbana nas áreas adjacentes, atualmente a periferia urbana faz limite com a margem sul da área e no entorno das bordas são constatados pontos de fragmentação e degradação, que aceleram o isolamento da reserva de outras áreas de florestas contínuas.

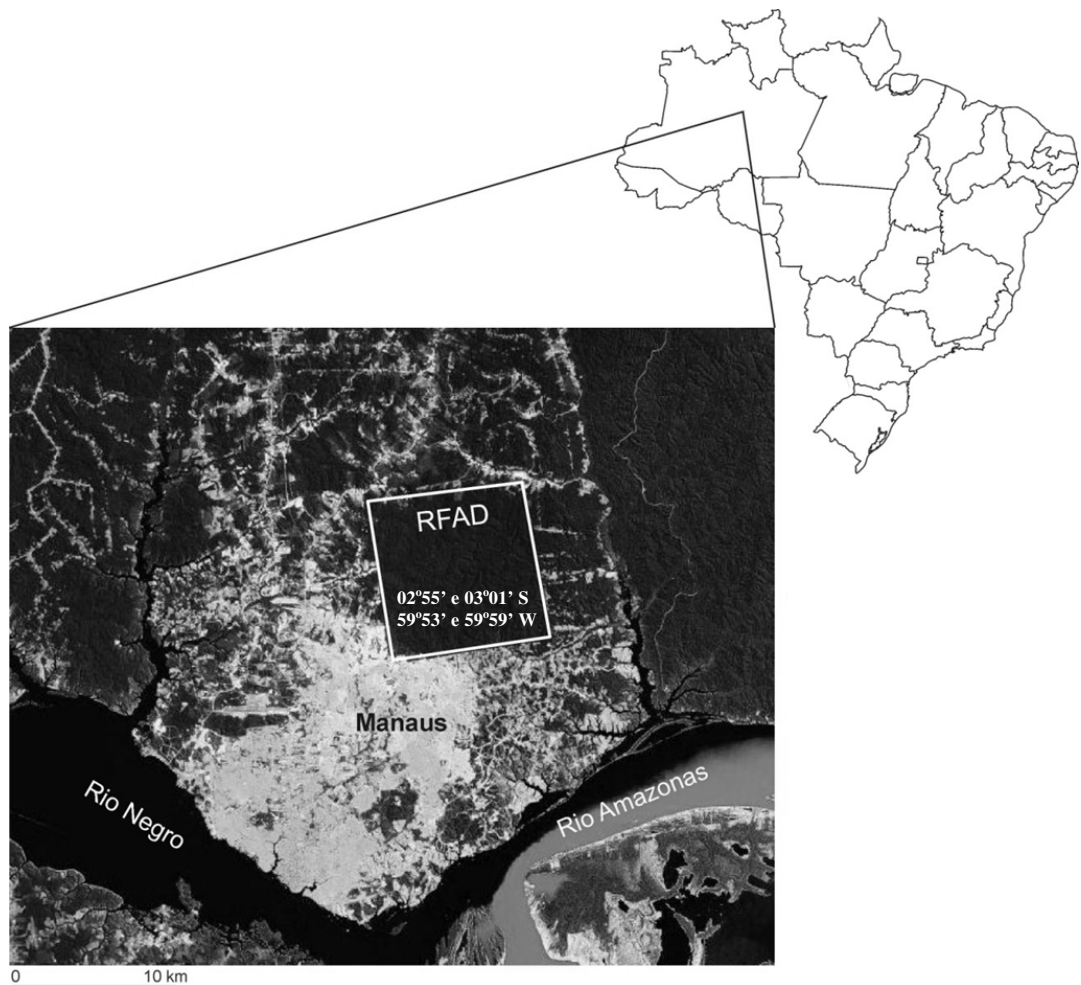


Figura 1 – Localização da Reserva Florestal Ducke (RFAD) e da cidade de Manaus (Adaptado de: Google Earth, acesso 01 de abril de 2008).

O clima da região é Tropical Úmido, com precipitação anual de 1.750 a 2.500 mm. A estação mais chuvosa ocorre de novembro a maio e a temperatura média é de 26° C, existindo pouca variação térmica durante o ano (Ribeiro e Adis 1984). A reserva possui um platô central no sentido Norte-Sul que forma duas bacias principais de drenagem: a Leste os corpos d'água são drenados para o Rio Amazonas e a Oeste para o Rio Negro (Ribeiro *et al.* 1999). Quase todas nascentes desses corpos d'água estão dentro da reserva, o que preserva a integridade desse sistema. O relevo da reserva é ondulado com altitudes variando de 80 a 140 m. A estrutura florística da reserva varia de acordo com a topografia, visto que na região de Manaus, a topografia é um importante fator na formação de solos, influenciando fortemente a pedologia (Chauvel *et al.* 1987). É uma floresta tropical úmida de terra-firme (Pires e Prance 1985), que pode ser diferenciada em floresta de platô (com predominância de solos argilosos; Latossolo Amarelo-álco), floresta de vertente (situada na transição entre platô e baixio, onde predominam solos arenosos; Areias Quartzosas) e floresta de campinarana ou baixio (onde predominam solos arenosos) (Ribeiro *et al.* 1999). A flora é extremamente diversificada, com dossel fechado, sub-bosque bem desenvolvido com abundância de palmeiras acaules (Ribeiro *et al.* 1999) e com aproximadamente 1.200 espécies de árvores (Costa *et al.* 2008a).

Delineamento amostral

O delineamento amostral segue o método RAPELD, o qual permite aliar inventários rápidos (RAP) e Projetos Ecológicos de Longa-Duração (PELD) (Magnusson *et al.* 2005). O sistema foi adotado pelo Programa de Pesquisas em Biodiversidade (PPBio) para o monitoramento da biodiversidade brasileira e implementação de um delineamento padronizado para os diversos grupos animais e vegetais (Magnusson *et al.* 2005). O delineamento para inventários do PPBio busca ajustar as necessidades amostrais de diversos grupos biológicos dentro das mesmas unidades amostrais (parcelas), propiciando a integração dos dados bióticos e abióticos, bem como a integração de dados de diferentes grupos biológicos (Zuquim *et al.* 2007). O delineamento é baseado no sistema de trilhas instalado pela Coordenação de Pesquisa em Ecologia do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA-CPEc). A grade do sistema é composta por 9 trilhas na direção Norte-Sul (N-S) e 9 trilhas no eixo Leste-Oeste (L-O), dispostas a cada 1 km, formando uma malha de 64 km² que abrange toda a reserva, exceto uma borda externa de 1 km de largura (Figura 2). Ao longo de cada trilha Leste-Oeste (L-O) foram estabelecidas 8 parcelas, distantes 1 km entre si, a partir dos 500 m iniciais, exceto para L1e L2, totalizando 72 parcelas permanentes de amostragem

(unidades amostrais). Cada parcela tem 250 m de comprimento, a partir da borda da trilha, e segue a curva de nível do local para manter o mesmo tipo de solo (Magnusson *et al.* 2005) e a largura é variável dependendo do estudo.

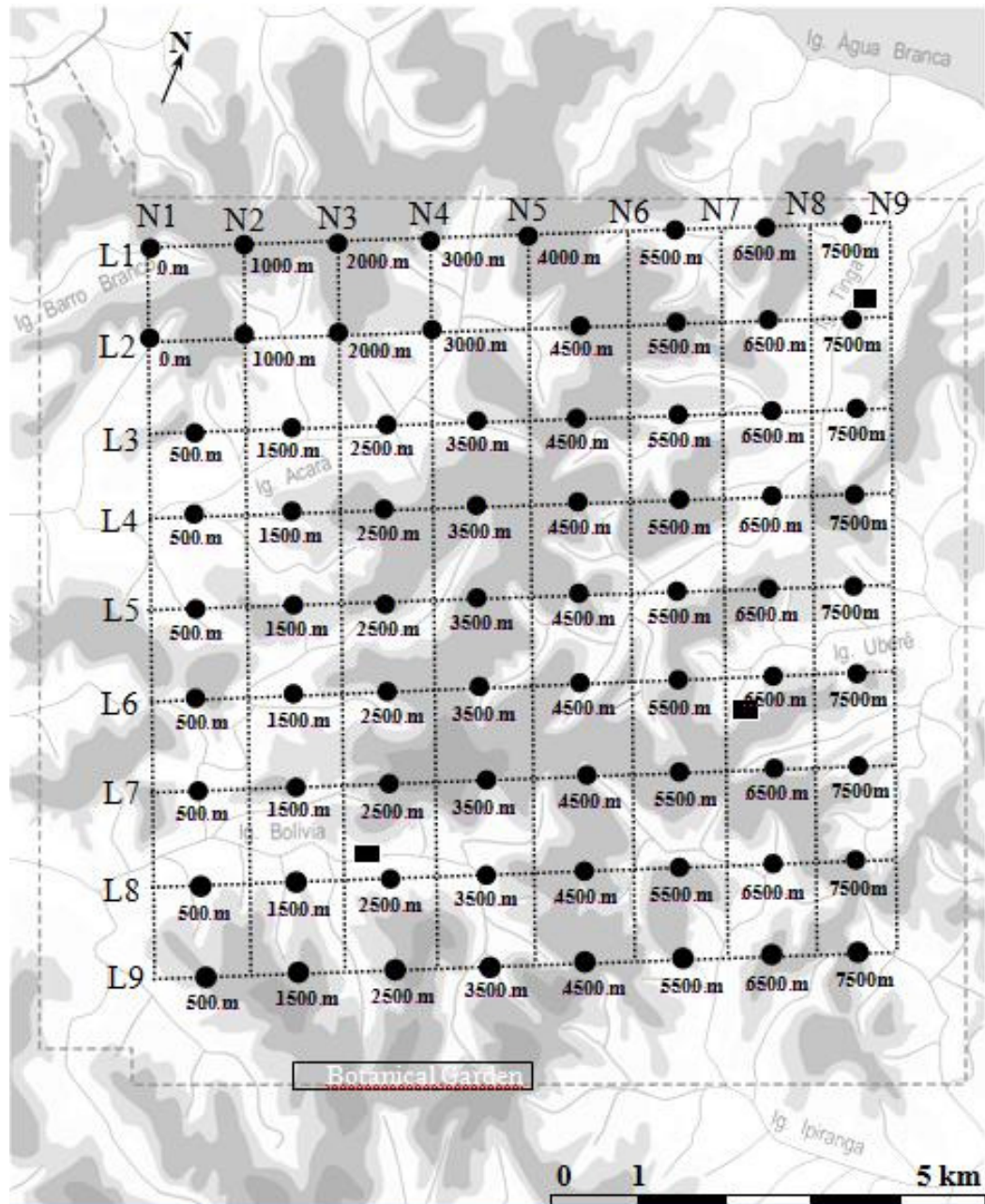


Figura 2 – Mapa topográfico e hidrográfico da Reserva Florestal Ducke, Manaus, Amazonas, com a disposição do sistema de trilhas e das 72 parcelas permanentes (círculos negros). Os diversos tons de cinza indicam gradientes de altitudes das partes mais baixas (cores mais claras, < 40 m.a.s.l.) para as partes mais altas (cores mais escuras, > 120 m.a.s.l.). O limite da reserva é mostrado nas linhas pontilhadas externas. Modificado de Ribeiro *et al.* (1999).

As coletas da mesofauna do solo foram realizadas entre setembro de 2001 e junho de 2002, durante a vigência do Projeto Norte de Pós-Graduação (PNOPG) “Populações e

comunidades de invertebrados do solo da Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, AM” (Agência Financiadora: CNPq, Coordenadora: Elizabeth Franklin Chilson). A amostragem do Projeto PNOPG abrangeu as 72 parcelas permanentes da grade. O período amostral foi concentrado principalmente na estação mais chuvosa (dezembro a maio). Somente oito das 72 parcelas foram coletadas entre setembro e outubro (estação menos chuvosa). As sub-amostras foram retiradas a cada 12,5 m ao longo de cada parcela e a 1 m a direita da linha central usando uma sonda de 3,5 x 3,5 cm introduzida a 5 cm de profundidade do solo. Quatro sub-amostras consecutivas foram unidas para formar uma sub-amostra composta, totalizando 5 sub-amostras compostas por parcela (Figura 3).

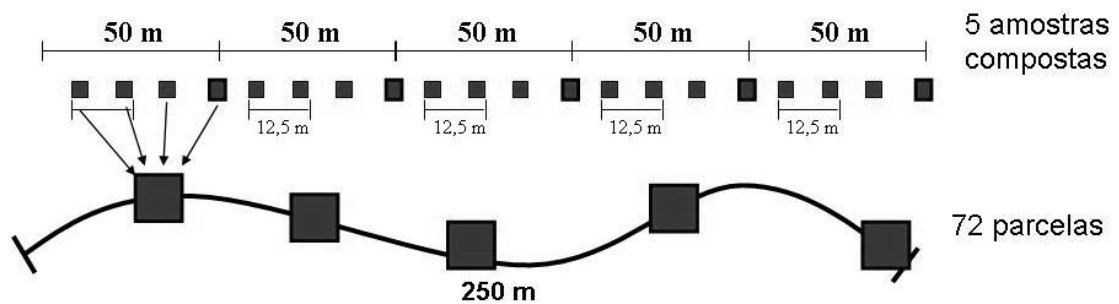


Figura 3 – Esquema da coleta de amostras em uma parcela de 250 m. Os quadrados menores representam a retirada de uma amostra de material (solo e serapilheira) com sonda.

As amostras foram retiradas com uma faca e depois colocadas em recipientes plásticos, fechados com tampas e ligas de borracha, etiquetados e transportados para o laboratório em caixa de poliestireno. A extração da fauna foi iniciada ainda no mesmo dia, em laboratório, com utilização do aparelho de Berlese-Tullgren modificado, descrito por Franklin e Moraes (2006). Os ácaros foram separados em lotes de “Acari Oribatida” e “Outros Acari”, fixados em álcool 75% com glicerina e mantidos na coleção do Laboratório de Sistemática e Ecologia de Invertebrados do Solo do INPA.

Os indivíduos contidos no lote “Acari Oribatida” identificados somente até o nível de subordem pela equipe do Laboratório de Sistemática e Ecologia de Invertebrados do Solo do INPA, foram identificados neste trabalho até o nível de espécie ou morfoespécie pela aluna, sob supervisão de sua orientadora. Para tanto, cada espécime foi transferido para lâmina de microscopia escavada e tratado com ácido láctico 85% (Travé 1965; Balogh 1972) a frio por tempo variável de no mínimo 24 horas, em função da coloração e esclerotização de cada espécime. A escavação da lâmina foi parcialmente coberta por uma lamínula e o ácaro foi

observado em microscópio óptico comum. Devido às poucas informações taxonômicas sobre Oribatida imaturos, apenas espécimes adultos foram identificados, com base nas chaves de Balogh (1972), Balogh e Balogh (1988; 1990; 1992a b) e em descrições de espécies. O material foi depositado em lotes na Coleção de Invertebrados do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, Amazonas.

Os táxons não determinados na identificação ou por não terem sido descritos, ou por insuficiência de informações nas descrições disponíveis, foram morfoespeciados por letras sequenciais dentro de cada gênero. Como os dados que geraram a lista de espécies da Reserva Ducke foram também compilados de outros autores, o nome da morfoespécie de um trabalho pode não ser a mesma espécie do táxon registrado com o mesmo nome em outro trabalho. No entanto, optamos por incluir essas morfoespécies na lista no intuito de dar idéia do número de táxons ainda não descritos de cada gênero já encontrados na reserva.

O nome dos gêneros e espécies na apresentação dos táxons registrados seguiu a proposta de Schatz (2005). O nível taxonômico de coorte (do latim “*cohorte*”), categoria taxonômica situada entre classe e ordem (Papavero 2004), foi usado para determinar uma categoria entre subordem e família seguindo a classificação apresentada por Lindquist *et al.* (2009). A classificação adotada para coortes e famílias na sequência do APÊNDICE A para os táxons registrados foi feita com base na recente classificação proposta e discutida por Norton e Behan-Pelletier (2009). Optamos por usar o termo *táxons* quando nos referirmos ao conjunto de espécies e morfoespécies, assim como já foi utilizado por Franklin *et al.* (2006) e Woas (2002).

Capítulo 1: Riqueza e ocorrência de ácaros edáficos (Acari: Oribatida) em escala meso-espacial em floresta de terra-firme na Reserva Ducke, no estado do Amazonas, norte do Brasil

Resumo

Na Amazônia, os ácaros da subordem Oribatida possuem alta abundância e diversidade, devido à ocupação de diversos nichos tróficos. Objetivamos investigar a comunidade destes ácaros na serapilheira e no solo de uma reserva florestal para expandir o conhecimento quanto à composição de táxons. Em um sistema de 64 km² composto por trilhas na Reserva Ducke foram coletadas 360 amostras de serapilheira e solo distribuídas entre 72 parcelas de 250 m espaçadas 1 km entre si, através de sonda metálica introduzida a 5 cm de profundidade e extraídas em aparelho de Berlese-Tullgren modificado. O total de 3.182 indivíduos obtidos correspondeu a 60 gêneros conhecidos e dois provavelmente novos para a ciência e a 161 táxons (espécies e morfoespécies), sendo que 82 (~51%) foram identificados nominalmente até espécie, aumentando de 54 para 106 o número de espécies registradas na reserva. Para o estado do Amazonas e para a Reserva Ducke, 24 e 105 táxons foram novos registros respectivamente, aumentando para 254 o número registrado na área. *Galumna*, *Rostrozetes* e *Schelorbitates* foram os gêneros com maior número de táxons. Cinquenta e sete táxons (~35%) foram raros (singletons ou doubletons). *Rostrozetes foveolatus*, *Pergalumna passimpunctata* e *Archegozetes longisetosus* foram as espécies mais abundantes, sendo que a predominância das duas primeiras, que também foram as mais frequentes, pode ser atribuída às suas capacidades fisiológicas adaptativas. Um total de 160 táxons foram registrados em um estudo de caráter mais exploratório efetuado em pequena escala espacial com réplicas temporais de 6 meses no solo e serapilheira numa floresta de terra firme na Amazonia Peruana. Comparando o inventário em escala meso-espacial com o de pequena escala, a diversidade em ambas as florestas parece similar, mas o primeiro também representa a variabilidade natural do ambiente, uma vez que a floresta Amazônica não é uniforme, possuindo gradientes associados às variações do solo, da topografia, retenção de água, estrutura da vegetação e penetração de luz. O número de táxons registrados na reserva foi similar ao de outras investigações de caráter mais exploratório do ambiente na região amazônica, utilizando pequena escala espacial, mas com réplicas temporais. Porém, as relações com as variáveis ambientais numa escala representativa de uma reserva ecológica somente podem ser demonstradas através de inventários efetuados em escala espacial representativos da área. Apesar de a região amazônica ser uma das mais investigadas no Brasil, existe uma relativa deficiência no conhecimento taxonômico de ácaros oribatídeos, agravado pela falta de descrições mesmo das espécies dos gêneros mais comuns. Mais estudos em meso e em larga escala espacial são necessários para estabelecer o uso destes animais na detecção da variabilidade natural do ambiente, e também para distinguir esta variabilidade natural de impactos antropogênicos.

Palavras-chave: ácaros oribatídeos, Reserva Ducke, táxons, morfoespécies

1. Introdução

Indivíduos da subordem Oribatida (exceto Astigmatina) ocorrem em todas as regiões biogeográficas e os maiores números de espécies são registrados para a região Paleártica (Schatz 2004), mas isto reflete a intensidade das investigações nessa região. Na região amazônica, o conhecimento da fauna de oribatídeos tem sido concentrado na Amazônia Central e é proveniente de estudos efetuados principalmente em solos de florestas tropicais úmidas primárias de terra-firme (Franklin *et al.* 2006). Diversos autores têm constatado que mais da metade da mesofauna do solo e serapilheira na Amazônia é composta por ácaros oribatídeos, seja em florestas primárias, florestas tropicais úmidas secundárias (capoeiras) ou em policultivos de madeira (Franklin 1997b; Franklin *et al.* 2001; Hayek 2000; Höfer *et al.* 2001; Santos *et al.* 2008). No município de Manaus e arredores, os estudos desse grupo têm sido registrados a partir do trabalho de Beck (1967).

Em floresta tropical primária na Amazônia (Venezuela), Behan-Pelletier *et al.* (1993) encontraram 63 espécies de ácaros oribatídeos em serapilheira, 27 em solo e 36 espécies que habitavam tanto o solo quanto a serapilheira. No Amazonas, em serapilheira e solo de florestas inundáveis de várzea e de igapó, foram registradas 18 e 47 espécies, respectivamente (Franklin *et al.* 1997a); em estudos sobre sucessão de oribatídeos colonizadores de folhas em decomposição dentro de sacos de malha de náilon em florestas primárias e secundárias, Ribeiro e Schubart (1989) registraram 74 espécies; em florestas primárias e secundárias e em policultivos de madeira, Hayek (2000) registrou 95 espécies. O mais alto número registrado em um estudo efetuado na Amazônia foi de 160 espécies em serapilheira e no solo de uma floresta primária no Peru (Wunderle 1992).

O primeiro levantamento de táxons de ácaros oribatídeos na região amazônica foi uma lista compilada por Woas (2002). As espécies incluídas foram provenientes das publicações de Beck (1971), Ribeiro (1986) e Franklin (1994). Essa lista, ordenada de acordo com a organização morfológica, sistemática e ontogênica proposta por Woas (1990; 2002), também contém informações sobre a ecologia e distribuição das espécies registradas. Nela constam 260 táxons sendo 127 espécies e 133 morfoespécies. Essa lista foi ampliada por Franklin *et al.* (2006) incluindo informações de 26 ambientes do Norte do Brasil e registros de uma floresta primária do Peru efetuados por Wunderle (1985; 1992). Segundo Franklin *et al.* (2006) já

foram registrados 444 táxons de ácaros oribatídeos na região amazônica, sendo 146 espécies e o restante, que corresponde a 67%, são espécies não descritas (morfoespécies).

Na Reserva Florestal Ducke, local onde este estudo foi conduzido, Beck (1971) havia constatado 64 táxons de ácaros oribatídeos, sendo 18 espécies e 46 morfoespécies. O autor cita 13 famílias - Phtiracaridae, Trhypochthoniidae, Plasmobatidae, Eremobelbidae, Heterobelbidae, Carabodidae, Oppiidae, Galumnidae, Oribatulidae, Haplozetidae, Euphtiracaridae, Microzetidae e Suctobelbidae - cujos números de gêneros variaram entre 2 e 10. Em outras duas famílias - Liodidae e Hermanniellidae - não é citado os respectivos números de gêneros, provavelmente não identificados. Woas (2002), utilizando dados compilados e investigações de sua própria autoria, aumentou o número de espécies registradas para a reserva, reportando 118 táxons (espécies e morfoespécies). Franklin *et al.* (2006; 2008) registraram 31 novos registros para a área, utilizando o sistema de trilhas existente na reserva. Os novos registros constatados por Franklin *et al.* (2006; 2008) representam apenas 17% do esforço amostral do presente estudo e foi realizado com apenas 4 das 72 parcelas aqui investigadas.

As florestas na Amazônia Central não são homogêneas, pois possuem um gradiente associado às variações do solo, topografia (Chauvel *et al.* 1987), nutrientes, retenção de água (Luizão *et al.* 2004), estrutura da vegetação e penetração de luz (Castilho 2004; Costa 2006). Levando em conta este gradiente, este estudo é pioneiro na exploração da fauna de oribatídeos em escala meso-espacial na Amazônia, pois utilizou uma amostragem em 72 parcelas da Reserva Ducke e totaliza um universo amostral de 64 km² (6.400 ha). Como existem dados de fatores abióticos e bióticos nas mesmas parcelas que foram realizadas a amostragem, será possível, posteriormente, avaliar respostas ecológicas de ácaros oribatídeos aos fatores ambientais. Estudos desse tipo são importantes para incrementar o conhecimento biológico da região e tem o potencial de embasar futuros programas que visem à conservação, monitoramento da biodiversidade e o manejo da área. Portanto, o objetivo deste trabalho foi investigar a comunidade de ácaros oribatídeos da serapilheira e do solo da Reserva Ducke em uma escala meso-espacial, expandindo o conhecimento quanto à abundância e a composição de táxons existentes para a área.

2. Material e métodos

A descrição da área de estudo, o delineamento amostral, os procedimentos de coleta, obtenção e identificação dos organismos constam na seção “Material e métodos” (pág. 5) deste trabalho. Os gráficos de distribuição do número de espécies e de abundância de indivíduos foram feitos no Systat 12. Os táxons não determinados na identificação ou por não terem sido descritos, ou por insuficiência de informações nas descrições disponíveis, foram morfoespeciados por letras sequenciais dentro de cada gênero. Como os dados que geraram a lista de espécies da Reserva Ducke foram também compilados de outros autores, o nome da morfoespécie de um trabalho pode não ser a mesma espécie do táxon registrado com o mesmo nome em outro trabalho. No entanto, optamos por incluir essas morfoespécies na lista no intuito de dar idéia do número de táxons ainda não descritos de cada gênero já encontrados na reserva.

3. Resultados

Foram encontrados 161 táxons (entre espécies e morfoespécies) entre os 3.182 indivíduos obtidos que estão inseridos em 45 famílias e 62 gêneros. Entre os gêneros, 60 são conhecidos e dois são provavelmente novos para a ciência. Do total de táxons, 82 espécies (50,9%) são descritas (APÊNDICE A). Foram considerados raros os táxons que tiveram um único indivíduo (singletons) ou dois indivíduos (doubletons) na amostragem. Trinta e seis táxons foram singletons, correspondendo a 22,4% do total de espécies. Vinte e um táxons foram doubletons, correspondendo a 13% do total de espécies. Estas espécies raras contribuíram com 35,4% do total de táxons registrados (Tabela 1). O número de indivíduos por parcela variou entre 2 e 207 (média = 44,19; $dp \pm 37,99$, Figura 1) e o número de espécie por parcela variou entre 2 e 56 (média = 18,78; $dp \pm 10,59$, Figura 2).

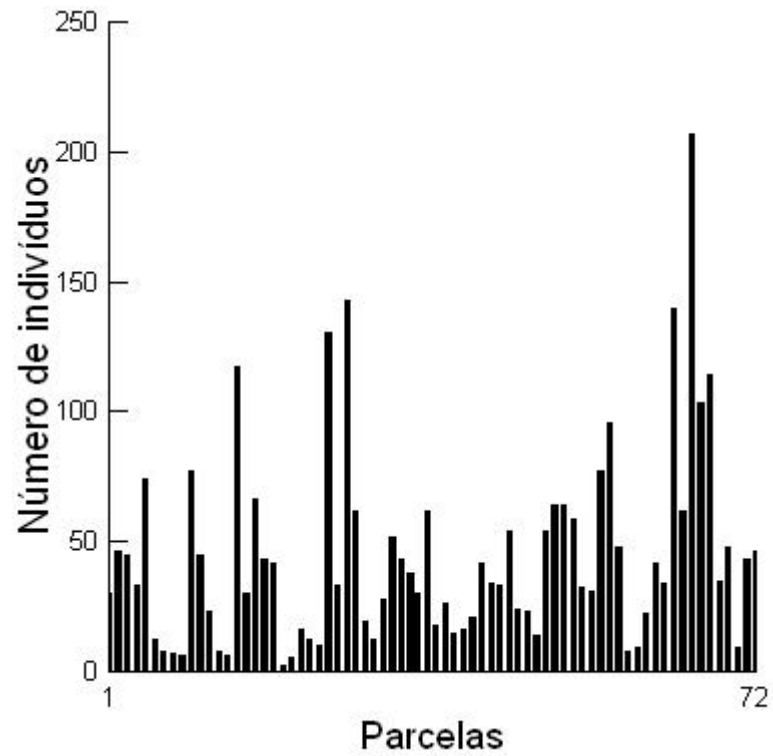


Figura 1 – Distribuição do número de indivíduos de ácaros oribatídeos nas 72 parcelas da Reserva Ducke.

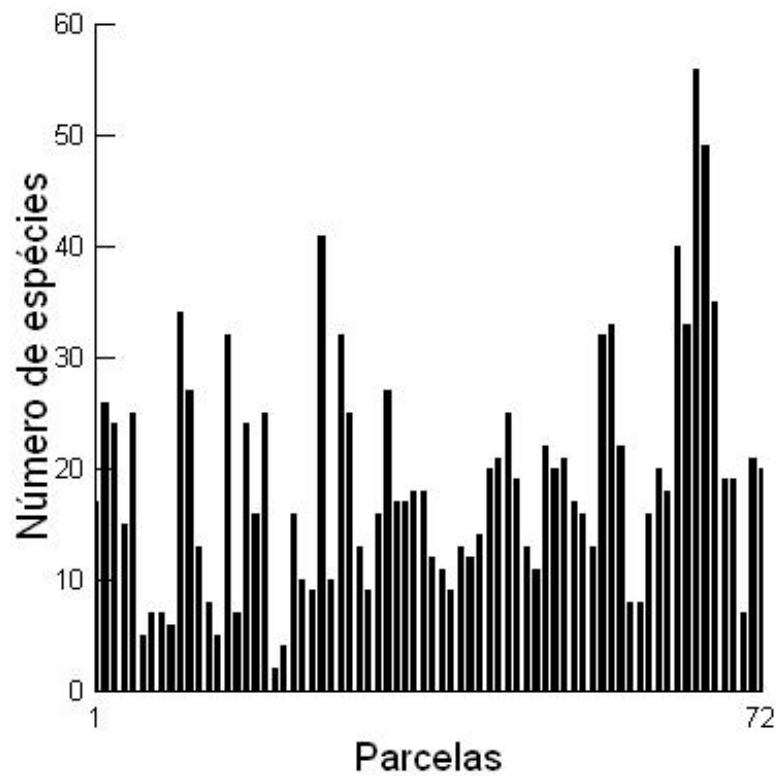


Figura 2 – Distribuição do número de espécies de ácaros oribatídeos nas 72 parcelas da Reserva Ducke.

Quanto à frequência (número de parcelas que o táxon foi registrado), nenhum táxon foi frequente em todas as parcelas amostradas. As espécies ou morfoespécies mais frequentes, ou seja, que estiveram presentes em mais de 50% das parcelas, foram: *Rostrozetes foveolatus* (presente em 61 parcelas), *Pergalumna passimpuctata* (48 parcelas), *Xylobates capucinus capucinus* (42 parcelas), *Monoschelobates parvus* (39 parcelas), *Spathulocepheus amazonicus* (38 parcelas) e *Rostrozetes* sp. A (36 parcelas) (Tabela 1).

Tabela 1 – Registro, número de indivíduos e frequência das espécies de ácaros oribatídeos (Acari: Oribatida) registradas neste trabalho e registros de espécies efetuados em outros trabalhos realizados na Reserva Florestal Ducke. A sequência dos táxons está organizada em ordem alfabética.

Espécies registradas	Neste estudo		Franklin <i>et al.</i> (2008, 2006)	Woas (2002), Beck (1971)
	Abundância	Frequência		
1 <i>Acaronychus proximus</i>				x
2 <i>Acroppia amazonica</i> *	1	1		
3 <i>Acrotrititia comteae</i> ¹				x
4 <i>Acrotrititia</i> sp.	7	5		x
5 <i>Aeroppia nasalis</i> *	2	2		
6 <i>Afronothrus incisivus</i>	16	12	x	x
7 <i>Afronothrus</i> sp.			x	x
8 <i>Allogalumna</i> sp.*	2	2		
9 <i>Allonothrus neotropicus</i>	26	16	x	x
10 <i>Allozetes</i> sp.				x
11 <i>Amazoppia tricuspidata</i>				x
12 <i>Arceremaeus cubanus</i> *	11	7		
13 <i>Arceremaeus</i> sp.				x
14 <i>Archegozetes longisetosus</i>	198	23	x	x
15 <i>Archegozetes</i> sp.				x
16 <i>Arcoppia porifera</i> *	5	4		
17 <i>Arcoppia</i> sp.*	3	3		
18 <i>Austrocarabodes davisi</i> *	1	1		
19 <i>Austrocarabodes schwartzi</i> *	1	1		
20 <i>Austrozetes</i> sp.*	1	1		
21 <i>Baloghacarus</i> sp.*	4	3		

Espécies registradas	Neste estudo		Franklin <i>et al.</i> (2008, 2006)	Woas (2002), Beck (1971)
	Abundância	Frequência		
22 <i>Beckiella foveolata</i>	2	2		X
23 <i>Beckiella</i> sp.				X
24 <i>Benoibates bolivianus</i>				X
25 <i>Benoibates borhidii</i> *	2	2		
26 <i>Benoibates amazonicus</i>				X
27 <i>Brachioppia</i> sp. A*	2	2		
28 <i>Brachioppia</i> sp. B*	15	9		
29 <i>Carabodes</i> sp.				X
30 <i>Carabodoides</i> sp.				X
31 <i>Cavernocephus monstruosus</i>	2	2		X
32 <i>Ceratorchestes setosus</i>	7	6		X
33 <i>Ceratorchestes</i> sp. A				X
34 <i>Ceratoppia</i> sp.				X
35 <i>Charassobates ornatus</i>	7	3		X
36 <i>Charassobates simplex</i>	1	1		X
37 <i>Conozetes arcualis</i> *	5	4		
38 <i>Cosmochthonius lanatus foveolatus</i> *	10	9		
39 <i>Cosmochthonius lanatus reticulatus</i>				X
40 <i>Cosmochthonius reticulatus</i>				X
41 <i>Ctenacarus araneola</i>				X
42 <i>Cultroribula</i> sp.				X
43 <i>Cyrthermannia simplex</i> *	45	29		
44 <i>Cyrthermannia vicinicornuta</i>			X	
45 <i>Cyrthermannia</i> sp.				X
46 <i>Dolicheremaeus amazonicus</i>	34	23		X
47 <i>Dolicheremaeus bolivianus</i>			X	X
48 <i>Dolicheremeus</i> sp.			X	X
49 <i>Eohypochthonius becki</i> *	30	14		
50 <i>Eohypochthonius gracilis</i>				X
51 <i>Eohypochthonius</i> sp.				X
52 <i>Epactozetes setosus</i>	2	2		X
53 <i>Epactozetes</i> sp. A				X
54 <i>Epactozetes</i> sp. B				X

Espécies registradas	Neste estudo		Franklin <i>et al.</i> (2008, 2006)	Woas (2002), Beck (1971)
	Abundância	Frequência		
55 ? <i>Epidamaeus</i> sp.			x	
56 <i>Epilohmannia pallida americana</i> *	25	18		
57 <i>Epilohmannia</i> sp. A	16	10	x	x
58 <i>Epilohmannia</i> sp. B	60	31		x
59 <i>Epilohmannia</i> sp. C*	1	1		
60 <i>Eremaezetes arboreus</i>				x
61 <i>Eremaezetes</i> sp. A	19	11	x	x
62 <i>Eremaezetes</i> sp. B	1	1	x	x
63 <i>Eremaezetes</i> sp. C	1	1		x
64 <i>Eremobelba foliata</i>				x
65 <i>Eremobelba</i> sp. A	19	12		x
66 <i>Eremobelba</i> sp. B				x
67 <i>Eremulus brasiliensis</i> *	7	6		
68 <i>Eremulus nigrisetosus</i>				x
69 <i>Eremulus translamellatus</i>	13	10		x
70 <i>Eremulus</i> sp. A				x
71 <i>Eremulus</i> sp. B				x
72 <i>Euphthiracarus</i> sp. A			x	
73 <i>Euphthiracarus</i> sp. B			x	
74 <i>Eupterotegaeus</i> sp.				x
75 <i>Flagrosuctobelba semiplumosa</i> *	3	2		
76 <i>Fosseremus saltaensis</i>				x
77 <i>Fosseremus</i> sp.			x	x
78 <i>Galumna hamifer</i>			x	
79 <i>Galumna</i> sp. A	1	1	x	x
80 <i>Galumna</i> sp. B	10	8	x	
81 <i>Galumna</i> sp. C*	11	9		
82 <i>Galumna</i> sp. D*	2	1		
83 <i>Galumna</i> sp. E*	3	2		
84 <i>Galumna</i> sp. F*	2	2		
85 <i>Galumna</i> sp. G*	1	1		
86 <i>Galumna</i> sp. H*	1	1		
87 <i>Galumna</i> sp. I*	1	1		

Espécies registradas	Neste estudo		Franklin <i>et al.</i> (2008, 2006)	Woas (2002), Beck (1971)
	Abundância	Frequência		
88 <i>Galumna</i> sp. J*	5	3		
89 <i>Galumna</i> sp. K*	1	1		
90 ?Gên. Novo (<i>Galumnellidae</i>)*	5	5		
91 <i>Gibbicepheus</i> sp. A				X
92 <i>Globoppia</i> sp.*	2	2		
93 <i>Globoppia velata</i>	7	7	X	
94 <i>Hamobates</i> sp.				X
95 <i>Haplochthonius</i> sp.				X
96 <i>Haplozetes minimicoma</i> *	3	3		
97 <i>Haplozetes</i> sp.				X
98 <i>Hemileius</i> sp.*	2	2		
99 <i>Hermaniella</i> sp. A				X
100 <i>Hermaniella</i> sp. B				X
101 <i>Heterobelba crassisetosa</i>	23	16		X
102 <i>Heterobelba oxapampensis</i> *	12	9		
103 <i>Heterobelba</i> sp.				X
104 <i>Hoplophorella ephippiger</i> *	7	6		
105 <i>Hoplophorella</i> sp. A	24	20		X
106 <i>Hoplophorella</i> sp. B*	16	11		
107 <i>Hoplophorella</i> sp. C*	4	4		
108 <i>Hoplophorella</i> sp. D*	3	3		
109 <i>Hoplophorella</i> sp. E*	3	3		
110 <i>Hoplophthiracarus</i> sp.			X	X
111 <i>Ischeloribates minusculus</i>	73	31	X	
112 <i>Ischeloribates</i> sp.*	13	6		
113 <i>Lamellobates gyoergui</i> *	28	22		
114 <i>Lamellobates</i> sp. A			X	X
115 <i>Lamellobates</i> sp. B				X
116 <i>Licneremaeus</i> sp.				X
117 <i>Licnozetes multiareolatus</i> *	4	4		
118 <i>Lohmannia</i> sp.				X
119 <i>Lyroppia anareolata</i> *	1	1		
120 <i>Machadocephus</i> sp.				X

Espécies registradas	Neste estudo		Franklin <i>et al.</i> (2008, 2006)	Woas (2002), Beck (1971)
	Abundância	Frequência		
121 <i>Malacoangelia remigera</i>	12	7	x	x
122 <i>Malaconothrus hauseri</i>			x	x
123 <i>Malaconothrus neoplumosus</i>				x
124 <i>Malaconothrus pilosellus</i>			x	
125 <i>Malaconothrus robustus*</i>	7	7		
126 <i>Malaconothrus</i> sp. A	6	6		x
127 <i>Meristacarus</i> sp.	3	3	x	
128 <i>Mesoplophora hauseri*</i>	15	10		
129 <i>Mesoplophora</i> sp. A				x
130 <i>Mesoplophora</i> sp. B				x
131 <i>Microtegeus similis*</i>	3	3		
132 <i>Microtegeus</i> sp.	1	1	x	x
133 <i>Microtritia</i> sp.*	15	13		
134 <i>Mixacarus</i> sp.*	21	19		
135 <i>Monoschelobates parvus*</i>	97	39		
136 <i>Multipulchroppia amazonica*</i>	22	13		
137 <i>Multoribates chavinensis*</i>	1	1		
138 <i>Nanhermannia</i> sp. A				x
139 <i>Nanhermannia</i> sp. B				x
140 <i>Nasobates mirabilis</i>				x
141 <i>Neocarabodes sexpilosus</i>	12	9		x
142 <i>Neocarabodes</i> sp.				x
143 <i>Nesiacarus</i> sp.			x	
144 <i>Notogalumna</i> sp.*	1	1		
145 <i>Octoppia irmayi*</i>	2	2		
146 <i>Oppiella</i> sp.*	6	5		
147 <i>?Oribatula</i> sp.*	1	1		
148 <i>?Oribatulidae*</i>	1	1		
149 <i>Oribotritia</i> sp.	10	8		x
150 <i>Orthogalumna</i> sp.				x
151 <i>Parakalumna foveolata</i>	25	16		x
152 <i>Paraxylobates imitans*</i>	10	7		
153 <i>Paraxylobates</i> sp.				x

Espécies registradas	Neste estudo		Franklin <i>et al.</i> (2008, 2006)	Woas (2002), Beck (1971)
	Abundância	Frequência		
154 <i>Parhypochthonius</i> sp.				X
155 <i>Peloribates</i> sp.				X
156 <i>Pergalumna complicata</i> *	2	2		
157 <i>Pergalumna foveolata</i> ²				X
158 <i>Pergalumna passimpunctata</i>	177	48	X	
159 <i>Pergalumna</i> sp. A	15	11	X	X
160 <i>Pergalumna</i> sp. B*	1	1		
161 <i>Pergalumna</i> sp. C*	27	20		
162 <i>Pergalumna</i> sp. D*	4	4		
163 <i>Pergalumna</i> sp. E*	1	1		
164 <i>Pergalumna</i> sp. F*	5	5		
165 <i>Pergalumna</i> sp. G*	1	1		
166 <i>Phtiracarus</i> sp. A			X	X
167 <i>Phtiracarus</i> sp. B			X	
168 <i>Phtiracarus</i> sp. C			X	
169 <i>Phtiracarus</i> sp. D			X	
170 <i>Phtiracarus</i> sp. E			X	
171 <i>Pilobatella</i> sp.			X	
172 <i>Plateremaeus</i> sp.				X
173 <i>Porozetes</i> sp.*	1	1		
174 <i>Podoribates</i> sp.			X	
175 <i>?Quadroppia</i> sp.*	1	1		
176 <i>Ramusella puertomontensis</i> *	1	1		
177 <i>Rhynchobelba</i> sp.				X
178 <i>Rhynchoribates amazonicus</i> *	2	2		
179 <i>Rhynchoribates brasiliensis</i>	5	4		X
180 <i>Rhynchoribates dilatatus</i>	15	12	X	
181 <i>Rhynchoribates edentatus</i> *	3	3		
182 <i>Rhynchoribates</i> sp. A			X	X
183 <i>Rhynchoribates</i> sp. B			X	X
184 <i>Rhynchoribates</i> sp. C			X	X
185 <i>Rhynchoribates</i> sp. D			X	
186 <i>Rhynchoribates</i> sp. E			X	

Espécies registradas	Neste estudo		Franklin <i>et al.</i> (2008, 2006)	Woas (2002), Beck (1971)
	Abundância	Frequência		
187 <i>Rostrozetes bothulifer</i>	6	4	x	
188 <i>Rostrozetes carinatus</i>	68	34		x
189 <i>Rostrozetes cristatus</i>	46	12	x	
190 <i>Rostrozetes foveolatus</i> ³	688	64	x	x
191 <i>Rostrozetes rimachensis</i>	64	26	x	x
192 <i>Rostrozetes pinguis</i> *	23	13		
193 <i>Rostrozetes polygonatus</i> *	34	19		
194 <i>Rostrozetes</i> sp. A	63	35	x	x
195 <i>Rostrozetes</i> sp. B	65	39		x
196 <i>Rostrozetes</i> sp. C*	2	2		
197 <i>Scapheremaeus</i> sp.				x
198 <i>Schalleria incurvata</i> *	3	2		
199 <i>Scheloribates elegans</i> *	5	5		
200 <i>Scheloribates huancayensis</i> *	1	1		
201 <i>Scheloribates praeincisus</i> *	2	2		
202 <i>Scheloribates praeincisus acuticlava</i> *	5	1		x
203 <i>Scheloribates rectus</i> *	42	25		
204 <i>Scheloribates</i> sp. A	5	4	x	x
205 <i>Scheloribates</i> sp. B	113	19	x	x
206 <i>Scheloribates</i> sp. C	8	3	x	x
207 <i>Scheloribates</i> sp. D	3	2	x	x
208 <i>Scheloribates</i> sp. E			x	
209 <i>Scheloribates</i> sp. F			x	
210 <i>Solenozetes cribratus</i> *	5	5		
211 <i>Solenozetes flagellatus</i> *	1	1		
212 <i>Solenozetes</i> sp.	2	2	x	
213 <i>Spathulocepheus amazonicus</i>	98	37	x	x
214 <i>Spathulocepheus</i> sp.				x
215 <i>Sternopia</i> sp. A			x	x
216 <i>Sternopia</i> sp. B			x	
217 <i>Sternoppia reticulata</i>	42	18	x	x
218 <i>Striatoppia silvicola</i> *	10	8		
219 <i>Striatoppia</i> sp.*	1	1		

Espécies registradas	Neste estudo		Franklin <i>et al.</i> (2008, 2006)	Woas (2002), Beck (1971)
	Abundância	Frequência		
220 <i>Suctobelba</i> sp.			x	
221 <i>Suctobelbella andrassyi</i> *	3	3		
222 <i>Suctobelbila</i> sp. A*	1	1		
223 <i>Suctobelbila</i> sp. B*	1	1		
224 <i>Tecteremaeus anoporosus</i>	21	13	x	
225 <i>Tecteremaeus cristatus</i> *	1	1		
226 <i>Tecteremaeus</i> sp. A*	1	1		
227 <i>Tecteremaeus</i> sp. B*	11	7		
228 <i>Tecteremaeus</i> sp. C*	2	1		
229 <i>Tectocephus</i> sp.	7	4	x	x
230 <i>Tegeozetes</i> sp.*	2	2		
231 <i>Tegeozetes tunicatus</i>				x
232 <i>Teleioliodes ghanensis</i>			x	x
233 <i>Teleioliodes</i> sp. A	27	19	x	x
234 <i>Teleioliodes</i> sp. B*	12	10		
235 <i>Teratoppia pluripectinata</i> *	5	3		
236 <i>Teratoppia reducta</i> *	18	11		
237 <i>Teratoppia</i> sp.*	1	1		
238 <i>Torpacarus omittens omittens</i> *	1	1		
239 <i>Trapezoppia</i> sp.*	3	2		
240 <i>Trixylobates bidactylus</i> *	27	20		
241 <i>Truncozetes mucronatus</i>	3	3	x	x
242 <i>Tuberocephus</i> sp.			x	
243 <i>Xenillus brasilianus</i>				x
244 <i>Xenillus</i> sp.*	4	4		
245 <i>Xenolohmannia</i> sp. A	8	7	x	x
246 <i>Xenolohmannia</i> sp. B*	5	5		
247 <i>Xenolohmannia</i> sp. C*	2	1		
248 <i>Xenolohmannia capillata</i> *	2	2		
249 <i>Xylobates antillensis</i> *	16	14		
250 <i>Xylobates capucinus capucinus</i>	133	43	x	
251 ? <i>Xylobates</i> sp. A*	1	1		
252 <i>Xylobates</i> sp. B*	1	1		

Espécies registradas	Neste estudo		Franklin <i>et al.</i> (2008, 2006)	Woas (2002), Beck (1971)
	Abundância	Frequência		
253 <i>Yoshiobodes irmayi</i> ⁴	51	25		x
254 <i>Yoshiobodes</i> sp.			x	

* Novo registro para a reserva

¹ Espécie registrada para a Reserva Ducke conforme Franklin *et al.* (2006) compilado de Beck (1971) e Woas (2002). No entanto, a espécie não é registrada na lista original de Beck (1971) ou de Woas (2002)

² Espécie registrada para a Reserva Ducke conforme Franklin *et al.* (2008) compilado de Beck (1971) e Woas (2002). No entanto, a espécie não é registrada na lista original de Beck (1971) ou de Woas (2002). Provavelmente a espécie a ser registrada seria *Parakalumma foveolata* Balogh e Mahunka 1969, presente nas listas de Beck (1971) e Woas (2002), mas não compilada por Franklin (2008).

³ *Rostrozetes foveolatus* (Sellnick, 1925) é sinônimo junior de *R. ovulum* (Berlse, 1908) de acordo com Norton e Kethley (1989). Porém optamos pelo nome mais comum.

⁴ Espécie registrada na lista de Woas (2002) como *Carabodes irmayi* Balogh e Mahunka 1969.

A espécie com maior abundância de indivíduos foi *R. foveolatus* com 688 indivíduos seguida de *Archegozetes longisetosus* (198 indivíduos), *P. passimpuctata* (177 indivíduos), *X. capucinus capucinus* (133), *Scheloribates* sp. B (113 indivíduos), *S. amazonicus* (98), *M. parvus* (97) e *Ischeloribates minusculus* (73). Os demais táxons tiveram o total de indivíduos inferior a 70, porém cabe ressaltar que dos 10 táxons do gênero *Rostrozetes* encontrados, 6 também foram abundantes: *R. cristatus* (43 indivíduos) *Rostrozetes* sp. A (63 indivíduos) *R. rimachensis* (64 indivíduos) *Rostrozetes* sp. B (65 indivíduos) *R. carinatus* (com 68 indivíduos) e a já citada *R. foveolatus* com 688 indivíduos.

Galumna foi o gênero com maior número de táxons (11), porém o número de indivíduos em cada um variou entre 1 e 11 sendo que 7 espécies de *Galumna* foram consideradas raras neste estudo (com ocorrência de 1 ou 2 indivíduos). Desse modo, constatamos o forte domínio do gênero *Rostrozetes*.

Os gêneros com os maiores números de táxons foram (APÊNDICE A): *Galumna* (11 morfoespécies), *Rostrozetes* (7 espécies e 3 morfoespécies), *Scheloribates* (5 espécies e 4 morfoespécies) *Pergalumna* (2 espécies e 7 morfoespécies), *Hoplophorella* (1 espécie e 5 morfoespécies), *Rhynchoribates* (4 espécies), *Tecteremaeus* (2 espécies e 3 morfoespécies), *Epilohmannia* (1 espécie e 3 morfoespécies), *Xenolohmannia* (1 espécie e 3 morfoespécies), *Solenozetes* (2 espécies e 1 morfoespécie), *Xylobates* (2 espécies e 1 morfoespécie),

Eremaozetes (3 morfoespécies). Os demais gêneros são constituídos por, no máximo, 2 espécies/ morfoespécies.

Em relação ao acréscimo no estado de conhecimento das espécies de ácaros oribatídeos da região, 24 espécies são novos registros para o estado do Amazonas: *Aeroppia nasalis*, *Arceremeus cubanus*, *Benoibates borhidii*, *Eohypochthonius becki*, *Epilohmannia pallida americana*, *Eremulus brasiliensis*, *Flagrosuctobelba semiplumosa*, *Ischeloribates minusculus*, *Lamellobates gyoergyi*, *Lyroppia anareolata*, *Malaconothrus robustus*, *Mesoplophora hauseri*, *Microtegeus similis*, *Multoribates chavinensis*, *Pergalumna complicata*, *Ramusella puertomontensis*, *Rhynchoribates edentatus*, *Scheloribates rectus*, *Scheloribates huancayensis*, *Scheloribates elegans*, *Solenozetes cribratus*, *Suctobelbella andrassyi*, *Torpacarus omittens omittens* e *Xylobates antillensis*.

Também para o Amazonas, 5 gêneros foram pela primeira vez registrados: *Allogalumna*, *Austrozetes*, *Hemileius*, *Microtritia* e *Notogalumna*. Se confirmada a identificação de *Oribatula* e *Quadroppia*, estes também serão novos registros para o estado. Neste estudo, esses gêneros foram constituídos por uma única espécie a qual foi morfoespeciada.

Além de serem novos registros para o Amazonas, *A. nasalis*, *A. cubanus*, *B. borhidii*, *E. becki*, *F. semiplumosa*, *M. hauseri*, *M. similis*, *M. chavinensis*, *R. puertomontensis*, *R. edentatus*, *S. rectus*, *S. huancayensis*, *S. elegans*, *S. cribratus* e *S. andrassyi* são novos registros para o Brasil.

Notogalumna sp. e *F. semiplumosa* são novos registros para a Região Neotropical. O gênero *Notogalumna* Sellnick 1959, originalmente descrito para a região de Kerala (Índia) foi encontrado em baixa densidade (1 indivíduo) e, por se tratar de um espécime danificado, novas coletas devem ser realizadas para confirmação da identificação do gênero. A espécie *F. semiplumosa* (Balogh e Mahunka 1967) possui distribuição registrada para a região Oriental e Nova Guiné e três subespécies já descritas no Vietnã e Filipinas, Índia e região australiana (Subías 2004).

Para a Reserva Ducke, constatamos 105 novos registros e aumentamos para 254 o número de táxons já registrados para a área (Tabela 1).

4. Discussão

No estudo de ácaros oribatídeos na Amazônia, a caracterização da comunidade desses ácaros é dificultada principalmente pelas amostras pouco abrangentes em relação à distribuição espacial do ecossistema e devido à utilização de diferentes métodos de amostragem, ambos somados à megadiversidade natural do grupo. Como previsto, foi registrado um alto número de táxons. Em ambientes naturais ou pouco impactados, mesmo sob tipos diferentes de clima e vegetação, vários autores verificam grande abundância e riqueza de espécies de oribatídeos (Osler e Murphy 2005; Franklin *et al.* 2006; Santos *et al.* 2008; Gerecke *et al.* 2009). Em ecossistemas florestais os ácaros oribatídeos são encontrados em alta diversidade devido principalmente à ocupação de diversos nichos tróficos (Maraun *et al.* 2007; Schneider *et al.* 2004) e supomos que as espécies podem coexistir sem competir por alimento.

Este estudo teve o intuito de abranger uma escala representativa dos ácaros oribatídeos presentes no solo e na serapilheira da Reserva Ducke, aliada a um grande esforço de coleta. Porém, apesar da extensão amostral e do enorme acréscimo de táxons registrados para a reserva, não foi possível coletar diversas espécies já registradas no solo e na serapilheira da área em estudos anteriores (ver Tabela 1). Esse fato pode estar associado ao tipo de coleta e modo de extração empregado nas investigações anteriores, assim como ao período de amostragem. A utilização de subamostras compostas como realizadas neste estudo, aumenta a possibilidade de encontrar mais espécies. Porém, em decorrência da mistura de solo nesse tipo de amostragem, o número de indivíduos e, conseqüentemente, a riqueza de espécies pode ter sido subestimada (André *et al.* 2002). Os organismos que utilizam a porosidade do solo para locomoção são prejudicados pelo estresse da agitação (André *et al.* 2002) interferindo na eficiência da extração do método.

Outros estudos realizados na região de Manaus são pouco comparáveis, pois foram realizados em florestas inundáveis (várzea e igapó) ou em experimentos de decomposição de folhas utilizando sacos de malhas de náilon, em ambientes de floresta primária e secundária e em policultivo de madeira. Nestas investigações foram registrados 33 a 45 táxons em áreas de “igapó”, 13 a 35 táxons em áreas de “várzea” e 76 táxons em estudos de decomposição (Franklin *et al.* 1997b; Franklin *et al.* 2004). Em todas estas investigações, foram registrados números de táxons inferiores ao registrado na Reserva Ducke. Esses dados refletem o esforço amostral da presente investigação pela utilização de grandes escalas espaciais e coletas

padronizadas, assim como também o gradiente ambiental investigado. Contudo, pouco ainda é conhecido sobre a real riqueza de espécies do ambiente. Um estudo que adotou técnica e delineamento de amostragem semelhante ao nosso foi realizado por Santos *et al.* (2008), que registrou 91 táxons. Porém, o sítio estudado foi em região de savana no estado do Pará, o qual difere do gradiente vegetacional aqui investigado. Novos estudos devem ser direcionados aos diversos ecossistemas amazônicos para incremento no conhecimento biológico da região, assim como para caracterizar as espécies de ácaros oribatídeos e aumentar o conhecimento da biologia e biogeografia do grupo.

O estudo que utilizou uma abordagem mais exploratória do ambiente de floresta amazônica de terra-firme sobre solo argiloso foi realizado por Wunderle (1985; 1992) no Peru. A autora encontrou 160 táxons de ácaros oribatídeos em solo e serapilheira, número que se aproxima ao registrado em nosso estudo (161 táxons), mesmo Wunderle tendo coletado um número de indivíduos 5 vezes maior. Desses táxons, 48 gêneros e 11 espécies foram também encontrados no nosso estudo. O inventário de Wunderle foi composto por réplicas temporais de seis meses (maio a outubro de 1984) e apesar de ter sido realizado em uma escala espacial pequena, as replicações temporais e uma quantidade maior de material processado (5 amostras mensais de $1/9 \text{ m}^2$ equivalente a $33 \text{ cm} \times 33 \text{ cm}$ e a cerca de 1.109 cm^2 cada uma), propiciou um número de espécies equivalente ao nosso estudo, realizado em grande escala espacial. Além disso, o tipo de amostragem efetuada por ela permitiu encontrar um número menor de espécies raras (27 singletons e 12 doubletons em comparação a 36 singletons e 21 doubletons encontrados no nosso estudo). Deste modo, as amostras agrupadas em uma pequena escala amostral com repetições temporais como a de Wunderle e as amostras dispersas sistematicamente num gradiente de 10.000 ha sem repetições temporais, como as deste estudo, revelam números similares de espécies de ácaros oribatídeos. As possíveis razões ainda necessitam ser investigadas. Supomos que se o interesse do estudo for essencialmente o levantamento de espécies numa área, pode ser empregado um esforço maior (com réplicas temporais e maior volume de serapilheira) numa área menor. Porém, apesar do alto número de espécies capturado por Wunderle, não sabemos se este tipo de estratégia pode ser tão efetivo quanto a que empregamos na presente investigação, uma vez que as relações com as variáveis ambientais numa escala representativa de uma reserva ecológica somente podem ser demonstradas através de inventários representativos da área em questão.

Obtivemos o maior número (82) e a maior proporção (50,9%) de espécies de ácaros oribatídeos descritas em relação aos trabalhos extensivos realizados no Brasil. Dos 287 táxons

obtidos no estado de São Paulo (Oliveira 2004), apenas 56 (19,5%) eram espécies descritas (Oliveira *et al.* 2005), mas estes estudos incluíram também investigações da fauna arborícola. Em investigações efetuadas em ambiente de savana na Amazônia Oriental, de um total de 91 táxons, 44 (48,4%) eram espécies descritas (Santos 2005; Santos *et al.* 2008). Esta maior proporção de espécies descritas nos trabalhos efetuados na Amazônia pode ser devido ao maior número de espécies descritas na região em relação ao restante do Brasil. Entre autores como M. Hammer, L. Beck, S. Woas e E. Franklin (ver APÊNDICE A) que efetuaram descrições de espécies provenientes da região, destacam-se os trabalhos de Balogh e Mahunka (1969 a, b), que descreveram 39 espécies coletadas nas cercanias de Manaus.

Os ácaros oribatídeos são caracterizados por baixas taxas reprodutivas e o ciclo de vida relativamente longo, compreendendo até cerca de um ano em algumas espécies, é comumente observado em regiões temperadas (Norton 1994). Porém, esse comportamento pode ser muito diferente em espécies tropicais e partenogênicas como *A. longisetosus* e *R. foveolatus*.

Vários trabalhos desenvolvidos na região constataram que *R. foveolatus* foi a espécie predominante e a mais frequente em amostras de solo (Wunderle 1992; Franklin *et al.* 1997b, Franklin *et al.* 2008), em amostras de oribatídeos arbóreos (Wunderle 1992) e esteve entre as espécies dominantes em experimentos de decomposição (Franklin *et al.* 2004). Em condições de laboratório, adultos de *R. foveolatus* resistiram a 684 dias de submersão e o estágio de ovo e fases imaturas são também resistentes (Franklin *et al.* 1997b). A capacidade de resistir à inundação pode explicar a sua ocorrência e dominância em florestas alagáveis da Amazônia, sobrevivendo sob condições extremas. Portanto, a grande representatividade da espécie em ambientes mais estáveis como a Reserva Ducke se torna compreensível. Além da forte resistência, *Rostrozetes* é um gênero partenogênico, o que permite que se torne dominante e ocupe diversos ambientes (Woas 2002). A alta amplitude de habitat de *R. foveolatus* já foi constatada por Franklin *et al.* (2006).

A segunda espécie mais representativa deste estudo foi *A. longisetosus*. Igualmente como o gênero *Rostrozetes*, *Archegozetes* é partenogênico e as fêmeas tendem a produzir um alto número de ovos. Em média, ao final de 51 dias, fêmeas de *A. longisetosus* podem produzir até 147 descendentes (Heethoff *et al.* 2007). Essa característica favorece sua distribuição e permite que alcance altas concentrações de indivíduos mesmo em áreas com condições adversas (Woas 2002). A ocorrência de partenogonia em espécies dominantes do

solo já foi verificada também para florestas subtropicais. Espécies sexuais foram comuns nas comunidades arbóreas de oribatídeos, enquanto cerca de metade das espécies dominantes coletada do solo florestal no Japão eram provavelmente partenogéticas (Karasawa e Hijii 2008). *Archeozetes longisetosus* possui também flexibilidade digestiva, se adaptando aos recursos alimentares existentes (Smrž e Norton 2004) e, não sendo especialista, a sobrevivência e adaptação são ainda mais favorecidas. Esta espécie também possui uma força locomotora excessivamente grande e importante para se movimentar e escavar no solo (Heethoff e Koerner 2007).

Porém, salientamos que apesar de abundante, *A. longisetosus* não esteve entre as espécies mais frequentes, pois foi encontrado em menos da metade das parcelas amostradas. Isso pode ter ocorrido devido ao comportamento gregário da espécie. A glândula opistonal é bem desenvolvida em *A. longisetosus* e provavelmente produz de feromônio de agregação (Haq 1982 *apud* Sakata e Norton 2003) e de repelência como defensivo contra predadores (Sakata e Norton 2001). Como o perfil das substâncias secretadas é o mesmo para adultos e imaturos (Sakata e Norton 2003), embora não computado, houve grande representatividade de *Archeozetes* entre os indivíduos imaturos.

No que diz respeito às espécies mais abundantes e frequentes deste trabalho, elas são correspondentes àquelas frequentes e abundantes em experimentos de sucessão e decomposição. Assim, *A. longisetosus*, *R. foveolatus*, *S. amazonicus* e *M. parvus* também estão entre as mais frequentes e abundantes (Ribeiro e Schurbat 1989). Em amostras de solo, igualmente como relatado neste trabalho, Franklin *et al.* (2008) também verificaram que *R. foveolatus*, *I. minusculus* e *P. passimpunctata* foram as mais abundantes e frequentes na Reserva Ducke.

No nosso estudo, 49% dos táxons registrados foram morfoespeciados por falta de descrições. Nos anos que sucederam a última lista compilada de Franklin *et al.* (2006), nenhuma espécie da região foi descrita. O alto número de morfoespécies evidenciado para os gêneros *Galumna*, *Pergalumna* e *Schelorbates* já havia sido reportado por Franklin *et al.* (2006). Apesar de a região amazônica ser uma das mais investigadas no Brasil (Franklin *et al.* 2006), esse fato reflete mais uma vez a relativa deficiência no conhecimento taxonômico de ácaros oribatídeos na região, tendo como agravante a falta de descrições das espécies dos gêneros mais comumente encontrados. É interessante notar que em gêneros com várias espécies, muito menos é descrito, talvez por exigir maior trabalho e esforços intelectuais (Balogh *et al.* 2008). Isso pode refletir na preservação dessas áreas já que planos de

conservação e manejo exequíveis necessitam, primeiramente, de investimentos na formação de bons taxonomistas, pois a biologia da conservação e a taxonomia são atividades interdependentes (Mace 2004).

Neste trabalho, conseguimos ampliar o estado de conhecimento de táxons registrados para a região. Constatamos 105 novos registros para a Reserva Ducke e ampliamos o número de táxons registrados para a reserva de 149 para 254. Entre as 82 espécies identificadas nominalmente neste trabalho, 52 são novos registros para a reserva. Assim, em relação às espécies nominalmente descritas, ampliamos o número de registros para a Reserva Ducke de 54 para 106 espécies.

Capítulo 2: Redução do esforço amostral para ácaros edáficos (Acari: Oribatida) baseada nas respostas da comunidade sobre variáveis ambientais na floresta de terra-firme da Reserva Ducke, no estado do Amazonas, norte do Brasil

Resumo

Pouco é conhecido sobre a diversidade de ácaros oribatídeos em grande escala espacial e uma das críticas aos grupos de pesquisas em invertebrados é que o tempo de coleta, triagem e identificação do material é muito longo em relação a outros grupos. Desse modo, tanto a redução do número de parcelas a serem amostradas quanto a sua localização dentro da Reserva Ducke são itens relevantes a serem determinados para agilizar o estudo dos invertebrados terrestres. Em 2001/2002 foram coletadas 360 amostras de serapilheira e solo distribuídas entre as 72 parcelas de 250 m, para extração dos invertebrados em aparelho de Berlese-Tullgren. Para redução do esforço no campo, avaliamos a diminuição do número de parcelas para 62, 52, 42, 32 e 30 de maneira aleatória e através da retirada de parcelas vizinhas agrupadas. Para a redução do esforço tanto no campo quanto no laboratório, o mesmo procedimento foi feito com a exclusão das espécies raras das análises. Verificamos também se a localização de seis grades alternativas de 25 km² dentro de uma área de 100 km² da reserva poderia afetar as conclusões quanto à abundância e diversidade de ácaros. Matrizes de dissimilaridade foram geradas para cada nível de redução de esforço baseadas nos índices de Bray–Curtis (dados de abundância) e de Sørensen (presença e ausência). Correlações de Mantel foram usadas para acessar as relações entre os pares de matrizes, assumindo que valores $\geq 0,7$ indicavam uma similaridade satisfatória de informação. O padrão das respostas ecológicas da comunidade de ácaros oribatídeos pôde ser detectado em diferentes níveis de esforço. Através de regressão múltipla multivariada o efeito da porcentagem de argila na composição de ácaros foi detectado utilizando dados de todos os níveis de redução. O número de palmeiras acaules não esteve relacionado à comunidade de ácaros. Usando dados de abundância da comunidade de ácaros oribatídeos, os valores de correlação variaram de 0,41 a 0,63 indicando diferenças na informação dependendo da posição da grade de 25 km². Dados de presença e ausência variaram de 0,79 a 0,88 mostrando similaridade na composição de espécies entre as grades. A localização das grades de 25 km² afetou as informações de abundância, mas não da composição de espécies. Se a grade padrão do PPBio tivesse sido escolhida em outra locação da reserva, apenas as espécies menos abundantes de ácaros não teriam sido coletadas. Estas grades menores abrigam ~77% das espécies capturadas na grade de 64 km² e a utilização dos dados provenientes destas grades menores ainda captura os principais padrões ecológicos da comunidade. Estimando o tempo de coleta e processamento das amostras provenientes de grades com 30 parcelas, os custos do projeto são reduzidos em ~58%. Para levantamentos rápidos de padrões ecológicos, é mais eficiente utilizar dados de presença e ausência da comunidade de ácaros oribatídeos e excluir as espécies raras, resultando na economia de tempo na identificação de material, maior acesso aos dados e maior rapidez na publicação dos resultados.

Palavras-chave: ácaros oribatídeos, comunidades, composição de espécies, protocolos de coleta.

1. Introdução

A utilização de invertebrados do solo no manejo de áreas é dependente do desenvolvimento de protocolos de coleta simples e eficientes (Andersen *et al.* 2002), em amostragens que representem o ambiente a ser estudado e que permitam comparações com várias regiões. Magnusson *et al.* (2005) propuseram o sistema RAPELD de amostragens padronizadas (uniformes) para pesquisas ecológicas de longa duração (componente PELD), mas que permite inventários rápidos (componente RAP).

Na Reserva Ducke, 72 parcelas permanentes de amostragens, foram homogeneamente distribuídas e durante a vigência do Projeto Norte de Pós-Graduação (PNOPG) “Populações e comunidades de invertebrados do solo da Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, AM”, as parcelas foram amostradas e os invertebrados foram separados e depositados em lotes. Os lotes contendo pseudoescorpiões já foram identificados até espécie em estudo efetuado por Aguiar *et al.* (2006).

O Programa de Pesquisa em biodiversidade (PPBio) delimitou uma grade menor dentro da grade maior de 72 parcelas na Reserva Ducke, abrangendo 30 parcelas de amostragem em 25 km² para realizar inventários rápidos da biodiversidade a baixos custos. Já foi evidenciado que a grade de 25 km² do PPBio é grande o suficiente para obter os padrões ecológicos em diferentes grupos. No entanto, anuros, peixes, lagartos e plantas possuem composições diferentes dependendo da região da reserva que é amostrada (Menin *et al.* 2008; Mendonça *et al.* 2008; Pinto *et al.* 2008; Costa *et al.* 2008a, respectivamente). Essas diferenças se devem as características da história natural de cada grupo e das diversas características ambientais. Portanto, a localização do sistema de amostragem pode acarretar em diversos efeitos sobre os animais e plantas, principalmente em uma escala representativa de uma reserva ecológica.

A padronização e a quantificação dos métodos atuais de amostragem de ácaros oribatídeos são necessárias para que os dados de diferentes autores possam ser comparáveis (Balogh *et al.* 2008). Pouco é conhecido sobre a diversidade de ácaros oribatídeos em grande escala espacial e uma das críticas aos grupos de pesquisas em invertebrados é que o tempo de coleta, triagem e identificação do material é muito longo em relação a outros grupos, não acompanhando os resultados das equipes que trabalham com plantas, anfíbios, répteis, aves e mamíferos (Santos *et al.* 2008) cuja identificação é feita muitas vezes no próprio campo. Desse modo, tanto a redução do número de parcelas a serem amostradas quanto a sua

localização dentro da Reserva Ducke são itens relevantes a serem determinados para agilizar o estudo dos invertebrados terrestres.

Os ácaros oribatídeos são frequentemente o grupo dominante de artrópodos nos solos de florestas temperadas, onde 100 - 150 espécies podem ter uma densidade maior que 100.000 ind./m² (Norton e Behan-Pelletier 2009). Em florestas tropicais na Amazônia, em torno de 90 - 210 espécies (Franklin *et al.* 2006) podem chegar a cerca de 15.000 ind./m² (Franklin *et al.* 2001; Höfer *et al.* 2001). Ao todo, na Amazônia, já foram registrados 444 táxons (espécies e morfoespécies) de oribatídeos (Franklin *et al.* 2006). O trabalho com estes ácaros oferece muitas vantagens: 1) a identificação, apesar de trabalhosa devido ao tamanho do organismo e a grande abundância e riqueza, é relativamente simples, pois são identificados através de características morfológicas externas; 2) vários estudos mostraram respostas satisfatórias às características ambientais na Amazônia (Franklin *et al.* 2005; Ribeiro e Schubart 1989; Franklin *et al.* 2008; Santos *et al.* 2008), já que grande quantidade de indivíduos e de espécies podem ser amostrados facilmente, além de que suas populações declinarem rapidamente quando os habitats são alterados (Behan-Pelletier 1999); 3) é possível comparar os estudos entre diversas áreas, pois estes ácaros são facilmente obtidos em diferentes ecossistemas e a facilidade de encontrar o animal é um dos requisitos para a utilização de invertebrados como táxon indicador (Hilty e Merelender 2000). Porém, sendo um dos grupos mais abundantes e diversos em solos florestais (Franklin *et al.* 2001; Höfer *et al.* 2001), a triagem de ácaros oribatídeos é dispendiosa e requer grande tempo e esforço no laboratório. A grande riqueza e abundância limitam estudos em nível de espécies (Lawton *et al.* 1998), mas a maior dificuldade de identificação é a carência de especialistas que resulta em carência de espécies descritas e obriga o pesquisador a separar por morfoespécies.

Protocolos de amostragens devem ser apropriados para obtenção de informações taxonômicas de um determinado grupo (número de espécies de uma área) e, ao mesmo tempo, eficazes na capacidade de captar os padrões ecológicos associados à distribuição das espécies. Outros estudos realizados na Amazônia brasileira (pteridófitas: Zuquim *et al.* 2007; ácaros de solo: Santos *et al.* 2008; gêneros de formigas e espécies de *Crematogaster*: Souza *et al.* 2007, 2009a, b) já comprovaram que é possível reduzir o esforço amostral empregado em muitos inventários, mantendo a qualidade das informações ecológicas. Um estudo abrangendo uma comunidade de 91 táxons de ácaros oribatídeos foi efetuado nas áreas de savana em Alter do Chão, Pará (Santos *et al.* 2008). As estimativas destes autores, embasadas em sub-amostras cuja solução inicial (100%) foi diluída a 50%, 25%, 12,5% e 6,25%, mostraram que grandes reduções em tempo e custo poderiam ter sido obtidas com pequena perda de informação

ecológica se apenas uma pequena porcentagem da sub-amostra (50% ou 25%) fosse triada e identificada.

Para validar a eficácia do protocolo, algumas características ambientais da reserva foram utilizadas. Franklin *et al.* (2008) encontraram na Reserva Ducke correlação com a porcentagem de argila para algumas espécies de ácaros oribatídeos. Em uma savana no estado do Pará, indivíduos pertencentes à subordem Oribatida tiveram relação com a estrutura da vegetação (Franklin *et al.* 2005) e a comunidade de espécies destes ácaros teve relação com a cobertura de moitas (Santos *et al.* 2008). A composição de palmeiras na reserva está fortemente associada ao solo e em outros grupos de plantas (arbustos, ervas, lianas e árvores) a composição também se modifica em relação à inclinação do terreno e de acordo com o gradiente que vai de solos mais arenosos (nas áreas mais baixas), até solos mais argilosos (nas áreas mais altas) (Costa *et al.* 2008a; Costa *et al.* 2008b). Nas áreas próximas aos cursos d'água os grupos vegetais são mais distintos e entre vertentes e platôs a composição das comunidades tende a ser mais homogênea. Além disso, composição de espécies vegetais pode variar entre as duas bacias de drenagem da reserva (oeste e leste), divididas por um platô central (Ribeiro *et al.* 1999).

A composição de oribatídeos da reserva pode variar em relação ao ambiente uma vez que o tipo de cobertura vegetal pode influenciar a fauna de ácaros. O sub-bosque da Reserva Ducke é caracterizado pela abundância de palmeiras de caule subterrâneo (palmeiras acaules) sendo as espécies *Attalea attaleoides* (Barb. Rodr.) Wess. Bôer e *Attalea microcarpa* Mart. elementos constantes (Ribeiro *et al.* 1999). Por possuírem folhas grandes, largas e duradouras, as palmeiras apresentam serapilheira acumulada tanto na coroa formada pela inserção das raques no solo quanto sobre suas folhas. Elas propiciam um ambiente mais úmido e menos iluminado e alteram a distribuição da serapilheira na superfície do solo.

Devido à necessidade de redução financeira de futuros projetos, associada à tentativa de minimizar o esforço de triagem e o tempo requerido para investigações dessa natureza, este estudo propôs avaliar a possibilidade de redução do esforço amostral e se grades alternativas de 25 km² podem ser tão eficazes quanto a grade de 64 km² para o trabalho com ácaros oribatídeos e assim gerar protocolos de coleta simples e eficientes, com a consequente redução dos custos financeiros. A compreensão dos fatores que determinam a distribuição dos invertebrados no ambiente é um dos requisitos para futuros programas que visem à conservação e monitoramento da biodiversidade e o manejo da área, por isso, investigamos se mesmo com a redução do esforço a eficácia é mantida para acessar as relações entre a comunidade de espécies e as variáveis ambientais.

2. Métodos

A descrição da área de estudo, o delineamento amostral, os procedimentos de coleta, obtenção e identificação dos organismos constam na seção “Material e métodos” (pág. 5) deste trabalho.

2.1. Medições das variáveis ambientais

Dados de proporção de argila do solo e número de palmeiras acaules foram utilizados como variáveis preditoras. Os métodos de coleta e os dados das variáveis ambientais estão disponíveis *online* e podem ser obtidos através do Portal do Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio) disponível em <http://ppbio.inpa.gov.br/>. A proporção de argila nas 72 parcelas da Reserva Ducke variou de 5 a 835 g/ kg de solo (média = 424,30 g/ kg; dp \pm 316,03) (Figura 1a). As palmeiras acaules *A. attaleoides* e *A. microcarpa* variaram entre 0 e 229 indivíduos por parcela (média= 26,98; dp \pm 29,49) (Figura 1b).

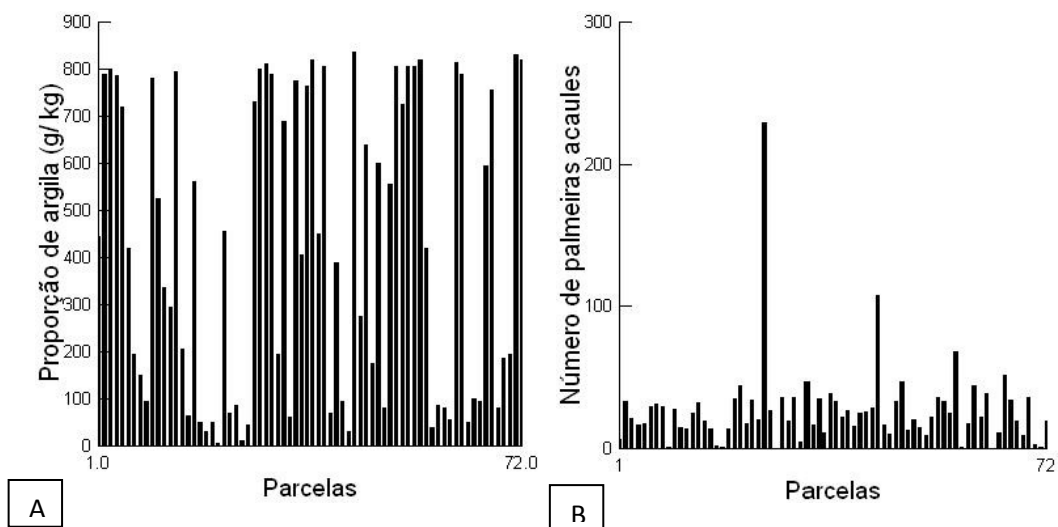


Figura 1 – Distribuição dos valores de proporção de argila (A) e número de palmeiras acaules (B) nas 72 parcelas da Reserva Ducke.

2.2. Redução do número de parcelas

Para verificar se é possível reduzir o número de parcelas amostradas e ainda manter os padrões ecológicos captados pelo esforço máximo de 72 parcelas, foram considerados os seguintes níveis de redução: 62, 52, 42, 32 e 30 parcelas. O último nível foi feito para adequação ao tamanho da grade do PPBio. Os níveis de redução foram simulados de duas maneiras: 1) retirada aleatória das parcelas e 2) retirada agrupada de parcelas vizinhas. O critério para a retirada das parcelas vizinhas e agrupadas foi a maior distância destas em relação à sede, localizada na borda noroeste da reserva, ou da grade do PPBio, à oeste da reserva (Figura 2), locais que conferem a estrutura necessária aos trabalhos de campo. Assim, as parcelas mais distantes desses pontos foram retiradas das análises a cada nível de redução conforme ilustrado na Figura 2.

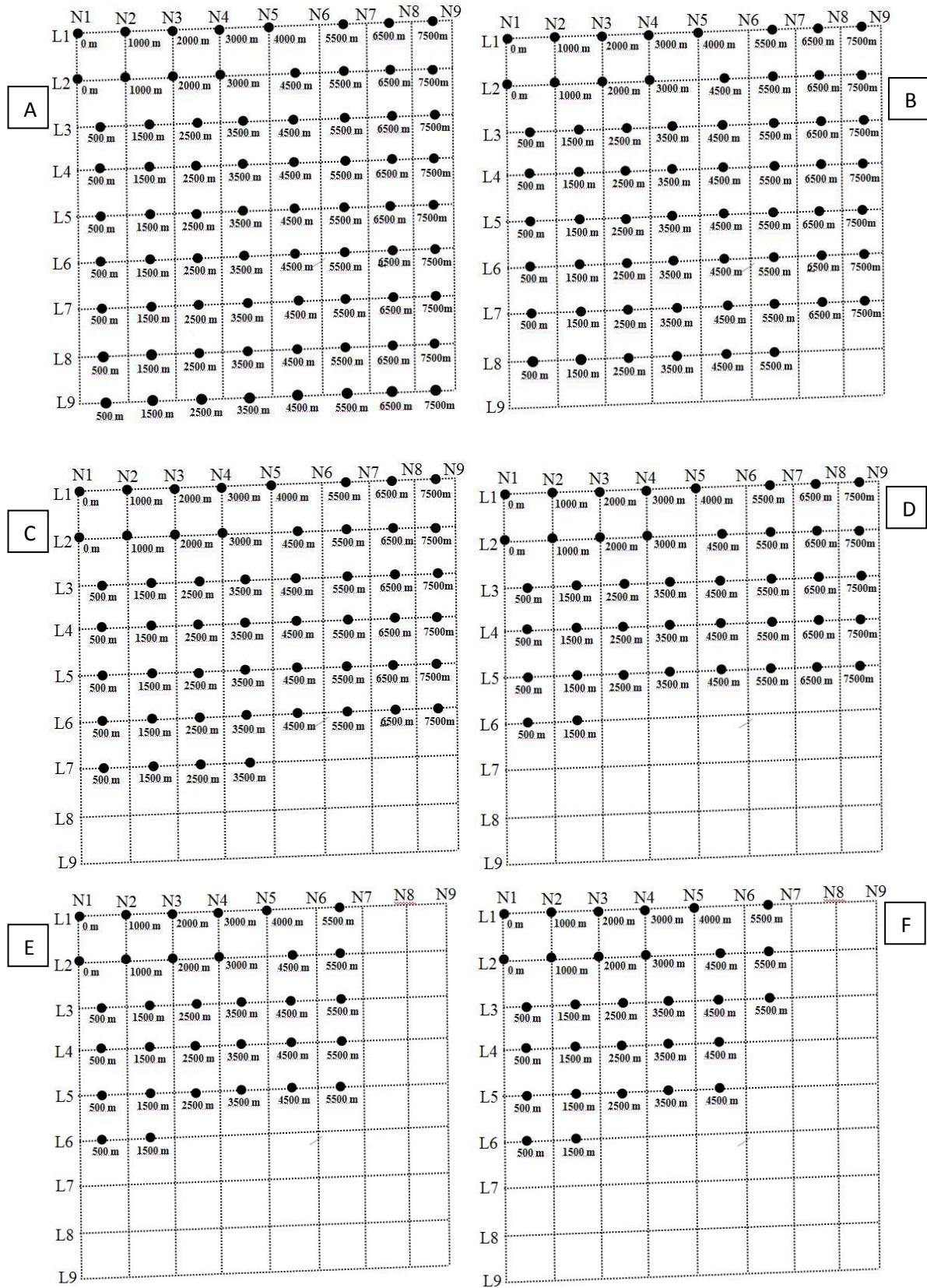


Figura 2 – Esquema da retirada de parcelas agrupadas em cada nível de redução de esforço amostral proposto. Os círculos negros ao longo das trilhas (linhas pontilhadas) representam as parcelas de 250 m. A-) Esforço máximo: 72 parcelas, B-) 62 parcelas, C-) 52 parcelas, D-) 42 parcelas, E-) 32 parcelas e F-) 30 parcelas.

2.3. Grades alternativas

Para avaliar se a localização das parcelas afeta as espécies de ácaros oribatídeos que possam ser encontradas, a grade maior foi virtualmente subdividida em seis grades alternativas de iguais tamanhos (25 km² e 30 parcelas), seguindo respectivamente as posições noroeste, nordeste, sudoeste, sudeste, oeste (utilizada pelo PPBio) e su-sudeste da reserva (Figura 3).

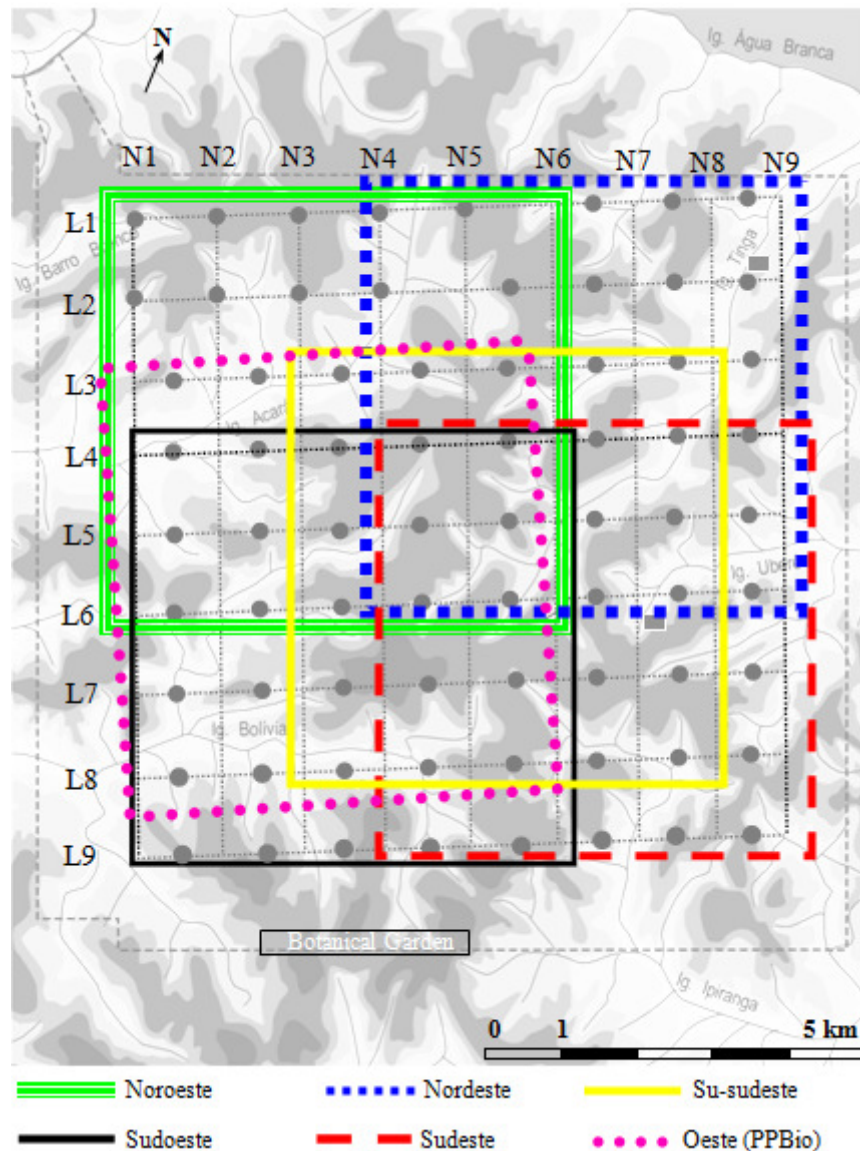


Figura 3 – Mapa topográfico e hidrográfico da Reserva Ducke com a disposição do sistema de trilhas das 72 parcelas terrestres (círculos cinza) e das delimitações das seis grades alternativas de 30 parcelas de 25 km² das subdivisões noroeste, nordeste, sudoeste, sudeste, oeste (PPBio) e su-sudeste. Modificado de Ribeiro *et al.* (1999).

2.4. Análises dos dados

O pacote estatístico “R” (R Development Core Team 2009) foi utilizado para efetuar as ordenações por PCoA, as regressões múltiplas multivariadas, os testes de Mantel, as curvas de rarefação e a análise de gradiente. Devido às poucas informações taxonômicas sobre Oribatida imaturos, apenas indivíduos adultos foram identificados e considerados nas análises.

2.4.1. Acréscimo de espécies em relação ao número de parcelas amostradas

Para verificar o acréscimo de espécies conforme o número de parcelas amostradas foi confeccionada uma curva de rarefação de espécies (Gotelli e Colwell 2001) com 1.000 aleatorizações. O programa estatístico gera 1.000 curvas de acumulação de espécies aleatorizando a ordem das amostras; assim, cada ponto da curva corresponde à média de riqueza acumulada nas curvas e está associado a um desvio-padrão.

2.4.2. Redução de esforço no campo

A amostragem do Projeto PNOPG abrangeu as 72 parcelas da grade e o detalhamento da metodologia está na seção “Material e métodos” (pág. 5). Para definir até que ponto seria possível reduzir o esforço amostral e conservar informação eficaz sobre os padrões ecológicos relacionados à comunidade de ácaros oribatídeos da reserva, foram feitas análises de regressão multivariadas com o esforço amostral máximo (72 parcelas) e com os seguintes níveis de redução de esforço: 62, 52, 42, 32 e 30 parcelas. Foi observado se foi mantido o mesmo padrão ecológico capturado na comunidade composta pelo esforço amostral máximo, fosse este padrão estatisticamente significativo ou não. A manutenção do padrão foi considerada como um parâmetro para a redução de esforço amostral no inventário. Como as variáveis ambientais foram pré-selecionadas, elas não podem ser usadas para testar hipóteses, mas somente para mostrar se um efeito detectado em uma análise pode ainda ser detectado em uma análise subsequente com esforço reduzido. Foram considerados significativos os valores de probabilidades das regressões iguais ou menores que 0,05 ($p \leq 0,05$). Este procedimento foi feito com as comunidades obtidas com os dois métodos de redução das parcelas (retirada aleatória de parcelas e retirada agrupada de parcelas vizinhas).

Na retirada aleatória, as parcelas que constituíram os níveis de esforços reduzidos foram aleatoriamente selecionadas por um comando no programa estatístico, com reposição

das amostras. Esta aleatorização foi repetida 1.000 vezes para cada nível de redução de parcela, permitindo a análise de muitas combinações de 62, 52, 42, 32 e 30 parcelas, respectivamente. Não foram feitas aleatorizações para as 72 parcelas, pois este foi o número máximo e existe apenas uma combinação possível. Sendo assim, um grande número de combinações de parcelas foi submetido às análises de regressões, aumentando o poder do teste (probabilidade de decisão correta baseada na hipótese alternativa). Em cada aleatorização, a comunidade de ácaros oribatídeos foi ordenada pelo método de Análise de Coordenadas Principais (PCoA) e foram feitas regressões múltiplas de duas variáveis ambientais (porcentagem de argila e número de palmeiras) com os escores dos dois primeiros eixos resultantes do PCoA. Foram utilizados dados de abundância (índice de Bray-curtis) e dados de presença e ausência (índice de Sørensen) na construção das matrizes lineares submetidas à PCoA. Foram obtidos os valores médios parciais das probabilidades associados a cada uma das variáveis do modelo e o coeficiente de determinação (r^2) médio, ambos associados aos seus respectivos desvios-padrão.

Na retirada agrupada de parcelas vizinhas, a geração de matrizes submetidas à PCoA e as análises de regressões foram conduzidas do mesmo modo como feito nas retiradas aleatórias de parcelas. Contudo, os valores das probabilidades e dos coeficientes de determinação obtidos não estão associados a desvios-padrão, pois foi gerada uma única combinação para cada nível de redução.

2.4.3. Redução de esforço no campo e no laboratório

Consideramos as espécies raras como aquelas que tiveram um ou dois registros de ocorrência (singletons e doubletons) e as que tiveram mais de dois indivíduos, porém com ocorrência em somente em uma ou duas parcelas. Para verificar a possível redução do esforço também no laboratório, as espécies raras foram retiradas da comunidade total e as regressões foram refeitas para cada nível de redução (72, 62, 52, 42, 32 e 30 parcelas), tanto para a retirada de parcelas no modo aleatório quanto para o modo agrupado, testando o modelo construído e os escores de PCoA da comunidade com exclusão das espécies raras como sendo a variável dependente.

2.4.4. Efeito da posição de grades alternativas de 30 parcelas (25 km²)

Para comparar as grades alternativas quanto à composição da comunidade de ácaros oribatídeos foram geradas matrizes de associação de cada uma das seis grades alternativas (noroeste, nordeste, sudoeste, sudeste, oeste e su-sudeste, respectivamente) com base nas similaridades entre as parcelas com os índices de Bray-Curtis e Sørensen.

As comparações foram realizadas com o teste de correlação de Mantel (rM). O teste de Mantel é uma medida de similaridade entre duas matrizes de associação (Legendre e Legendre 1998). Na estatística padronizada de Mantel (rM) os valores dos coeficientes de correlações lineares são medidas de distâncias entre os dados. Os valores mais próximos de 1 (um) indicam maiores similaridades. A significância estatística do teste de Mantel foi testada através de 1.000 randomizações. Valores de similaridade maiores ou iguais a 0,7 ($rM \geq 0,7$) foram assumidos como satisfatórios de informação preservada, tal como efetuado por Santos *et al.* (2008).

Análises de regressão múltipla multivariadas foram realizadas utilizando os eixos resultantes de ordenação de PCoA (escores de PCoA para dados quantitativos e qualitativos) de cada grade alternativa e os respectivos dados das variáveis independentes (porcentagem de argila e número de palmeiras acaules) de cada grade. Para constatar se a posição da grade de coleta dentro da reserva poderia interferir nas respostas ecológicas que poderiam ser obtidas, foi observado se o padrão ecológico verificado na comunidade composta pela grade de 72 parcelas foi mantido nas subdivisões. As análises de regressão foram também efetuadas excluindo as espécies raras de cada grade.

2.4.5. Custos financeiros para obtenção dos resultados

Os custos referentes ao trabalho de campo foram calculados com base nas despesas com material de consumo e no suporte da equipe durante o tempo de coleta. Os custos relacionados ao trabalho executado no laboratório foram estimados em pessoa/tempo necessários para processar o material coletado (extração, triagem e identificação). Esse custo pode ser variável, pois é dependente da experiência da equipe e dos parataxônomos envolvidos. Para efeito de comparação, foi obtido o valor médio anual do dólar americano desde o ano de 2001 (início das coletas) até o ano do término da identificação (2009). O valor médio do dólar nesse período foi de 1 US\$ = R\$ 2,41 (fonte: Banco Central do Brasil).

3. Resultados

3.1. Acréscimo de espécies em relação ao número de parcelas amostradas

A curva de rarefação de espécies obtida não atingiu a assíntota (Figura 4) e a cada amostra adicionada, mais informação sobre a comunidade é acrescentada. Isso reflete a riqueza potencialmente capaz de ser encontrada na reserva. Porém, com 22 parcelas mais de 70% do total de espécies é obtido (média $_{22 \text{ parcelas}} = 113,02$ espécies; $dp \pm 7,14$). O acúmulo de espécies a partir desta amostra é relativamente pequeno. Se utilizarmos grades de 30 parcelas conforme a proposta do PPBio, 77,8% da informação total, referente a amostragens nas 72 parcelas, pode ser adquirida (média $_{30 \text{ parcelas}} = 125,28$ espécies, $dp \pm 5,77$).

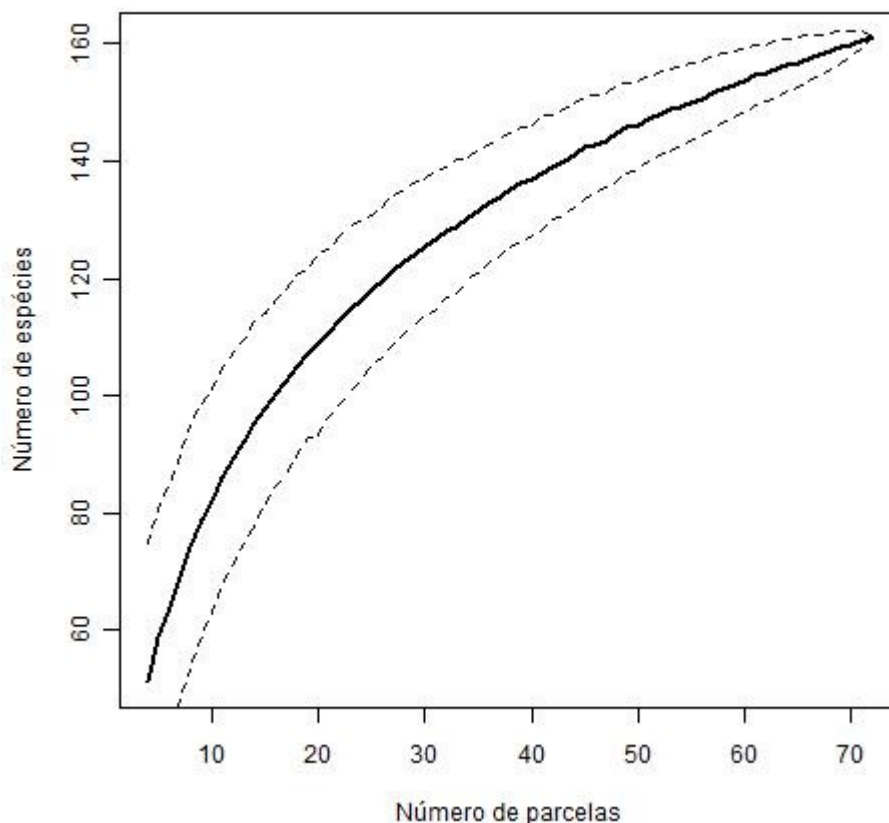


Figura 4 – Curva de rarefação de espécies de ácaros oribatídeos edáficos da Reserva Ducke com base nas 72 parcelas amostradas. A linha contínua representa a média do acúmulo de espécies em relação a 1.000 randomizações. As linhas tracejadas mostram o desvio-padrão associado.

O aspecto principal deste estudo foi elaborar uma proposta de redução de esforço em protocolos de coletas baseada na manutenção das respostas da comunidade às variáveis

ambientais. O número de palmeiras acaules não esteve relacionado à comunidade de ácaros. De modo geral, o padrão das respostas ecológicas da comunidade de ácaros oribatídeos pôde ser detectado em diferentes níveis de esforço amostral. Esse padrão corresponde a algumas probabilidades não significativas diante do modelo testado e outras significativas ($p \leq 0,05$), principalmente no que diz respeito à proporção de argila do solo. Assim, apresentamos nas tabelas seguintes, resultados de probabilidades parciais para o efeito da argila nas diferentes comunidades de ácaros oribatídeos testadas. Os resultados completos para o modelo de regressão múltipla estão apresentados nos APÊNDICES B a M (pág. 78 a 83) deste trabalho.

3.2. Redução de esforço no campo: retiradas aleatórias de parcela considerando a comunidade total de ácaros oribatídeos

Com dados de abundância da comunidade total de espécies de ácaros oribatídeos, sem exclusão das espécies raras, o padrão observado do efeito da argila ($\text{Argila } p_{\text{(parcial)}} \leq 0,05$) com os dados das 72 parcelas não foi captado quando o esforço amostral foi reduzido (Tabela 1). Porém, resultados não significativos atribuídos ao modelo foram constantes ($p_{\text{médio}}$ variando entre 0,08 e 0,36, ver APÊNDICE B). Com dados de presença e ausência, o efeito da argila foi captado até o nível de redução de 52 parcelas ($\text{Argila } p_{\text{(parcial)}} \leq 0,01$ a $\leq 0,05$, Tabela 1) e até esse nível o modelo de regressão também resultou em valores significativos ($p_{\text{médio}}$ variando entre $\leq 0,01$ e $\leq 0,05$, ver APÊNDICE C).

Tabela 1 – Valores médios das probabilidades parciais para o efeito da argila nas regressões múltiplas entre os eixos da PCoA das comunidades de ácaros oribatídeos com as variáveis ambientais, em cada esforço reduzido de parcelas aleatorizadas. Em negrito estão os valores significativos.

	72 parcelas		62 parcelas		52 parcelas		42 parcelas		32 parcelas		30 parcelas	
	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2
Abundância	≤ 0,05	≤ 0,05	0,09	0,11	0,14	0,19	0,21	0,26	0,28	0,30	0,25	0,30
Desvio-padrão			±0,09	±0,17	±0,17	±0,24	±0,23	±0,27	±0,28	±0,29	±0,27	±0,29
Presença/ausência	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,01	0,08	≤ 0,05	0,17	0,07	0,27	0,14	0,36	0,15	0,38
Desvio-padrão			±0,02	±0,17	±0,09	0,24	±0,15	±0,28	±0,22	±0,31	±0,23	±0,30
Abundância sem espécies raras	≤ 0,05	≤ 0,05	0,08	0,10	0,15	0,18	0,19	0,23	0,24	0,32	0,27	0,30
Desvio-padrão			±0,08	±0,15	±0,18	±0,23	±0,22	±0,26	±0,26	±0,30	±0,27	±0,29
Presença/ ausência sem espécies raras	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,05	0,07	≤ 0,05	0,16	0,06	0,28	0,13	0,37	0,15	0,38
Desvio-padrão			±0,02	±0,16	±0,09	±0,23	±0,15	±0,29	±0,21	±0,31	±0,24	±0,31

3.3. Redução de esforço no campo e no laboratório: retiradas aleatórias de parcelas com exclusão das espécies raras de ácaros oribatídeos

Para a comunidade presente nas 72 parcelas, 57 espécies tiveram registro de um ou dois indivíduos (singletons e doubletons) e seis tiveram mais de dois indivíduos, porém, com ocorrência no máximo duas parcelas. Assim, 63 espécies foram consideradas raras.

Com dados de abundância com exclusão das espécies raras, o padrão capturado do efeito da argila ($\text{Argila}_{p(\text{parcial})} \leq 0,05$) para as 72 parcelas não foi captado quando o esforço amostral foi reduzido (Tabela 1, APÊNDICE D). Com dados de presença e ausência, o efeito da argila foi capturado até a redução de 52 parcelas ($\text{Argila}_{p(\text{parcial})} \leq 0,01$ a $\leq 0,05$) e até esse nível o modelo de regressão também resultou em valores significativos ($p_{\text{médio}}$ variando entre $\leq 0,01$ e $\leq 0,05$, ver APÊNDICE E). Estes resultados são similares aos obtidos com a comunidade total de espécies. Os dados de presença e ausência foram mais consistentes para detectar a relação, explicando até $14\% \pm 9$ da variância do modelo em contraste com os dados de abundância com os quais a regressão conseguiu explicar no máximo $5\% \pm 9$ da variância dos dados.

3.4. Redução de esforço no campo: retiradas agrupadas de parcelas vizinhas utilizando a comunidade total de ácaros oribatídeos

Com dados de abundância da comunidade total de ácaros oribatídeos, sem a exclusão das espécies raras, o padrão observado para as 72 parcelas não foi captado com o esforço amostral reduzido para 42, 32 ou 30 parcelas, mas se manteve com 62 e 52 parcelas, destacado pela probabilidade parcial significativa ($\text{Argila}_{p(\text{parcial})} \leq 0,05$) em relação à proporção de argila (Tabela 2, APÊNDICE F). Com dados de presença e ausência, o modelo capturou a influência da proporção de argila para pelo menos um dos eixos em todos os níveis de redução de esforço (Tabela 2), com valores significativos também constatados para a probabilidade geral da regressão (APÊNDICE G), ou seja, para qualquer esforço amostral, a comunidade foi estruturada em função da proporção de argila do solo.

Tabela 2 – Valores das probabilidades parciais para o efeito da argila nas regressões múltiplas entre os eixos da PCoA das comunidades de ácaros oribatídeos com as variáveis ambientais, em cada esforço reduzido de parcelas agrupadas. Em negrito estão os valores significativos.

	72 parcelas		62 parcelas		52 parcelas		42 parcelas		32 parcelas		30 parcelas	
	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2
Abundância	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05	0,02	0,33	≤ 0,05	0,07	0,13	0,31	0,11	0,06	0,78
Presença/ausência	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,05	≤ 0,01	0,33	≤ 0,01	0,63	≤ 0,01	0,29
Abundância sem espécies raras	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05	0,02	0,30	≤ 0,05	0,06	0,12	0,29	0,10	0,06	0,70
Presença/ ausência sem espécies raras	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,05	≤ 0,01	0,32	≤ 0,01	0,55	≤ 0,01	0,16

3.5. Redução de esforço no campo e no laboratório: retiradas agrupadas de parcelas com a exclusão das espécies raras de ácaros oribatídeos.

Com dados de abundância da comunidade de ácaros oribatídeos, com exclusão das espécies raras, o padrão observado com os dados das 72 parcelas não foi captado quando o esforço amostral foi reduzido a 42, 32 ou 30 parcelas, mas se manteve com 62 e 52 parcelas, destacado pela probabilidade parcial significativa ($\text{Argila } p_{\text{(parcial)}} \leq 0,05$) em relação à proporção de argila (Tabela 2, APÊNDICE H). Para os dados qualitativos, ao menos um dos eixos de todos os níveis de esforços reduzidos das parcelas agrupadas conseguiu captar o efeito da argila ($\text{Argila } p_{\text{(parcial)}} \leq 0,01$ ou $\leq 0,05$; Tabela 2) com probabilidades gerais significativas para pelo menos um dos eixos (eixo 1, $p \leq 0,01$; APÊNDICE I).

3.6. Efeito da posição de grades alternativas de 30 parcelas (25 km²), considerando a comunidade total de ácaros oribatídeos.

Ao realizar o teste de Mantel com matrizes de associações geradas a partir de dados de abundância das seis subdivisões virtuais alternativas da grade maior, os valores, que variaram de 0,413 a 0,630, foram menores que o parâmetro mínimo de $rM \geq 0,7$ considerado previamente (Tabela 3). A partir de dados de presença e ausência das seis subdivisões, os valores de Mantel foram maiores que 0,7 (Tabela 4), mostrando que as seis grades são similares quanto à composição de espécies.

Tabela 3 – Valores do teste de correlação de Mantel (rM , $p < 0,001$) obtidos nas comparações das comunidades de ácaros oribatídeos entre seis grades alternativas de 30 parcelas, utilizando dados de abundância das espécies.

Grades alternativas	Noroeste	Nordeste	Sudoeste	Sudeste	Su-Sudeste
Oeste (PPBio)	0,480	0,604	0,475	0,463	0,601
Noroeste		0,523	0,411	0,521	0,467
Nordeste			0,526	0,630	0,599
Sudoeste				0,413	0,510
Sudeste					0,586

Tabela 4 – Valores do teste de correlação de Mantel (rM , $p < 0,001$) obtidos nas comparações das comunidades de ácaros oribatídeos entre seis grades alternativas de 30 parcelas, utilizando dados qualitativos (presença e ausência) das espécies.

Grades alternativas	Noroeste	Nordeste	Sudoeste	Sudeste	Su-sudeste
Oeste (PPBio)	0,818	0,877	0,813	0,834	0,861
Noroeste		0,829	0,791	0,813	0,816
Nordeste			0,833	0,858	0,859
Sudoeste				0,818	0,850
Sudeste					0,865

3.6.1. Efeito da posição da grade de coleta sobre as respostas ecológicas da comunidade total de oribatídeos

Os padrões obtidos com os dados de abundância das espécies foram relativamente uniformes e similares entre as seis grades alternativas (Tabela 5, APÊNDICE J). Porém, o efeito da argila (eixo 2; $p \leq 0,01$) foi capturado apenas na grade Sudeste. Com dados de presença e ausência de espécies, o modelo de regressão capturou o efeito da argila sobre a comunidade (eixo 1; $p \leq 0,01$ ou $p \leq 0,05$) em todas as subdivisões. O padrão no nível de significância observado na grade de 72 parcelas se manteve nas subdivisões Noroeste, Sudoeste e Oeste (PPBio) (eixo 1; $p \leq 0,01$; Tabela 5, APÊNDICE K).

Tabela 5 – Valores das probabilidades parciais para o efeito da argila nas regressões múltiplas entre os eixos da PCoA das comunidades de ácaros oribatídeos com as variáveis ambientais, das seis grades. Em negrito estão os valores significativos.

	Noroeste		Nordeste		Sudoeste		Sudeste		Oeste (PPBio)		Su-sudeste	
	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2
Abundância	0,06	0,41	0,10	0,11	0,23	0,86	0,93	≤ 0,01	0,07	0,38	0,23	0,25
Presença/ausência	≤ 0,01	0,43	≤ 0,05	0,45	≤ 0,01	0,56	≤ 0,05	0,52	≤ 0,01	0,51	≤ 0,05	0,61
Abundância sem espécies raras	0,06	0,36	0,09	0,11	0,23	0,82	0,84	≤ 0,05	0,07	0,42	0,22	0,46
Presença/ ausência sem espécies raras	≤ 0,01	0,30	≤ 0,05	0,54	≤ 0,01	0,60	≤ 0,05	0,86	≤ 0,01	0,51	≤ 0,05	0,42

3.6.2. Efeito da posição da grade de coleta sobre as respostas ecológicas das comunidades total de ácaros oribatídeos, com a exclusão das espécies raras

Ao excluir as espécies raras de cada subdivisão nas análises com dados quantitativos, o efeito da argila (eixo 2; $p \leq 0,05$; Tabela 5, ver APÊNDICE L) foi capturado somente a grade Sudeste. Com dados qualitativos, ao menos um eixo de cada uma das seis grades capturou o efeito da proporção de argila ($\text{Argila } p_{\text{(parcial)}} \leq 0,01$ ou $\leq 0,05$; Tabela 5 e APÊNDICE M), tal como já observado para a comunidade das grades sem a exclusão das espécies raras.

3.7. Custos financeiros para obtenção dos resultados

A equipe de coleta foi composta por dois ajudantes de campo (R\$ 40,00/dia cada pessoa) e três alunos, sendo um bolsista de iniciação científica, um técnico de nível médio e um técnico de nível superior, cujos gastos já estão inclusos nas respectivas bolsas de estudos detalhadas na tabela como despesa de laboratório (Tabela 6). A alimentação no campo foi baseada no gasto total para 5 pessoas em 8 excursões de 5 dias cada uma (em torno de R\$ 7,00/dia para cada pessoa). A equipe para o processamento das amostras que executou os procedimentos de extração dos invertebrados e triagem foi composta por um bolsista de iniciação científica (R\$ 400,00/mês, 4 horas/dia, 12 meses), um técnico de nível médio (R\$ 400,00/mês, 4 horas/dia, 24 meses) e um técnico de nível superior (R\$ 1.200,00/mês, 12 meses). A identificação dos ácaros em espécie/morfoespécie foi realizada por um aluno de mestrado (R\$ 1.200,00/mês, 12 meses). Portanto, o custo total deste estudo foi de R\$ 49.800,00 (Tabela 6).

Tabela 6 – Custos (R\$ e U\$) destinados ao trabalho com ácaros oribatídeos relativos ao tempo de coleta, triagem e identificação de dados das 72 parcelas da Reserva Ducke.

Despesas	Tempo (meses)	R\$		U\$	
		Mensal	Total	Mensal	Total
CAMPO					
Material de consumo	1,4		2.000,00		829,88
Diárias (R\$ 40,00 X 2 mateiros X 5 dias X 8 excursões)	1,4		3.200,00		1.327,80
Alimentação para 5 pessoas	1,4		1.400,00		580,91
LABORATÓRIO					
Bolsista IC	12	400,00	4.800,00	165,98	1.991,70
Técnico Nível Superior	12	1.200,00	14.400,00	497,93	5.975,10
Técnico Nível Médio	24	400,00	9.600,00	165,98	3.983,40
Aluno de Mestrado	12	1.200,00	14.400,00	497,93	5.975,10
Total			3.200,00	49.800,00	1.327,80
					20.663,90

Como constatado anteriormente, a utilização de grades com 30 parcelas conforme a proposta do PPBio é satisfatória para ácaros oribatídeos, pois é possível obter cerca de 77% das espécies obtidas com a grade de 72 parcelas, além de conseguir capturar os principais padrões ecológicos da comunidade. Se reduzirmos o tempo de coleta e processamento das amostras proporcionalmente para 30 parcelas, seria possível reduzir para R\$ 20.741,90 (redução de 58,35%) os custos finais para a execução do estudo (Tabela 7).

Existe ainda a possibilidade de exclusão das espécies raras na identificação, visto que a comunidade teve respostas similares tanto para os dados da comunidade total quanto para os dados com exclusão de espécies raras. Proporcionalmente reduziria para 3,23 meses o tempo destinado a identificação de 30 parcelas, visto que 35,4% é a contribuição de espécies raras deste trabalho (redução em relação ao tempo de identificação completa de 30 parcelas e 73,08% no tempo de identificação completa das 72 parcelas). Isto acarretaria em uma redução dos custos totais do projeto de R\$ 49.800,00 para R\$ 18.617,90 (redução de 62,61%).

Tabela 7 – Custos (R\$ e U\$) estimados para o trabalho com ácaros oribatídeos relativos ao tempo de coleta, triagem e identificação completa de dados de 30 parcelas da Reserva Ducke.

Despesas	Tempo (meses)	R\$		U\$	
		Mensal	Total	Mensal	Total
CAMPO					
Material de consumo	0,58		828,57		343,80
Diárias (R\$ 40,00 X 2 mateiros X 5 dias X 8 excursões)	0,58		1.333,33		553,25
Alimentação para 5 pessoas	0,58		580,00		240,66
LABORATÓRIO					
Bolsista IC	5	400,00	2.000,00	165,98	829,88
Técnico Nível Superior	5	1.200,00	6.000,00	497,93	2.489,63
Técnico Nível Médio	10	400,00	4.000,00	165,98	1.659,75
Aluno de Mestrado	5	1.200,00	6.000,00	497,93	2.489,63
Total		3.200,00	20.741,90	1327,80	8.606,60

3.8. Efeito da argila sobre a comunidade de ácaros oribatídeos

Baseados nos resultados obtidos nas regressões para o efeito da argila, foi efetuada uma análise direta de gradiente com a construção do gráfico para ilustrar o efeito da variável sobre as espécies de ácaros oribatídeos. Foram utilizados dados de presença e ausência das espécies nas parcelas (frequência relativa). A lista de táxons (espécies e morfoespécies) de oribatídeos registrados na Reserva Ducke neste trabalho pode ser encontrada no APÊNDICE A. As espécies raras ou aquelas com frequência de até duas parcelas não foram utilizadas na construção do gráfico. A composição de 98 espécies de ácaros capturadas nas 72 parcelas da reserva muda de acordo com a porcentagem de argila no solo.

O padrão de distribuição das espécies ao longo do gradiente de proporção de argila no solo não foi muito claro, mas mostra que a composição de espécies muda em função da porcentagem de argila. Embora a maioria das espécies esteja presente ao longo de todo o gradiente ambiental, algumas estiveram restritas ou tiveram maior ocorrência em uma parte dele (Figura 5).

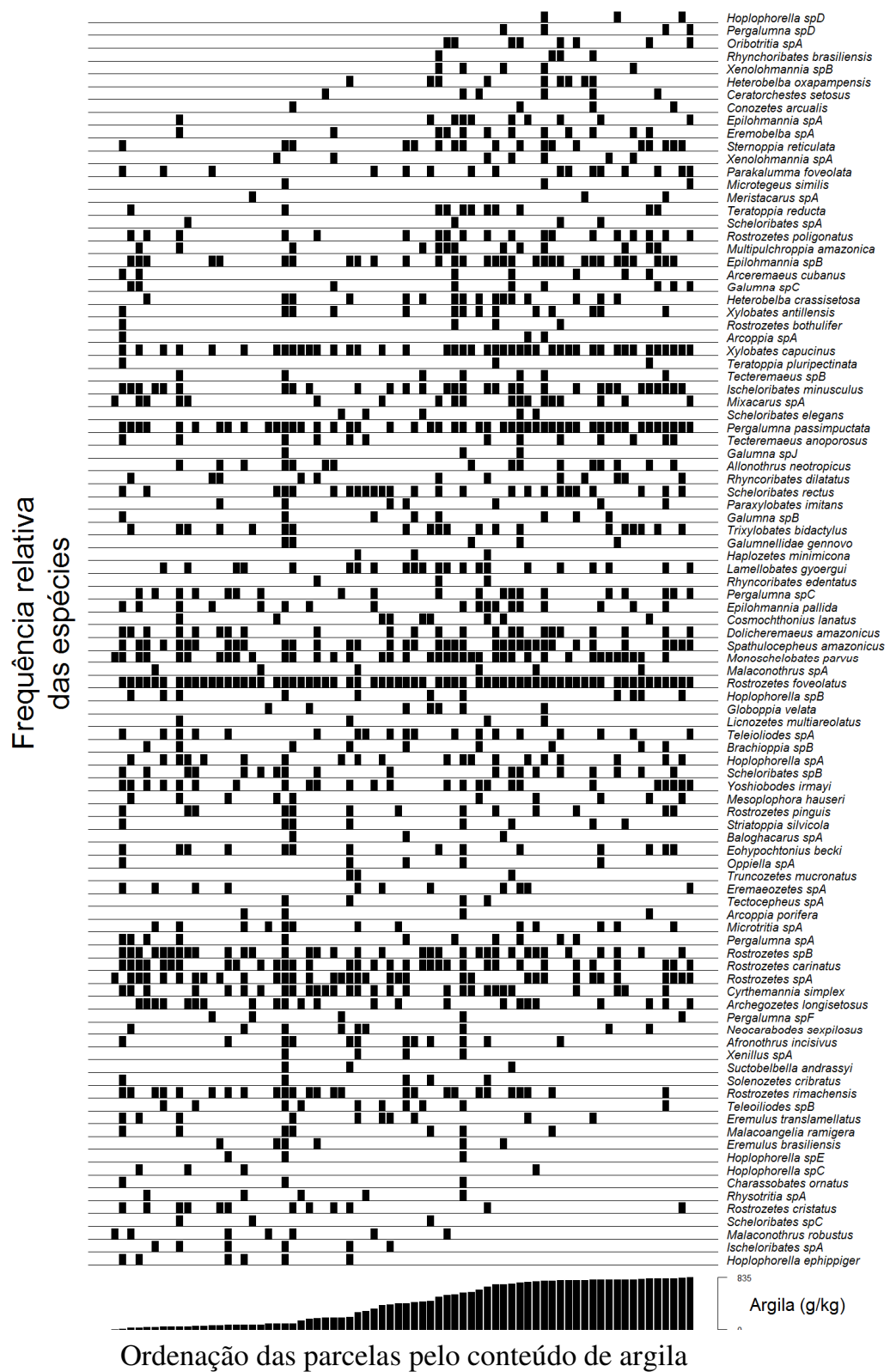


Figura 5 – Distribuição de espécies de ácaros oribatídeos ao longo do gradiente de argila nas 72 parcelas da Reserva Ducke.

Na parte superior direita da figura, estão as espécies que tiveram maior ocorrência nos solos mais argilosos, como *Hoplophorella* sp. D, *Pergalumna* sp. D, *Oribotritia* sp. A, *Rhynchoribates brasiliensis*, *Xenolohmannia* sp. B, *Heterobelba oxapampensis*, *Ceratorchestes setosus*, *Conozetes arcualis*, *Epilohmannia* sp. A e *Eremobelba* sp. A. Na parte inferior esquerda da figura, estão as espécies que tiveram maior ocorrência nos solos com menor porcentagem de argila (arenosos) como *Hoplophorella ephippiger*, *Ischeloribates* sp. A, *Malaconotrhus robustus* e *Scheloribates* sp. C. O padrão de distribuição de espécies mais frequentes como *Monoschelobates parvus*, *Rostrozetes foveolatus* e *Spathulocephus amazonicus* foi uniforme ao longo de toda a variação do solo. De modo geral, espécies do gênero *Rostrozetes* ocorreram sobre praticamente todo o gradiente edáfico.

4. Discussão

Mesmo o grande esforço de coleta e a larga escala espacial utilizados no estudo não foram suficientes para amostrar toda a comunidade de ácaros oribatídeos no gradiente da Reserva Ducke, uma vez que a cada parcela adicionada, mais espécies eram capturadas. De fato, na região amazônica, a comunidade de ácaros oribatídeos é caracterizada por reduzido número de espécies abundantes e um número acentuado de espécies raras (Franklin *et al.* 2004; Santos *et al.* 2008). Sendo a raridade da espécie altamente dependente do esforço amostral (Ekschmitt *et al.* 2003) e da escala utilizada, é sugestivo dizer que o esforço empregado não tenha sido suficiente para capturar todas as espécies existentes na frequência na qual elas realmente ocorrem. Porém, o acúmulo de informações a partir de 22 parcelas da Reserva Ducke foi relativamente pequeno. Listas de espécies são desejáveis para qualquer estudo, mas inventários completos de ácaros oribatídeos não podem ser obtidos a custos razoáveis mesmo para áreas pequenas, sendo que este problema é agravado pelo alto número de espécies raras (singletons e doubletons) registrados (Santos *et al.* 2008). Muitas espécies raras destes ácaros provavelmente nunca irão ser registradas, mesmo que estejam num habitat favorável, simplesmente porque seus números são muito baixos para serem registrados mesmo com um esforço razoável (Ruf *et al.* 2003), como o que utilizamos. Portanto, esta característica da comunidade não pode ser o foco para futuros estudos que visem também capturar as relações destes animais com as variáveis ambientais. Se o objetivo do projeto for o inventário faunístico de uma área, com 30 parcelas da grade da reserva é possível obter aproximadamente 78% da informação total de espécies registradas na grade de 72 parcelas e representariam bem a comunidade, com pouca perda de informação.

A escala na qual se analisa um sistema determina o que podemos descobrir (Magnusson e Mourão 2005). Entre os aspectos abordados neste trabalho, foi verificado se o esforço amostral efetuado sobre uma grande escala espacial para coletar ácaros oribatídeos poderia ser reduzido. Para isto, foi considerado como parâmetro a manutenção do padrão ecológico observado na grade de 64 km² em relação à redução de parcelas amostradas e em relação à posição da grade de amostragem na reserva. Duas abordagens para a retirada das parcelas foram feitas, uma efetuando a retirada aleatória de parcelas e a outra a retirada agrupada de parcelas vizinhas. Para ambas, foram consideradas a comunidade total e a comunidade parcial de ácaros oribatídeos (excluindo as espécies raras), pois o trabalho com invertebrados requer maior esforço no laboratório (Pik *et al.* 1999). Logo, outro aspecto abordado foi verificar se a exclusão das espécies raras implicaria na redução do esforço em laboratório. Isto é ainda mais importante em trabalhos com grupos de organismos altamente diversos e abundantes e em grandes escalas espaciais. Estudos que envolvem as respostas das espécies às premissas ambientais são importantes, pois construções de inventários adequados e estimativas de riqueza dependem do entendimento da dinâmica das comunidades no ambiente (Godfray *et al.* 1999). Portanto, a eficácia do protocolo foi testada quanto à resposta do esforço máximo e do esforço reduzido às variáveis ambientais de porcentagem de argila e número de palmeiras acaules.

Outros estudos na Amazônia que propuseram redução de esforço amostral baseados em manutenção de respostas ecológicas não são totalmente comparáveis, pois estes utilizaram reduções no número de sub-amostras (Souza *et al.* 2009a, b) ou no tamanho de sub-amostras (Zuquim *et al.* 2007) ou ainda, no volume de material triado (Santos *et al.* 2008) dentro de um número invariável de unidades amostrais (parcelas). Dessa forma, o gradiente ambiental responsável pela resposta ecológica da comunidade é mantido em todos os casos. Nosso estudo é inédito no sentido de propormos redução de esforço amostral baseada em redução do número de unidades amostrais (parcelas) e um número e volume invariável de sub-amostras (5 sub-amostras compostas dentro de cada parcela).

Utilizamos dois métodos para diminuir o número de parcelas em relação ao esforço máximo, a retirada aleatória e a agrupada. A hipótese inicial era a de que a retirada aleatória de parcelas resultaria em uma descontinuidade dentro do gradiente da reserva, não representando tanto o aspecto ecológico quanto prático da pesquisa. A utilização de amostras aleatórias e um alto número de combinações de unidades amostrais para a decisão de redução

de esforço baseada em respostas ecológicas, como testado neste estudo, devem ser usados com cautela. Amostras provenientes de mesmo hábitat, como podem ser similares quanto à sua composição, tendem a reduzir significativamente a diferença média. Futuras categorizações de habitat e re-estimativas das regressões podem ser feitas para verificar o real efeito do habitat sobre ácaros oribatídeos, como sugerido por Balogh *et al.* (2008). Por outro lado, a retirada de parcelas agrupadas permite manter o gradiente ecológico, resultando num menor efeito de mudanças abruptas dos fatores sobre a comunidade estudada e ainda facilitaria o deslocamento da equipe no campo, melhorando o aspecto prático e logístico. Comparando resultados dos dois métodos, na retirada de parcelas aleatórias o efeito da argila é menos recorrente. Porém, o intervalo de variação das probabilidades no modelo de regressão, conforme seus respectivos desvios-padrão obtidos, é alto o suficiente para que ocorram resultados significativos em várias combinações, provavelmente naquelas em que o gradiente investigado é mantido.

Resultados similares foram obtidos tanto para a comunidade total de ácaros oribatídeos quanto para a comunidade onde as espécies raras foram excluídas. O efeito da porcentagem de argila sobre a composição de espécies foi detectada tanto para o esforço máximo (comunidade das 72 parcelas) quanto para o esforço reduzido de parcelas, sejam estas retiradas de parcelas de modo aleatório ou agrupado, sendo mais constantes nos resultados obtidos no modo de retiradas agrupadas. Os padrões ecológicos mais consistentes foram observados para dados de presença e ausência das espécies e os padrões encontrados no esforço máximo se mantiveram com o esforço reduzido de parcelas. Isto é um forte indício de que a redução do esforço pode ser empregada em levantamentos da biodiversidade de ambientes com grandes escalas territoriais como a Amazônia. Neste aspecto, nossos resultados concordam com os preceitos do PPBio, entre os quais estão a determinação dos fatores ambientais que condicionam a distribuição dos organismos aliados a estudos de baixos custos. Com a exclusão das espécies raras de ácaros oribatídeos os dados ainda representaram bem a estrutura da comunidade de ácaros oribatídeos para capturar os efeitos da porcentagem de argila. As respostas foram equivalentes aos resultados obtidos com os dados totais, resultando na redução do esforço de triagem e identificação no laboratório. Porém, as coletas representam apenas um período amostral em cada parcela e as detecções de relações mais fracas, podem ser capturadas com repetições temporais nas parcelas da Reserva Ducke.

Levando em consideração que grande parte dos gêneros de ácaros oribatídeos ou são monotípicos, ou possuem baixo número de espécies, a classificação dos animais somente até o nível taxonômico de gênero seria outra opção para a redução do esforço em laboratório, e esta opção poderá ser analisada futuramente utilizando o mesmo banco de dados que elaboramos. De fato, Balogh *et al.* (2008) escolheram gêneros e não espécies de ácaros oribatídeos para obter resultados em relação à utilização destes ácaros como bioindicadores e recomendam que, nas circunstâncias correntes, gênero seria a unidade taxonômica para estudos ecológicos e de bioindicação. Caruso e Migliorini (2006) registraram pouca perda de informação na detecção de efeitos da perturbação humana quando utilizaram a agregação taxonômica de gênero ou mesmo de famílias de ácaros oribatídeos.

Os fatores topográficos influenciam as propriedades do solo na Reserva Ducke (Chauvel *et al.* 1987). Ao atentar para o baixo valor do índice de similaridade de Mantel, as abundâncias de ácaros oribatídeos diferiram entre as grades alternativas de 30 parcelas situadas em seis diferentes regiões dentro da reserva, e isto indica diferenças nas respostas dos táxons ao perfil topográfico, mas também pode significar uma resposta às condições de altitude. Por outro lado, houve grande similaridade quanto à composição de espécies entre as grades, indicando que estas não constituem barreiras para a distribuição das espécies estudadas. Levando também em consideração o alto número de espécies que foram encontradas em cada grade (> 100), mesmo em escalas menores, a grande riqueza de espécies de ácaros oribatídeos permanece, provavelmente devido aos hábitos generalistas e ocupação de diversos nichos nos quais várias espécies podem coexistir (Maraun *et al.* 2007). Deste modo, a localização da grade do PPBio representa bem a comunidade destes animais dentro da reserva, como também já observado para a comunidades de sapos (Menin *et al.* 2008).

Locais situados nas áreas mais baixas e mais arenosas (“baixios”), normalmente sujeitos a períodos de encharcamento na época chuvosa e de ressecamento na época menos chuvosa, possivelmente representem uma condição de estresse para a manutenção da abundância de muitas espécies, mas não para a manutenção da diversidade de espécies. Como já constatado para diversas comunidades biológicas, a diversidade (diversidade β) entre zonas ripárias e platôs é consistentemente alta e significativa (Sabo *et al.* 2005). Esses mesmos autores indicam também que há uma tendência para a heterogeneidade da comunidade (diversidade α) ser maior em zonas ripárias onde as espécies estão sujeitas a maior variação das características do ambiente. Sendo assim, a composição da comunidade de ácaros

oribatídeos tende a ser mais semelhante quando os habitats são semelhantes, independentemente da distância geográfica dos locais (Balogh *et al.* 2008). Conclusões similares são fornecidas por Ruf *et al.* (2003) no estudo das características da comunidade de invertebrados do solo que pertenciam a sítios específicos (florestas ácidas e áreas de agricultura) ou seja, grupos de sítios com características similares tinham faunas do solo similares. Contudo, estes autores compararam sítios bem distintos uns dos outros e o resultado esperado na comparação seria o que foi reportado.

Baseados nos resultados satisfatórios quanto às similaridades na composição de espécies, independente da proporção de espécies generalistas e especialistas no uso do habitat que habitem a reserva, as grades de 30 parcelas contemplaram a variação de habitat necessária para obter um padrão semelhante de composição da comunidade. As comunidades das grades alternativas foram criadas virtualmente e, sendo assim, não são unidades fechadas ao fluxo de entrada e saída de migrantes. Portanto, é muito considerável a possibilidade de encontrar pelo menos as espécies principais nas diferentes grades, uma vez que a maior parte das espécies ocorreu sobre praticamente todo o gradiente topográfico. No teste da eficácia do protocolo, o padrão observado foi mais uma vez a relação da porcentagem de argila na estruturação da comunidade dos ácaros, significativa nos resultados parciais em todas as grades alternativas com dados qualitativos.

Os resultados indicam que fatores edáficos são bons preditores para a distribuição da comunidade de ácaros oribatídeos. O conteúdo de argila é uma variável composta associada a características do solo, como disponibilidade de nutrientes, pH e capacidade de drenagem (Luizão *et al.* 2004). A textura do solo também influencia positivamente a biomassa arbórea na reserva, onde uma maior biomassa é encontrada em solos com maiores concentrações de argila (Castilho, 2004). Estudos prévios já demonstraram a influência do tipo de solo para estes ácaros na Amazônia. Ribeiro e Schubart (1989) detectaram que a composição de espécies de oribatídeos é diferente sob diferentes tipos de solo. Os resultados obtidos por Guimarães (2003) em análise da abundância de indivíduos da subordem Oribatida mostraram correlação destes ácaros com a porcentagem de argila na Reserva Ducke. Correlação positiva na reserva também já foi encontrada com *Epilohmannia* sp., *Pergalumna passimpunctata* e *Ischeloribates minusculus* (Franklin *et al.* 2008). Portanto, resultados significativos com essa variável eram previstos e isso facilita avaliar até que ponto a redução do esforço é válida, pois temos o controle do resultado.

A coleta efetuada em todas as 72 parcelas foi muito cara (~ R\$ 50.000,00 ou U\$ 20.600,00). A redução do esforço resultou na redução do tempo e dos custos envolvidos na coleta e na identificação de ácaros oribatídeos. Esta redução irá proporcionar a coleta em outras áreas e de réplicas temporais, além de reduzir o tempo em que as equipes de invertebrados darão respostas concomitantes aos resultados de outras equipes que trabalham com plantas e vertebrados. A lista de espécies do presente estudo permitirá futuras investigações das populações e a identificação de eventuais mudanças na comunidade de ácaros oribatídeos dentro da reserva, com implicações para estratégias de conservação. No entanto, é necessário que as morfoespécies que foram depositadas na coleção do INPA sejam estudadas para a descrição de novas espécies por especialistas para que os estudos efetuados entre diferentes regiões sejam comparáveis.

Conclusões

– Grande parte da diversidade de ácaros oribatídeos obtida neste estudo é composta por espécies não descritas, evidenciando um conhecimento taxonômico ainda insuficiente na região, que pode acarretar em dificuldades de conservação da área e comparações.

– Para levantamentos rápidos de padrões ecológicos locais, é mais eficiente utilizar dados qualitativos da comunidade e excluir as espécies raras, resultando na economia de tempo na identificação de material e maior rapidez na publicação dos resultados.

– Em relação aos recursos logísticos e financeiros, a amostragem padronizada compreendendo 30 parcelas é suficiente para capturar os principais padrões ecológicos que estruturam a comunidade de ácaros oribatídeos e ainda conserva informação satisfatória sobre a composição de espécies de uma grade de 72 parcelas.

– Para ácaros oribatídeos edáficos, a localização da grade amostral não é pré-requisito para formulação de protocolo de coleta, visto que as seis grades alternativas testadas foram similares quanto à composição de espécie.

Referências bibliográficas

- Aguiar, O.N; Gualberto, T.L.; Franklin, E. 2006. A medium-spatial scale distribution pattern of Pseudoscorpionida (Arachnida) in a gradient of topography (altitude and inclination), soil factors, and litter in a central Amazonia forest reserve, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 66(3): 791–802.
- Andersen, A.N.; Hoffman, B.D.; Müller, W.J.; Griffiths, A.D. 2002. Using ants as bioindicators in land management: simplifying assessment of ant community responses. *Journal of Applied Ecology*, 39:8–17.
- André, H. M.; Ducarme, X.; Lebrun, P. 2002. Soil biodiversity: myth, reality or conning? *Oikos*, 96: 3–24.
- Balogh, J. 1972. *The oribatid genera of the world*. Akadémiai Kiadó, Budapest, Hungary. 188 pp.
- Balogh, J.; Balogh, P. 1988. *Oribatid mites of the Neotropical Region I (The soil mites of the world, 2)*. Elsevier, Amsterdam; Akadémiai Kiadó, Budapest. 335 pp.
- Balogh, J.; Balogh, P. 1990. *Oribatid mites of the Neotropical Region II (The soil mites of the world, 3)*. Elsevier, Amsterdam; Akadémiai Kiadó, Budapest. 333pp.
- Balogh, J.; Balogh, P. 1992a. *The oribatid mites genera of the world*. 1v. Hungarian Natural History Museum, Budapest. 263 pp.
- Balogh, J.; Balogh, P. 1992b. *The oribatid mites genera of the world*. 2v. Hungarian Natural History Museum, Budapest. 375 pp.
- Balogh, J.; Mahunka, S. 1969a. The scientific results of the Hungarian soil zoological expeditions to South America. 10. Acari: oribatids, collected by the second expedition. I. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 15(1-2): 1–21.
- Balogh, J.; Mahunka, S. 1969b. The scientific results of the Hungarian soil zoological expeditions to South America. 12. Acari: oribatids from the materials of the second expedition. III. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 15(3–4): 255–275.

- Balogh P.; Gergócs V.; Farkas E.; Farkas P.; Kocsis M.; Hufnagel L. 2008. Oribated assembles of tropical high mountains on some points of the “Gondwana-bridge”- a case study. *Applied Ecology and Environmental Research*, 6(3): 127–158.
- Beck, L. 1967. Die Bodenfauna des Neotropischen Regenwaldes. *Atlas do Simpósio sobre a Biota Amazônica*, 5: 97–101.
- Beck, L. 1971. Bodenzoologische Gliederung und Charakterisierung des amazonischen Regenwaldes. *Amazoniana*, 3(1): 69–132.
- Behan-Pelletier, V.M. 1999. Oribatid mite biodiversity in agroecosystems: role for bioindication. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74: 411–423.
- Behan-Pelletier, V.M.; Paoletti, M.G.; Bisset, B.; Stinner, B.R. 1993. Oribatid mites of forest habitats in northern Venezuela. *Tropical Zoology*, 1: 39–54.
- Caruso, T.; Migliorini, M. 2006. Micro-arthropod communities under human disturbance: is taxonomic aggregation a valuable tool for detecting multivariate change? Evidence from Mediterranean soil oribatid communities. *Acta Oecologica*, 30: 46–53.
- Castilho, C.V. 2004. *Variação espacial e temporal da biomassa arbórea viva em 64 km² de floresta de terra-firme na Amazônia central*. Tese de Doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 72pp.
- Chauvel, A.; Lucas, Y.; Boulet, R. 1987. On genesis of the mantle of the region of Manaus, Central Amazonia, Brazil. *Experientia*, 43: 234–241.
- Costa, F.; Castilho, C.; Drucker, D. P.; Kinupp, V.; Nogueira, A.; Spironello, W. 2008a. Flora, p. 21-30. In: Oliveira, M. L.; Baccaro F. B.; Braga-Neto, R.; Magnusson, W. E (Eds). *Reserva Ducke: a biodiversidade através de uma grade*. Áttema Design Editorial, Manaus, Amazonas.
- Costa, F.R.C. 2006. Mesoscale gradients of herb richness and abundance in Central Amazonia. *Biotropica*, 38(6): 711–717.
- Costa, F.R.C.; Guillaumet, J.L.; Lima, A. P.; Pereira, O. S. 2008b. Gradients within gradients: The mesoscale distribution patterns of palms in a central Amazonian forest. *Journal of Vegetation Science*, 20: 1–10.

- Ekschmitt, K., Stierhof, T., Dauber, J., Kreimes, K., Wolters, V. 2003. On the quality of soil biodiversity indicators: abiotic and biotic parameters as predictors of soil faunal richness at different spatial scales. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 98(3): 273–283.
- Fagundes, E.P. 2003. *Efeitos de fatores do solo, altitude e inclinação do terreno sobre os invertebrados da serapilheira, com ênfase em Formicidae (Insecta, Hymenoptera) da Reserva Ducke, Manaus, Amazonas, Brasil*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/ Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 70pp.
- Franklin, E. 1994. *Ecologia de ácaros oribatídeos (Acari: Oribatida) em florestas inundáveis da Amazônia Central*. Tese de Doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 274 pp.
- Franklin, E.; Aguiar, N.O.; Soares, E.D.L. 2008. Invertebrados do solo, p. 109-122. In: Oliveira, M.L.; Baccaro F.B.; Braga-Neto, R.; Magnusson, W.E (Eds). *Reserva Ducke: a biodiversidade através de uma grade*. Áttema Design Editorial, Manaus, Amazonas.
- Franklin, E., Hayek, T., Fagundes, E.P.; Silva, L.L. 2004. Oribatid Mite (Acari: Oribatida) contribution to decomposition dynamic of leaf litter in primary forest, second growth, and polyculture in the Central Amazon. *Brazilian Journal of Biology*, 64(1): 59–72.
- Franklin, E.; Magnusson, W.E.; Luizão, F.J. 2005. Relative effects of biotic and abiotic factors on the composition of soil invertebrate communities in an Amazonian savanna. *Applied Soil Ecology*, 29: 259–273.
- Franklin, E.; Morais, J.W. 2006. Soil mesofauna in Central Amazon, p. 142-162. In: Moreira, F. M.S.; Siqueira, J.O.; Brussaard, L. (Eds.). *Soil Biodiversity in Amazonian and other Brazilian Ecosystems*. Oxfordshire CABI Publishing, Wageningen, Netherlands.
- Franklin, E.N.; Adis, J.; Woas, S. 1997a. The Oribatid Mites, p. 331-349. In: Junk, W. J. (Ed). *Central Amazonian river floodplains: ecology of a pulsing systems*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Franklin, E.N.; Schubart, H.O.R.; Adis, J.U. 1997b. Ácaros do solo (Acari: Oribatida) edáficos de duas florestas inundáveis da Amazônia Central: distribuição vertical, abundância e recolonização do solo após inundaç o. *Revista Brasileira de Biologia*, 57(3): 501–520.

- Franklin, E.N.; Morais, J.W.; Santos, E.M.R. 2001. Density e biomass of Acari and Collembola in primary forest, secondary forest and polycultures in central Amazônia. *Andrias*, 15: 141–153.
- Franklin, E.; Santos, E.M.R.; Albuquerque, M.I.C. 2006. Diversity and distribution of oribatid mites (Acari: Oribatida) in lowland rain forest in Peru and in several environments of the Brazilians States of Amazonas, Rondônia, Roraima and Pará. *Brazilian Journal of Biology*, 66(4): 999–1020.
- Gerecke, R.; Schatz, H.; Wohltmann, A. 2009. The mites (Chelicerata: Acari) of the crenodat project: faunistic records and ecological data from springs in the autonomous province of Trento (Italian alps). *International Journal of Acarology*, 35(4): 303–333.
- Godfray, H.C.J.; Lewis, O.T.; Memmot, J. 1999. Studyng diversity insects in the tropics. *The Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 354: 1811– 1824.
- 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.
- Guimarães, R. L. 2003. *Topografia, serapilheira e nutrientes do solo: Análise dos seus efeitos sobre a mesofauna do solo na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, AM, Brasil*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/ Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 75 pp.
- Hayek, T.F. 2000. *Ácaros do solo (Acari: Oribatida): diversidade, abundância e biomassa na decomposição de serapilheira em parcelas de florestas primárias, capoeira e policultivo da Amazônia Central*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/ Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 92 pp.
- Heetoff, M.; Koerner, L. 2007. Small but powerful: the oribatid mite *Archezogetes longisetosus* Aoki (Acari, Oribatida) produces disproportionately high forces. *The Journal of Experimental Biology*, 210: 3036–3042.
- Heethoff, M.; Laumann M., Bergmann, P. 2007. Adding to the reproductive biology of the parthenogenetic oribatid mite *Archezogetes longisetosus* (Acari, Oribatida, Trhypochthoniidae). *Turkish Journal of Zoology*, 31: 151–159.
- Hilty, J.; Merenlender, A. 2000. Faunal indicator taxa selection for monitoring ecosystem health. *Biological Conservation*, 92:185–197.

- 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: 229–235.
- Illig, J.; Langel, R.; Norton, R.A.; Scheu, S.; Maraun, M. 2005. Where are decomposers? Uncovering the soil food web of tropical montane rain forest in southern Ecuador using stable isotopes (^{15}N). *Journal of Tropical Ecology*, 21: 589–593.
- Karasawa S.; Hijii N. 2008. Vertical stratification of oribatid (Acari: Oribatida) communities in relation to their morphological and life-history traits and tree structures in a subtropical forest in Japan. *Ecological Research*, 23: 57–69.
- Lawton, J. H.; Bignell, D. E.; Bolton, B.; Bloemers, G. F.; Eggleton, P.; Hammond, P. M.; Hodda, M.; Holt, R. D.; Larsenk, T. B.; Mawdsley, N. A.; Stork, N. E.; Srivastava, D. S.; Watt, A. D. 1998. Biodiversity inventories, indicator taxa and effects of habitatmodification in tropical forest. *Nature*, 391: 72–76.
- Legendre, P.; Legendre, L. 1998. *Numerical Ecology*. Elsevier, Amsterdam, Netherlands. 853 pp.
- Lindquist, E.E.; Krantz, G.W.; Walter, D.E. 2009. Classification, p. 97-103. In: Krantz, G.W.; Walter, D.E (Eds). *A manual of acarology*. Texas Tech University Press, Lubbock, Texas.
- Luizão, R.C.C.; Luizão, F.J.; Paiva, R.Q.; Monteiro, T.F.; Sousa, L.S.; Kruij, B. 2004. Variation of carbon and nitrogen cycling processes along a topographic gradient in a central Amazonian forest. *Global Change Biology*, 10: 592–600.
- Mace, G.M. 2004. The role of taxonomy in species conservation. *The Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 359: 711–719.
- Magnusson, W.E.; Lima, A.P.; Luizão, R.; Luizão, F.; Costa, F.R.C., Castilho, C.V.; Kinupp, V.F. 2005. RAPELD: a modification of the gentry method for biodiversity surveys in long-term ecological research sites. *Biota Neotropica*, 5(2): 1–6.
- Magnusson, W.; Mourão, G. 2005. *Estatística sem matemática: a ligação entre as questões e a análise*. Editora Planta, Londrina, PR, Brasil. 137 pp.
- Maraun, M.; Schatz, H.; Scheu, S. 2007. Awesome or ordinary? Global diversity patterns of oribatid mites. *Ecography*, 30: 209–216.

- Maraun, M.; Visser, S.; Scheu, S. 1998. Oribatid mites enhance the recovery of the microbial community after a strong disturbance. *Applied Soil Ecology*, 9: 175–181.
- Margules, C.R.; Pressey, R.L.; Williams, P.H. 2002. Representing biodiversity: data and procedures for identifying priority areas for conservation. *Journal of Biosciences*, 27(4): 309–326.
- Mendonça, F.; Pazin, V.; Santo, H.E.; Zuanon, J.; Magnusson, W.E. 2008. Peixes, p.63-76. In: Oliveira, M. L.; Baccaro F. B.; Braga-Neto, R.; Magnusson, W. E (Eds). *Reserva Ducke: a biodiversidade através de uma grade*. Áttema Design Editorial, Manaus.
- Menin, M.; Lima, A. P.; Rodrigues, D.; Waldez, F. 2008. Sapos, p. 87-98. In: Oliveira, M. L.; Baccaro F. B.; Braga-Neto, R.; Magnusson, W. E (Eds). *Reserva Ducke: a biodiversidade através de uma grade*. Áttema Design Editorial, Manaus.
- Norton, R.A. 1990. Acarina: Oribatida, p. 779-803. In: Dindal, D. L. *Soil Biology Guide*. Wiley Interscience, New York, USA.
- Norton, R.A. 1994. Evolutionary aspects of oribatid mites life histories and consequences for the origin of the Astigmata, p. 99-135. In: Houch, M. (Ed). *Mites: ecological and evolutionary analyses of life history patterns*. Chapman & Hall, New York, USA.
- Norton, R.A.; Behan-Pelletier, V.M. 2009. Suborder Oribatida, p. 430-564. In: Krantz, G.W.; Walter, D.E (Eds). *A manual of acarology*. Texas Tech University Press, Lubbock, Texas.
- Norton, R.A.; Kethley, J. 1989. Berlese's North American oribatid mites: historical notes, recombinations, synonymies and type designations. *Redia*, 62 (2): 421–499.
- Oliveira, A. R. 2004. *Diversidade de ácaros oribatídeos (Acari: Oribatida) edáficos e plantícolas do Estado de São Paulo*. Tese de Doutorado, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo. 186 pp.
- Oliveira, A.R.; Norton, R.A.; Moraes, G.J. 2005. Edaphic and plant inhabiting oribatid mites (Acari: Oribatida) from Cerrado and Mata Atlântica ecosystems in the State of São Paulo, southeast Brazil. *Zootaxa*, 1049: 49–68.
- Oliveira, M.L.; Baccaro F.B.; Braga-Neto, R.; Magnusson, W.E (Eds). 2008. *Reserva Ducke: a biodiversidade através de uma grade*. Áttema Design Editorial, Manaus, Amazonas. 166 pp.

- Osler, G.H.R.; Murphy D.V. 2005. Oribatid mite species richness and soil organic matter fractions in agricultural and native vegetation soils in Western Australia. *Applied Soil Ecology*, 29: 93–98.
- Papavero, N. 2004. *Fundamentos práticos de taxonomia zoológica*. Editora da Universidade Estadual Paulista & FAPESP, São Paulo. 285pp.
- Pik, A.J.; Oliver, I.; Baettie, A.J. 1999. Taxonomic sufficiency in ecological studies of terrestrial invertebrates. *Australian Journal of Ecology*, 24: 555–562.
- Pinto, M. G. M.; Magnusson, W. E.; Lima, A. P. 2008. Lagartos, p. 99-108. In: Oliveira, M. L.; Baccaro F. B.; Braga-Neto, R.; Magnusson, W. E (Eds). *Reserva Ducke: a biodiversidade através de uma grade*. Áttema Design Editorial, Manaus.
- Pires, J.M.; Prance, G.T. 1985. The vegetation types of the Brazilian Amazon, p. 109-145. In: Prance, G.T.; Lovejoy, T.E. (Eds). *Amazonia*. Pergamon, Oxford, UK.
- R Development Core Team, 2009. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria (<http://www.R-project.org>). Acesso: 5/11/2009.
- Ribeiro, E.F. 1986. *Oribatídeos (Acari: Oribatida) colonizadores de folhas em decomposição sobre o solo de três sítios florestais da Amazônia Central*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/ Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 178 pp.
- Ribeiro, E.F.; Schubart, H.O.R. 1989. Oribatídeos (Acari: Oribatida) colonizadores de folhas em decomposição de três sítios florestais da Amazônia Central. *Boletim do Museu Emílio Goeldi, série Zoológica*, 5(2): 253–276.
- Ribeiro, J.E.L.S.; Hopkins, M.J.G.; Vicentini, A., Sothers, C.A.; Costa, M.A.S.; Brito, J.M.; Souza, M.A.D.; 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*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas. 816 pp.
- Ribeiro, M.N.G.; Adis, J. 1984. Local rainfall variability - a potential bias for bioecological studies in the Central Amazon. *Acta Amazonica*, 14(1/2): 159–174.

- Ruf, A.; Beck, L.; Dreher, P.; Hund-Rinke, K.; Römbke, J.; Spelda, J. 2003. A biological classification concept for the assessment of soil quality: “biological soil classification scheme” (BBSK). *Agriculture, Ecosystems and Environment* 98: 263–271.
- Sabo, J.L.; Sponseller, R.; Dixon, M.; Gade, K.; Harms, T.; Heffernan, J.; Jani, A.; Katz, G.; Soykan, C.; Watts, J.; Welter, J. 2005. Riparian zones increase regional species richness by harboring different, not more, species. *Ecology*, 86(1): 56–62.
- Sakata, T.; Norton, R.A. 2001. Opisthonotal gland chemistry of early-derivative oribatid mites (Acari) and its relevance to systematic relationships of Astigmata. *International Journal of Acarology*, 27: 281–291.
- Sakata, T.; Norton, R.A. 2003. Opisthonotal gland chemistry of middle-derivate oribatid mite, *Archezogetes longisetosus* (Acari: Trhypochthoniidae). *International Journal of Acarology*, 29(4): 345–350.
- Santos, E.M.R. 2005. *Diversidade, distribuição de ácaros oribatídeos em área de savana amazônica e análise do esforço amostral no campo e em laboratório nos padrões vistos na comunidade de Alter do Chão, no Pará*. Tese de Doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Brasil. 123pp.
- Santos, E.M.R.; Franklin, E.; Magnusson, W.E. 2008. Cost-efficiency of subsampling protocols to evaluate oribatid-mite communities in an Amazonian Savanna. *Biotropica*, 40(6): 728–735.
- Schatz, H. 2004. Diversity and global distribution of oribatid mites (Acari, Oribatida) – evaluation of the present state of knowledge. *Phytophaga*, 14: 485–500.
- Schatz, H. 2005. Diversity and global distribution of oribatid mites evaluation of the present state of knowledge. In: Weigmann, G., Alberti, G., Wohltmann, A. & Ragusa, S. (Eds). *Acarine Biodiversity in the Natural and Human Sphere*. Proceedings of the V Symposium of the European Association of Acarologists (Berlin 2004). *Phytophaga* (Palermo), 14 (2004), 485–500.
- Schneider, K.; Migge, S.; Norton, R.A.; Scheu, S.; Langel, R.; Reineking, A.; Maraun, M. 2004. Trophic niche differentiation in soil microarthropods (Oribatida, Acari): evidence from stable isotope ratios ($^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$). *Soil Biology & Biochemistry*, 36: 1769–1774.

- Smrž, J.; Norton, R.A. 2004. Food selection and internal processing in *Archezogetes longisetosus* (Acari: Oribatida). *Pedobiologia*, 48: 111–120.
- Souza, J.L.P.; Moura, C.A.R.; Harada, A.Y.; Franklin, E. 2007. Diversidade de espécies dos gêneros de *Crematogaster*, *Gnamptogenys* e *Pachycondyla* (Hymenoptera: Formicidae) e complementaridade dos métodos de coleta durante a estação seca numa estação ecológica no estado do Pará, Brasil. *Acta Amazonica*, 37(4), 649–656.
- Souza, J.L.P.; Moura, C.A.R.; Franklin, E. 2009a. Cost-efficiency and information reduction in inventories of ants in an Amazonian forest reserve. *Pesquisa Agropecuária Brasileira (Online)*, 44: 940–948.
- Souza, J.L.P.; Moura, C.A.R.; Franklin, E. 2009b. Complementaridade de métodos e redução de esforço amostral em inventários de *Crematogaster*, *Gnamptogenys* e *Pachycondyla* (Hymenoptera: Formicidae) na Floresta Nacional de Caxiuanã, p. 523-534. In: Lisboa, P.L.B. (Org.). *Caxiuanã: desafios para a conservação de uma Floresta na Amazônia*. Museu Paraense Emilio Goeldi, Belém.
- Subías, L.S. 2004. Listado sistemático, sinonímico y biogeográfico de los ácaros oribátidos (Acariformes: Oribatida) del mundo (excepto fósiles). *Graellsia*, 60: 3–305.
- SYSTAT 12. 2008. Systat Software, a subsidiary of Cranes Software International Ltd.
- Travé, J. 1965. Quelques techniques de récolte, de triage, d'observation et de conservation des Oribates (Acariens) et autres microarthropodes. *Revue d'Ecologie et de Biologie du Sol*, 2(1): 23–47.
- Van Straalen, N.M.; Verhoef, H.A. 1997. The development of a bioindicator system for soil acidity based arthropod pH preferences. *Journal Applied Ecology*, 34: 217–232.
- Woas, S. 1990. Die phylogenetischen Entwicklungslinien der Höheren Oribatiden (Acari) I. Zur Monophylie der Poronota Grandjean 1953. *Andrias*, 7:91–168.
- Woas, S. 2002. Acari, p. 21–291. In: Adis J. (Ed.): *Amazonian Arachnida and Myriapoda*. Pensoft, Sofia, Moscow.

- Wunderle, I. 1985. *Ein faunistisch-ökologischer vergleich der Baum- und Bodenbewohnenden Oribatiden (Acari) im Tieflanderegenwald von Panguana, Peru*. M.Sc. Thesis. Universität Karlsruhe. 103 pp.
- Wunderle, I. 1992. Die Baum- und bodenbewohnenden Oribatiden (Acari) im Tieflanderegenwald von Panguana, Peru. *Amazoniana*, 17(1): 119–142.
- Zuquim, G.; Costa, F.R.C.; Prado, J. 2007. Redução de esforço amostral vs. retenção de informação em inventários de pteridófitas na Amazônia Central. *Biota Neotropica*, 7(3): 217–223.

APÊNDICE A. Lista de espécies e morfoespécies de ácaros oribatídeos registradas neste trabalho em solo e serapilheira da Reserva Florestal Ducke.

Supercoorte Enarthronota

Hypochthoniidae Berlese 1910

- 1 *Eohypochthonius becki* Balogh & Mahunka 1979
- 2 *Malacoangelia remigera* Berlese 1913

Mesoplophoridae Ewing 1917

- 3 *Mesoplophora hauseri* Mahunka 1982

Lohmanniidae Berlese 1916

- 4 *Meristacarus* Grandjean sp. A
- 5 *Mixacarus* Balogh sp. A
- 6 *Torpacarus omittens omittens* Grandjean 1950
- 7 *Xenolohmannia capillata* Balogh & Mahunka 1978
Xenolohmannia Balogh & Mahunka
- 8 *Xenolohmannia* sp. A
- 9 *Xenolohmannia* sp. B
- 10 *Xenolohmannia* sp. C

Cosmochthoniidae Grandjean 1947

- 11 *Cosmochthonius lanatus foveolatus* Beck 1962

Supercoorte Mixonomata

Epilohmanniidae Oudemans 1923

- 12 *Epilohmannia pallida americana* Balogh & Mahunka 1981
Epilohmannia Berlese
- 13 *Epilohmannia* sp. A
- 14 *Epilohmannia* sp. B
- 15 *Epilohmannia* sp. C

Oribotritiidae Grandjean 1936

- 16 *Oribotritia* Jacot sp. A

Euphthiracaridae Jacot 1930

- 17 *Acrotritia* Jacot sp. A
 18 *Microtritia* Märkel sp. A

Phthiracaridae Perty 1841

-
- 19 *Hoplophorella ephippiger* (Balogh & Mahunka 1978)
Hoplophorella Berlese
 20 *Hoplophorella* sp. A
 21 *Hoplophorella* sp. B
 22 *Hoplophorella* sp. C
 23 *Hoplophorella* sp. D
 24 *Hoplophorella* sp. E

Supercoorte Desmonomata

Coorte Nothrina

Nanhermanniidae Sellnick 1928

-
- 25 *Cyrthermannia simplex* Mahunka 1985

Trhypochthoniidae Willmann 1931

-
- 26 *Afronothrus incisivus* Wallwork 1961
 27 *Archeozetes longisetosus* Aoki 1965

Parallonothridae Badejo Woas & Beck 2002

-
- 28 *Allonothrus neotropicus* Balogh & Mahunka 1969

Malaconothridae Berlese 1916

-
- 29 *Malaconothrus robustus* Hammer 1958
 30 *Malaconothrus* Berlese sp. A

Coorte Brachyppyliina

Hermanniellidae Grandjean 1934

-
- 31 *Baloghacarus* Mahunka sp. A

Plasmobatida Grandjean 1961

-
- 32 *Solenozetes cribratus* (Grandjean 1929)
 33 *Solenozetes flagellates* Balogh & Mahunka 1969

34 *Solenozetes* Grandjean sp. A

Lioididae Grandjean 1954

Teleoliodes Grandjean

35 *Teleoliodes* sp. A

36 *Teleoliodes* sp. B

Microtegeidae Balogh 1972

37 *Microtegeus similis* Balogh & Mahunka 1980

38 *Microtegeus* Berlese sp. A

Microzetidae Grandjean 1936

39 *Austrozetes* Balogh & Mahunka sp. A

40 *Licnozetes multiareolatus* Balogh & Mahunka 1969

41 *Schalleria incurvata* Balogh & Mahunka 1969

Rhynchoribatidae Balogh 1961

42 *Rhynchoribates amazonicus* Woas 1986

43 *Rhynchoribates brasiliensis* Woas 1986

44 *Rhynchoribates dilatatus* Balogh & Mahunka 1969

45 *Rhynchoribates edentatus* Balogh & Mahunka 1969

Heterobelbidae Balogh 1961

46 *Heterobelba crassisetosa* Beck 1962

47 *Heterobelba oxapampensis* Beck 1962

Eremulidae Grandjean 1965

48 *Eremulus translamellatus* Balogh & Mahunka 1969

49 *Eremulus brasiliensis* Pérez-Iñigo & Baggio 1985

Eremobelbidae Balogh 1961

50 *Eremobelba* Berlese sp. A

Arceremaeidae Balogh 1972

51 *Arceremaeus cubanus* Balogh & Mahunka 1980

52 *Tecteremaeus anoporosus* Balogh & Mahunka 1969

53 *Tecteremaeus cristatus* Balogh & Mahunka 1969

Tecteremaeus Hammer

54 *Tecteremaeus* sp. A

55 *Tecteremaeus* sp. B

56 *Tecteremaeus* sp. C

Liacaridae Sellnick 1928

57 *Xenillus* Robineau-Desvoidy sp. A

Peloppiidae Balogh 1943

58 *Ceratorchestes setosus* Balogh & Mahunka 1969

Carabodidae Koch 1837

59 *Austrocarabodes davisii* (Balogh & Mahunka 1969)

60 *Austrocarabodes schwartzi* (Balogh & Mahunka 1969)

61 *Neocarabodes sexpilosus* Balogh & Mahunka 1969

62 *Spathulocephus amazonicus* Balogh & Mahunka 1969

63 *Yoshiobodes irmayi* (Balogh & Mahunka 1969)

Otocephidae Balogh 1961

64 *Cavernocephus monstruosus* Balogh & Mahunka 1969

65 *Dolicheremaeus amazonicus* Balogh & Mahunka 1969

Dampfiellidae Balogh 1961

66 *Beckiella foveolata* Balogh & Mahunka 1969

Oppiidae Sellnick 1937

67 *Acroppia amazonica* (Balogh & Mahunka 1969)

68 *Aeroppia nasalis* Mahunka 1984

69 *Arcoppia porifera* (Franklin & Woas 1992)

70 *Arcoppia* Hammer sp. A

Brachioppia Hammer

71 *Brachioppia* sp. A

72 *Brachioppia* sp. B

- 73 *Globoppia velata* Franklin & Woas 1992
 74 *Globoppia* Hammer sp. A
 75 *Multipulchroppia amazonica* (Balogh & Mahunka 1969)
 76 *Octoppia irmayi* Balogh & Mahunka 1969
 77 *Oppiella* Jacot sp. A
 78 *Ramusella puertomontensis* Hammer 1962
 79 *Striatoppia silvicola* Franklin & Woas 1992
 80 *Striatoppia* Balogh sp. A
 81 *Trapezoppia* Balogh & Mahunka sp. A

Suctobelbidae Jacot 1938

- 82 *Flagrosuctobelba semiplumosa* (Balogh & Mahunka 1967)
 83 *Suctobelbella andrassyi* (Balogh & Mahunka 1981)
Suctobelbila Jacot
 84 *Suctobelbila* sp. B
 85 *Suctobelbila* sp. A

Quadropiidae Balogh 1983

- 86 ?*Quadropia* Jacot sp. A
 87 *Lyroppia anareolata* Balogh & Mahunka 1981

Teratoppiidae Balogh 1983

- 88 *Teratoppia pluripectinata* Balogh & Mahunka 1978
 89 *Teratoppia reducta* Balogh & Mahunka 1969
 90 *Teratoppia* Balogh sp. A

Sternoppiidae Balogh e Mahunka 1969

- 91 *Sternoppia reticulata* Balogh & Mahunka 1969

Tectocephidae Grandjean 1954

- 92 *Tectocephus* Berlese sp. A
 93 *Tegezozetes* Berlese sp. A

Eremaozetidae Piffil 1972

- Eremaozetes* Berlese

94 *Eremaeozetes* sp. A

95 *Eremaeozetes* sp. B

96 *Eremaeozetes* sp. C

Charassobatidae Grandjean 1958

97 *Charassobates ornatus* Balogh & Mahunka 1969

98 *Charassobates simplex* Balogh & Mahunka 1969

Achipteriidae Thor 1929

99 *Lamellobates gyoergui* Balogh & Mahunka 1977

Epactozetidae Grandjean 1930

100 *Epactozetes setosus* Balogh & Mahunka 1969

101 *Truncozetes mucronatus* Balogh & Mahunka 1969

Oripodidae Jacot 1925

102 *Benoibates borhidii* Balogh & Mahunka 1980

Haplozetidae Grandjean 1936

103 *Conozetes arcualis* Balogh & Mahunka 1969

104 *Haplozetes minimicoma* Beck 1964

105 *Paraxylobates imitans* Balogh & Mahunka 1969

106 *Rostrozetes bothulifer* Balogh & Mahunka 1979

107 *Rostrozetes carinatus* Beck 1965

108 *Rostrozetes cristatus* Balogh & Mahunka 1969

109 *Rostrozetes foveolatus* (Sellnick 1925)

110 *Rostrozetes pinguis* Balogh & Mahunka 1978

111 *Rostrozetes poligonatus* Balogh & Mahunka 1969

112 *Rostrozetes rimachensis* Beck 1965

Rostrozetes Sellnick

113 *Rostrozetes* sp. A

114 *Rostrozetes* sp. B

115 *Rostrozetes* sp. C

116 *Trixylobates bidactylus* Balogh & Mahunka 1978

- 117 *Xylobates antillensis* Mahunka 1985
 118 *Xylobates capucinus capucinus* Berlese 1908
 Xylobates Jacot
 119 ?*Xylobates* sp. A
 120 *Xylobates* sp. B

Oribatulidae Thor 1929

- 121 ?*Oribatula* Berlese sp. A
 122 ?Oribatulidae

Scheloribatidae Jacot 1935

- 123 *Hemileius* Berlese sp. A
 124 *Ischeloribates minusculus* (Hammer 1961)
 125 *Ischeloribates* Corpuz-Raros sp. A
 126 *Monoschelobates parvus* Balogh & Mahunka 1969
 127 *Multoribates chavinensis* Hammer 1961
 128 *Scheloribates elegans* Hammer 1958
 129 *Scheloribates huancayensis* Hammer 1961
 130 *Scheloribates praencisus* (Berlese 1910)
 131 *Scheloribates praencisus acuticlava* Pérez-Iñigo & Baggio 1986
 132 *Scheloribates rectus* Hammer 1958
 Scheloribates Berlese
 133 *Scheloribates* sp. A
 134 *Scheloribates* sp. B
 135 *Scheloribates* sp. C
 136 *Scheloribates* sp. D

Parakalummidae Grandjean 1955

- 137 *Parakalumma foveolata* Balogh & Mahunka 1969

Ceratozetidae Jacot 1925

- 138 *Porozetes* Hammer sp. A

Galumnellidae Piffli 1970

139 ?gên. Novo sp. A

Galumnidae Jacot 1925

140 *Allogalumna* Grandjean sp. A

Galumna Heyden

141 *Galumna* sp. A

142 *Galumna* sp. B

143 *Galumna* sp. C

144 *Galumna* sp. D

145 *Galumna* sp. E

146 *Galumna* sp. F

147 *Galumna* sp. G

148 *Galumna* sp. H

149 *Galumna* sp. I

150 *Galumna* sp. J

151 *Galumna* sp. K

152 *Notogalumna* Sellnick sp. A

153 *Pergalumna complicata* Balogh & Mahunka 1978

154 *Pergalumna passimpuctata* Balogh & Mahunka 1969

Pergalumna Grandjean

155 *Pergalumna* sp. A

156 *Pergalumna* sp. B

157 *Pergalumna* sp. C

158 *Pergalumna* sp. D

159 *Pergalumna* sp. E

160 *Pergalumna* sp. F

161 *Pergalumna* sp. G

APÊNDICE B. Valores médios das probabilidades (p) e da variação explicada pelo modelo (r^2) das regressões múltiplas entre os eixos da PCoA da comunidade de ácaros oribatídeos, sem a exclusão de espécies raras, em cada esforço reduzido de parcelas aleatorizadas (dados quantitativos) com as variáveis ambientais. Em negrito estão os valores significativos e em cinza está assinalado onde o padrão não se manteve no esforço reduzido.

	72 parcelas		62 parcelas		52 parcelas		42 parcelas		32 parcelas		30 parcelas	
	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2
Argila p (parcial)	≤ 0,05	≤ 0,05	0,09	0,11	0,14	0,19	0,21	0,26	0,28	0,30	0,25	0,30
Desvio-padrão			±0,09	±0,17	±0,17	±0,24	±0,23	±0,27	±0,28	±0,29	±0,27	±0,29
Palmeiras p (parcial)	0,34	0,57	0,34	0,55	0,33	0,55	0,40	0,55	0,40	0,56	0,41	0,57
Desvio-padrão			±0,12	±0,18	±0,18	±0,23	±0,24	±0,25	±0,26	±0,26	±0,28	±0,27
r^2	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,05	0,04	0,05	0,04	0,06	0,43
Desvio-padrão			±0,03	±0,04	±0,05	±0,06	±0,06	±0,07	±0,09	±0,09	±0,09	±0,10
p	0,10	0,08	0,10	0,11	0,16	0,20	0,23	0,26	0,31	0,36	0,28	0,31
Desvio-padrão			±0,09	±0,17	±0,18	±0,24	±0,24	±0,27	±0,29	±0,29	±0,28	±0,29

APÊNDICE C. Valores médios das probabilidades (p) e da variação explicada pelo modelo (r^2) das regressões múltiplas entre os eixos da PCoA da comunidade total de ácaros oribatídeos, sem a exclusão de espécies raras, em cada esforço reduzido de parcelas aleatorizadas (dados de presença e ausência) e as variáveis ambientais. Em negrito estão os valores significativos e em cinza está assinalado onde o padrão não se manteve no esforço reduzido.

	72 parcelas		62 parcelas		52 parcelas		42 parcelas		32 parcelas		30 parcelas	
	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2
Argila p (parcial)	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,01	0,08	≤ 0,05	0,17	0,07	0,27	0,14	0,36	0,15	0,38
Desvio-padrão			±0,02	±0,17	±0,09	0,24	±0,15	±0,28	±0,22	±0,31	±0,23	±0,30
Palmeiras p (parcial)	0,12	0,87	0,18	0,78	0,27	0,70	0,33	0,64	0,39	0,57	0,40	0,58
Desvio-padrão			±0,20	±0,16	±0,28	0,22	±0,29	±0,24	±0,29	±0,26	±0,30	±0,26
r^2	0,14	0,11	0,14	0,07	0,14	0,05	0,14	0,03	0,13	0,03	0,13	0,02
Desvio-padrão			±0,04	±0,05	±0,07	0,06	±0,09	±0,07	±0,11	±0,09	±0,11	±0,08
p	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,01	0,07	≤ 0,05	0,17	0,08	0,27	0,15	0,36	0,17	0,38
Desvio-padrão			±0,02	±0,17	±0,09	0,24	±0,16	±0,28	±0,23	±0,31	±0,24	±0,3

APÊNDICE D. Valores médios das probabilidades (p) e da variação explicada pelo modelo (r^2) das regressões múltiplas entre os eixos de ordenação da PCoA da comunidade de oribatídeos, com exclusão das espécies raras (dados de abundância), em cada esforço reduzido de parcelas aleatorizadas com as variáveis ambientais. Em negrito estão os valores significativos e em cinza está assinalado onde o padrão não se manteve no esforço reduzido.

	72 parcelas		62 parcelas		52 parcelas		42 parcelas		32 parcelas		30 parcelas	
	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2
Argila p (parcial)	≤ 0,05	≤ 0,05	0,08	0,10	0,15	0,18	0,19	0,23	0,24	0,32	0,27	0,30
Desvio-padrão			±0,08	±0,15	±0,18	±0,23	±0,22	±0,26	±0,26	±0,30	±0,27	±0,29
Palmeiras p (parcial)	0,34	0,59	0,33	0,56	0,35	0,56	0,36	0,58	0,40	0,57	0,44	0,57
Desvio-padrão			±0,12	±0,18	±0,19	±0,23	±0,24	±0,25	±0,27	±0,27	±0,28	±0,26
r^2	0,04	0,05	0,04	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	0,03	0,05	0,04
Desvio-padrão			±0,03	±0,04	±0,04	±0,06	±0,06	±0,08	±0,08	±0,09	±0,09	±0,09
p	0,09	0,07	0,09	0,10	0,17	0,18	0,22	0,23	0,27	0,33	0,30	0,30
Desvio-padrão			±0,08	±0,16	±0,19	±0,23	±0,23	±0,26	±0,27	±0,3	±0,28	±0,29

APÊNDICE E. Valores médios das probabilidades (p) e da variação explicada pelo modelo (r^2) das regressões múltiplas entre os eixos de ordenação da PCoA da comunidade de ácaros oribatídeo, com exclusão das espécies raras (dados de presença e ausência), em cada esforço reduzido de parcelas aleatorizadas com as variáveis ambientais. Em negrito estão os valores significativos e em cinza está assinalado onde o padrão não se manteve no esforço reduzido.

	72 parcelas		62 parcelas		52 parcelas		42 parcelas		32 parcelas		30 parcelas	
	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2
Argila p (parcial)	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,05	0,07	≤ 0,05	0,16	0,06	0,28	0,13	0,37	0,15	0,38
Desvio-padrão			±0,02	±0,16	±0,09	±0,23	±0,15	±0,29	±0,21	±0,31	±0,24	±0,31
Palmeiras p (parcial)	0,12	0,93	0,18	0,77	0,26	0,71	0,32	0,65	0,41	0,60	0,39	0,57
Desvio-padrão			±0,19	±0,18	±0,27	±0,21	±0,29	±0,25	±0,30	±0,27	±0,30	±0,27
r^2	0,14	0,11	0,14	0,07	0,14	0,06	0,14	0,03	0,13	0,02	0,13	0,02
Desvio-padrão			±0,05	±0,05	±0,07	±0,06	±0,09	±0,07	±0,11	±0,08	±0,11	±0,08
p	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,01	0,07	≤ 0,05	0,15	0,07	0,27	0,14	0,37	0,16	0,37
Desvio-padrão			±0,03	±0,16	±0,1	±0,23	±0,15	±0,29	±0,22	±0,3	±0,24	±0,3

APÊNDICE F. Valores das probabilidades (p) e da variação explicada pelo modelo (r^2) das regressões múltiplas entre os eixos de ordenação da PCoA da comunidade total de ácaros oribatídeos, sem a exclusão das espécies raras (dados quantitativos), em cada esforço reduzido de parcelas agrupadas com as variáveis ambientais. Em negrito estão os valores significativos e em cinza está assinalado onde o padrão não se manteve no esforço reduzido.

	72 parcelas		62 parcelas		52 parcelas		42 parcelas		32 parcelas		30 parcelas	
	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2
Argila _p (parcial)	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05	0,02	0,33	≤ 0,05	0,07	0,13	0,31	0,11	0,06	0,78
Palmeiras _p (parcial)	0,34	0,57	0,40	0,46	0,71	0,41	0,33	0,54	0,45	0,38	0,26	0,74
r^2	0,04	0,04	0,04	0,06	0,02	0,05	0,05	0,01	0,02	0,03	0,08	0,07
p	0,10	0,08	0,11	0,06	0,58	0,11	0,14	0,29	0,50	0,23	0,13	0,92

APÊNDICE G. Valores das probabilidades (p) e da variação explicada pelo modelo (r^2) das regressões múltiplas entre os eixos de ordenação da PCoA da comunidade total de ácaros oribatídeos, sem a exclusão das espécies raras (dados de presença e ausência), em cada esforço reduzido de parcelas agrupadas com as variáveis ambientais. Em negrito estão os valores significativos e em cinza está assinalado onde o padrão não se manteve no esforço reduzido.

	72 parcelas		62 parcelas		52 parcelas		42 parcelas		32 parcelas		30 parcelas	
	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2
Argila _p (parcial)	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,05	≤ 0,01	0,33	≤ 0,01	0,63	≤ 0,01	0,29
Palmeiras _p (parcial)	0,12	0,87	0,13	0,92	0,25	0,81	0,16	0,87	0,25	0,70	0,25	0,71
r^2	0,14	0,11	0,21	0,07	0,15	0,05	0,21	0,03	0,23	0,05	0,23	0,02
p	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,05	≤ 0,01	0,11	≤ 0,01	0,62	≤ 0,01	0,79	≤ 0,01	0,47

APÊNDICE H. Valores das probabilidades (p) e da variação explicada pelo modelo (r^2) das regressões múltiplas entre os eixos de ordenação da PCoA) da comunidade de ácaros oribatídeos, com exclusão das espécies raras (dados de abundância), e o esforço reduzido de parcelas agrupadas com as variáveis ambientais. Em negrito estão os valores significativos e em cinza está assinalado onde o padrão não se manteve no esforço reduzido.

	72 parcelas		62 parcelas		52 parcelas		42 parcelas		32 parcelas		30 parcelas	
	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2
Argila p (parcial)	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05	0,02	0,30	≤ 0,05	0,06	0,12	0,29	0,10	0,06	0,70
Palmeiras p (parcial)	0,34	0,59	0,39	0,47	0,70	0,42	0,34	0,53	0,45	0,38	0,26	0,70
r^2	0,04	0,05	0,04	0,06	0,02	0,05	0,05	0,02	0,02	0,04	0,08	0,06
p	0,09	0,07	0,10	0,06	0,55	0,11	0,14	0,28	0,48	0,22	0,13	0,88

APÊNDICE I. Valores das probabilidades (p) e da variação explicada pelo modelo (r^2) das regressões múltiplas entre os eixos de ordenação da PCoA e as variáveis ambientais em relação aos dados qualitativos (presença e ausência) da comunidade de ácaros oribatídeos, com exclusão das espécies raras e o esforço reduzido de parcelas agrupadas. Em negrito estão os valores significativos e em cinza está assinalado onde o padrão não se manteve no esforço reduzido.

	72 parcelas		62 parcelas		52 parcelas		42 parcelas		32 parcelas		30 parcelas	
	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2
Argila p (parcial)	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,05	≤ 0,01	0,32	≤ 0,01	0,55	≤ 0,01	0,16
Palmeiras p (parcial)	0,12	0,93	0,14	1,00	0,26	0,76	0,15	0,84	0,23	0,74	0,23	0,65
r^2	0,14	0,11	0,20	0,09	0,14	0,05	0,21	0,02	0,23	0,05	0,23	0,02
p	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,05	≤ 0,01	0,09	≤ 0,01	0,60	≤ 0,01	0,75	≤ 0,01	0,27

APÊNDICE J. Valores das probabilidades (p) e da variação explicada pelo modelo (r^2) das regressões múltiplas entre os eixos de ordenação da PCoA e as variáveis ambientais em relação aos dados de abundância da comunidade de ácaros oribatídeos, sem a exclusão das espécies raras, das seis grades. Em negrito estão os valores significativos e em cinza está assinalado onde o padrão não se manteve no esforço reduzido.

	Noroeste		Nordeste		Sudoeste		Sudeste		Oeste (PPBio)		Su-sudeste	
	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2
Argila p (parcial)	0,06	0,41	0,10	0,11	0,23	0,86	0,93	≤ 0,01	0,07	0,38	0,23	0,25
Palmeiras p (parcial)	0,41	0,42	0,56	0,48	0,13	0,51	0,97	0,84	0,53	0,31	0,28	0,50
r^2	0,08	0,03	0,03	0,03	0,05	0,05	0,07	0,17	0,06	0,01	0,01	0,01
p	0,13	0,54	0,24	0,27	0,20	0,76	1,00	≤ 0,05	0,18	0,45	0,32	0,46

APÊNDICE K. Valores das probabilidades (p) e da variação explicada pelo modelo (r^2) das regressões múltiplas entre os eixos de ordenação da PCoA e as variáveis ambientais em relação aos dados de presença e ausência de espécies de ácaros oribatídeos, sem a exclusão das espécies raras, das seis grades. Em negrito estão os valores significativos e em cinza está assinalado onde o padrão não se manteve no esforço reduzido.

	Noroeste		Nordeste		Sudoeste		Sudeste		Oeste (PPBio)		Su-sudeste	
	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2
Argila p (parcial)	≤ 0,01	0,43	≤ 0,05	0,45	≤ 0,01	0,56	≤ 0,05	0,52	≤ 0,01	0,51	≤ 0,05	0,61
Palmeiras p (parcial)	0,24	0,87	0,25	0,67	0,09	0,72	0,81	0,77	0,31	0,58	0,60	0,59
r^2	0,36	0,05	0,14	0,05	0,30	0,06	0,11	0,06	0,36	0,04	0,13	0,05
p	≤ 0,01	0,71	≤ 0,05	0,73	≤ 0,01	0,81	0,08	0,81	≤ 0,01	0,64	0,06	0,71

APÊNDICE L. Valores das probabilidades (p) e da variação explicada pelo modelo (r^2) das regressões múltiplas entre os eixos de ordenação da PCoA e as variáveis ambientais em relação aos dados de abundância da comunidade de ácaros oribatídeos, com a exclusão das espécies raras, das seis grades. Em negrito estão os valores significativos e em cinza está assinalado onde o padrão não se manteve no esforço reduzido.

	Noroeste		Nordeste		Sudoeste		Sudeste		Oeste (PPBio)		Su-sudeste	
	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2
Argila p (parcial)	0,06	0,36	0,09	0,11	0,23	0,82	0,84	≤ 0,05	0,07	0,42	0,22	0,46
Palmeiras p (parcial)	0,41	0,42	0,55	0,54	0,14	0,50	0,95	0,83	0,51	0,32	0,29	0,50
r^2	0,07	0,02	0,03	0,02	0,04	0,05	0,07	0,15	0,06	0,02	0,01	0,04
p	0,14	0,50	0,24	0,28	0,22	0,74	0,98	≤ 0,05	0,17	0,48	0,32	0,65

APÊNDICE M. Valores das probabilidades (p) e da variação explicada pelo modelo (r^2) das regressões múltiplas entre os eixos de ordenação da PCoA e as variáveis ambientais em relação aos dados de presença e ausência de espécies de ácaros oribatídeos, com a exclusão das espécies raras, das seis grades. Em negrito estão os valores significativos e em cinza está assinalado onde o padrão não se manteve no esforço reduzido.

	Noroeste		Nordeste		Sudoeste		Sudeste		Oeste (PPBio)		Su-sudeste	
	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2
Argila p (parcial)	≤ 0,01	0,30	≤ 0,05	0,54	≤ 0,01	0,60	≤ 0,05	0,86	≤ 0,01	0,51	≤ 0,05	0,42
Palmeiras p (parcial)	0,22	0,91	0,25	0,76	0,15	0,66	0,66	0,90	0,35	0,59	0,60	0,69
r^2	0,35	0,03	0,14	0,06	0,32	0,06	0,11	0,07	0,38	0,04	0,11	0,04
p	≤ 0,01	0,56	≤ 0,05	0,82	≤ 0,01	0,81	0,08	0,98	≤ 0,01	0,66	0,08	0,62