

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM

**Diversidade beta no interflúvio Purus- Madeira :
determinantes da estrutura das comunidades de Marantaceae,
Araceae e Pteridófitas ao longo da BR 319, Amazonas, Brasil**

Fernanda Antunes Carvalho

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do convênio INPA/UFAM, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração em Botânica.

Manaus – Amazonas
2006

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM

**Diversidade beta no interflúvio Purus- Madeira :
determinantes da estrutura das comunidades de Marantaceae,
Araceae e Pteridófitas ao longo da BR 319, Amazonas, Brasil**

Fernanda Antunes Carvalho

Orientadora : Flávia Regina Capellotto Costa

Co-orientador: Alexandre Salino

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do convênio INPA/UFAM, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração em Botânica.

Manaus – Amazonas
2006

Ficha Bibliográfica:

Fernanda Antunes Carvalho

Diversidade beta no interflúvio Purus-Madeira: determinantes da estrutura das comunidades de Marantaceae, Araceae e Pteridófitas ao longo da BR 319, Amazonas, Brasil / Carvalho F. A. – Manaus, 2006.

87p.:il.

Dissertação (Mestrado) – INPA/UFAM

1. Estrutura de comunidades
2. Heterogeneidade ambiental
3. Geomorfologia.
4. Limitação de dispersão
5. Araceae
6. Marantaceae
7. Pteridófitas

CDD.ed

Sinopse:

A composição de espécies de Araceae, Marantaceae e pteridófitas foi investigada em 36 parcelas distribuídas em dois sítios de amostragem ao longo da BR 319 (Manaus - Porto Velho), Amazonas, Brasil. Foram analisadas as respostas das comunidades à distância geográfica e geomorfologia em grande escala, e à textura do solo, cobertura do sub-bosque e profundidade da camada de Folhiço em média escala. Análises multivariadas foram usadas para determinar a importância relativa de cada um desses fatores na composição de espécies dos três grupos.

Palavras chave: Estrutura de comunidades, heterogeneidade ambiental, geomorfologia, limitação de dispersão, Araceae, Marantaceae e pteridófitas.

Keywords: Communities structure, environmental heterogeneity, geomorphology, dispersal constraints, Araceae, Marantaceae, pteridophytes.

Para Bia, Quincas e Tânia

“A planta nos acha agitados; a borboleta pesados; o pavão mal vestidos; a onça medrosos; a barata, escandalosos; o canário roucos; o macaco, engraçados; o jacaré, truculentos; e o mosquito, apenas uma boa refeição”

autor desconhecido

Agradecimentos

O apoio financeiro provido pela Fundação de Amparo a Pesquisas na Amazônia (FAPEAM) ao projeto “Estudo da diversidade beta de uma comunidade vegetal ao longo do interflúvio Purus – Madeira para determinar áreas prioritárias para a conservação“, Processo 542/04 e a concessão da minha bolsa de mestrado pelo CNPq foram essenciais para a viabilidade deste estudo. Idea Wild forneceu equipamentos para maior eficiência das coletas em campo e identificação das plantas herborizadas.

Os trabalhos no Km 158 da BR 319 teriam sido muito mais difíceis se não fosse o apoio logístico do Hotel Tupana.

Não poderia ter feito este trabalho sem a ajuda do meu grande companheiro de campo José da Silva Lopes que com muita disposição me acompanhou em metros e mais metros de trilhas e parcelas, sempre com muito profissionalismo.

Tive o privilégio de conviver com pessoas maravilhosas, moradores da BR 319 com quem aprendi muito sobre a vida, a natureza, as culturas e as pessoas do Amazonas e do Brasil. A amizade da Cirley e da Lenhe; o carinho das crianças, Elias, Eliseu, Eliane, Tatiane, Taiane, Mateus e Amon meus ajudantes mirins, escaladores de árvores, me ensinaram e divertiram muito; a acolhida do Sr. Brasil; o aconchego da casa da D. Glacy e seus filhos; os guerreiros Raimundinho, Marlon e Zé Vaqueiro responsáveis por muitos metros de trilhas; Não esqueço o pessoal do Tupana, Manoel, Deisiane, Denival, Augusto, Sr. Paulo, Sr. Marques, grandes companheiros do Hotel no km 158 !!!

As análises do solo foram feitas no Laboratório Temático de Solos do INPA pelos técnicos Orlando e Jonas sob a coordenação da Tânia Pimentel.

Edwin Keizer e Bruce Nelson me ajudaram muito nas questões LANDSAT.

Neide e Giselle, da secretaria da Pós-graduação em Botânica que me ofereceram amizade, paciência, compreensão, conselhos e muitas e muitas soluções.

Nada seria possível sem as idas e vindas do Sr. Lourival Araújo do Santos, nas balsas das 6:00, das 7:00, das 20:00....

Carolina Castilho, Bruce Nelson, Ana Albernaz, William Magnusson e Maria Thereza Piedade, Débora Drucker e Thaise Emilio fizeram críticas e correções que aprimoraram a versão final da dissertação e serão essenciais para escrever o artigo.

Dra. Flávia Costa, minha orientadora e amiga em todos os momentos, inclusive sábados, domingos e feriados. Me ensinou e me incentivou muito, e ainda assim me deixou multivariando com as análises multienloquecedoras.

Maria de Lourdes Soares identificou as Aráceas, mesmo as muito pequeninas, com a eficiências de poucos. Amiga e mestre. Ainda tenho muito a aprender com ela.

Dr. Alexandre Salino me mostrou o mundo escondido das samambaias. Um chefe amigo. Me ajudou muito na identificação das ferns.

Bia, Quincas e Tânia, minha família querida que me aconselha e conforta, tem saudades, me fazem falta, mas sempre comemoramos as vitórias. Eu os amo demais!!!

Cornélia minha avó, meus primos e tios que estão felizes por mim.

Meus amigos de longe e os de perto, companheiros de muitas aventuras e desventuras. Aprendem comigo, me ensinam, aprendemos juntos e assim vivemos e vamos crescendo...

Rodrigo e Loyola Dias, meu irmão de coração, amigo e professor.

Alexandre Fernades, meu amor e companheiro. Como agradecer-lo? Estamos sempre com saudades ou nos despedindo, são viagens e mais viagens, dias de espera saciados com muito amor e alegria. Lágrimas? Fazem parte. Mas não supera todas as aventuras e ideais que, juntos, buscamos com muita coragem e amor.

Agradeço pela oportunidade de conduzir este estudo, pelas pessoas que conheci, por tudo que aprendi, por todos os dias na floresta. Com este trabalho eu cresci e aprendi muito com meus erros, acertos e, principalmente, com as pessoas maravilhosas que eu encontrei.

Resumo

Compreender a distribuição das espécies ao longo de gradientes ambientais e espaciais é de extrema importância para o planejamento da conservação. Atualmente sabe-se que a heterogeneidade ambiental é um fator determinante da estrutura das comunidades biológicas. Muitos estudos sugerem a existência de grupos indicadores de padrões de distribuição mais gerais. No entanto isso ainda é bastante controverso.

Para detectar a variação das comunidades no interflúvio Purus-Madeira foram instaladas 36 parcelas de 500 m² distribuídas em dois sítios de amostragem ao longo da BR-319 (Manaus-Porto Velho). Foram comparados os padrões de distribuição em média e grande escala de três grupos de ervas (Pteridófitas, Marantaceae e Araceae). Análises multivariadas foram utilizadas para resumir a composição de espécies. Modelos de regressão foram utilizadas para avaliar a resposta das comunidades à fatores ambientais, geomorfológicos e à distância geográfica

Os três grupos taxonômicos responderam de diferentes maneiras aos gradientes ambientais determinados por Folhicho e silte. Apenas Marantaceae parece ser afetada pela cobertura do sub-bosque. Os resultados indicaram que o ambiente, a geomorfologia e a distância geográfica são fatores determinantes da composição da comunidade de Marantaceae e pteridófitas. Araceae respondeu apenas à distância geográfica. A proporção da variabilidade nas comunidades explicada por cada um desses fatores variou entre os grupos. Para os três grupos, as diferenças de composição florística foram melhor explicadas pela distância geográfica do que pelas condições ambientais.

Os resultados deste estudo indicaram que grupos indicadores de padrões de distribuição mais gerais devem ser usados com cautela uma vez que as diferenças biológicas entre grupos são responsáveis por diferentes respostas aos fatores ambientais. Os padrões observados indicam que diferentes espécies aparecem e desaparecem ao longo da estrada, e para conservá-las, áreas menores e mais bem distribuídas precisam ser mantidas. No entanto não é possível determinar o tamanho mínimo que essas áreas devem ter uma vez que não existem estudos sobre o efeito da fragmentação e perda de habitat para marantáceas, samambaias e aráceas nesta área.

Abstract

Knowledge of the distribution of species along environmental and spatial gradients is very important for the development of wise conservation policies. It is known that environmental heterogeneity is a key factor on the determination of a natural community's structure. Many studies suggest the existence of surrogate groups, i.e. groups that indicate more general patterns of distribution of species. But this is still a controversial issue.

To assess the variation in biological communities in the Purus-Madeira region, installed 36 plots of 500 m², distributed in two study areas along BR-319 roadway (Manaus-Porto Velho). This study compared distribution patterns at meso and broad scales, for three groups of herbaceous plants (pteridophytes, Marantaceae and Araceae). Multivariate analysis were used to simplify species composition. Regression models were used to test how communities respond to environmental and geomorphological factors. The relative importance of geographical distance for differences in these communities was also assessed.

The three communities responded differently to the gradients in litter and silt. Marantaceae them seems to be affected by understory cover. Results show that the environment, the geomorphology and the geographical distance affect the composition of Marantaceae and pteridophytes communities. Araceae communities were only affected by geographical distance. The proportion of each community affected by these factors was variable. For all three groups the differences of floristic composition were better explained by geographical distances than by environmental conditions.

The results suggest that surrogate groups should be used carefully, since biological differences between groups lead to differences in responses to the environment. Observations point to the successive presence and absence of different species along the highway. Therefore, small widely distributed areas would include more species. Nonetheless, it isn't possible to calculate the minimum area these protected sites should have, since there are no studies on how fragmentation and habitat loss affect Marantaceae, Araceae and pteridophytes in this area.

SUMÁRIO

I – INTRODUÇÃO	6
MÉDIA ESCALA.....	8
GRANDE ESCALA	9
PTERIDÓFITAS, MARATACEAE E ARACEAE.....	11
II - ÁREA DE ESTUDO.....	13
III – METODOLOGIA	17
3.1 - DELINEAMENTO AMOSTRAL	17
3.2 - AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS	19
3.2.1 - Cobertura vegetal.....	19
3.2.2 – Folhicho.....	20
3.2.3 - Solo.....	20
3.3 – INVENTÁRIO DAS COMUNIDADES	21
3.4 - ANÁLISES DOS DADOS	22
3.4.1 - Análises em grande escala (entre sítios)	24
3.4.2 - Partição das variâncias.....	25
3.4.3 - Análises em média escala (dentro de cada sítio).....	26
IV - RESULTADOS	27
4.1 - COMPOSIÇÃO DAS COMUNIDADES	27
4.1.2 – Pteridófitas.....	28
4.2.2 - Marantaceae.....	31
4.2.3 – Araceae	32
4.2 - AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS	34
4.3 - IMPORTÂNCIA RELATIVA DOS FATORES AMBIENTAIS EM MÉDIA ESCALA SOBRE COMPOSIÇÃO DE ESPÉCIES.....	36
4.3.1 - Pteridófitas	37
4.3.2 - Marantaceae.....	38
4.3.3 - Araceae.....	38
4.4 - DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES AO LONGO DOS GRADIENTES AMBIENTAIS	39
4.4.1 - Pteridófitas	39
4.4.2 - Marantaceae.....	43
4.4.3 – Araceae	48
4.5 - IMPORTÂNCIA RELATIVA DOS FATORES AMBIENTAIS E ESPACIAIS EM GRANDE ESCALA SOBRE A COMPOSIÇÃO DAS COMUNIDADES.....	51
4.5.1 - Pteridófitas	51
4.5.2 - Marantaceae.....	51
4.5.3 - Araceae.....	52
4.6 - VARIÂNCIA EXPLICADA PELAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS E PELA DISTÂNCIA GEOGRÁFICA EM GRANDE ESCALA.....	54
VI - DISCUSSÃO.....	55
COMPOSIÇÃO DE ESPÉCIES.....	55
PADRÕES EM MÉDIA ESCALA: A IMPORTÂNCIA RELATIVA DAS DIFERENTES VARIÁVEIS AMBIENTAIS EM CADA SÍTIO DE AMOSTRAGEM.....	57
PADRÕES EM GRANDE ESCALA: DISTÂNCIA GEOGRÁFICA, GEOMORFOLOGIA E VARIAÇÕES AMBIENTAIS ESTRUTURANDO AS COMUNIDADES.	63
VII - CONCLUSÕES.....	67
VIII - REFERÊNCIAS.....	68
IX - APÊNDICES	76

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** imagem LANDSAT 2000 com a localização do sítios de amostragem. A cruz superior é o sítio km 83. e a inferior é o sítio km 158.....14
- Figura 2:** local de uma depressão que forma poça temporária, próxima a uma das parcelas do sítio km 83. Foto tirada em 20/10/2005. Essa mesma poça foi observada com água em maio de 2005.....16
- Figura 3:** geomorfologias presentes na área de estudo definidas pelo Projeto RADAMBRASIL (1978). PRI – Interfluvios tabulares. DT- “Mega vertentes”16
- Figura 4:** Localização das 16 parcelas do sítio km 83 (A) e das 20 parcelas do sítio km 158 (B) – BR 319, Amazonas. PRI - Interflúvio Tabular. DT - Mega vertente.....18
- Figura 5:** partição de variâncias. O maior retângulo corresponde à 100% da variação na comunidade que foi dividida em quatro frações. VEP (variação espacial pura); VEM (variação espacial mista); VAP (variação ambiental pura); VAM (variação ambiental mista); VM (variações espaciais e ambientais inseparáveis). (adaptado de Legendre et al. 2005).....26
- Figura 6:** ordenação com NMDS em duas dimensões para dados quantitativos (A) e ou qualitativos (B). Os eixos representam a ordem das parcelas por dissimilaridade em composição de espécies. Os pontos representam as parcelas e estão classificados pelos sítios de amostragem: 1-Sítio km 83; 2- Sítio km 158.....30
- Figura 7:** ordenação com NMDS em duas dimensões para dados quantitativos (A) ou qualitativos. B). Os eixos representam a ordem das parcelas por dissimilaridade em composição de espécies de Marantaceae. Os pontos representam as parcelas e estão classificados pelos sítios de amostragem: 1-Sítio km 83; 2- Sítio km 158.....32
- Figura 8:** ordenação com NMDS em duas dimensões para dados quantitativos (A) e qualitativos(B). Os eixos representam a ordem das parcelas por dissimilaridade em composição de espécies de Araceae. Os pontos representam as parcelas e estão classificados pelos sítios de amostragem: 1-Sítio Km 83; 2- Sítio Km 158.....34

- Figura 9:** média da camada do folhiço, soma da cobertura de lenhosas e palmeiras e porcentagem de silte nas 36 parcelas dos sítios km 83 e km 158, BR 319, Amazonas, Brasil.....35
- Figura 10:** variação na composição das espécies de Pteridófitas em termos de abundância relativa ao longo de um gradiente representado pela regressão parcial do silte (derivado de uma regressão múltipla incluindo silte, cobertura e folhiço) em 16 parcelas do sítio no km 83 da BR 319, Amazonas, Brasil.....41
- Figura 11:** variação na composição das espécies de Pteridófitas em termos de abundância relativa ao longo de um gradiente representado pela regressão parcial do silte (derivado de uma regressão múltipla incluindo silte, cobertura e folhiço) em 20 parcelas do sítio km 158, BR 319, Amazonas, Brasil.....42
- Figura 12:** variação na composição das espécies de Pteridófitas em termos de abundância relativa ao longo de um gradiente representado pela regressão parcial do folhiço(derivado de uma regressão múltipla incluindo silte, cobertura e folhiço) em 20 parcelas do sítio km 158, BR 319, Amazonas, Brasil.....43
- Figura 13:** variação na composição das espécies de Marantaceae em termos de abundância relativa ao longo de um gradiente representado pela regressão parcial do silte (derivado de uma regressão múltipla incluindo silte, cobertura e folhiço) em 16 parcelas do sítio km 83, BR 319, Amazonas, Brasil45
- Figura 14:** variação na composição das espécies de Marantaceae em termos de abundância relativa ao longo de um gradiente representado pela regressão parcial do folhiço (derivado de uma regressão múltipla incluindo silte, cobertura e folhiço) em 20 parcelas de um sítio no km 158 da BR 319, Amazonas, Brasil.....46
- Figura 15:** variação na composição das espécies de Marantaceae em termos de abundância relativa ao longo de um gradiente representado pela regressão parcial da soma da cobertura de lenhosas e palmeiras até 2m de altura (derivado de uma regressão múltipla incluindo silte, cobertura e folhiço) em 20 parcelas do sítio km 158 da BR 319, Amazonas, Brasil.....47
- Figura 16:** variação na composição das espécies de Araceae em termos de abundância relativa ao longo de um gradiente representado pela regressão parcial de silte

(derivado de uma regressão múltipla incluindo silte, cobertura e folhiço) em 20 parcelas do sítio km158, BR 319, Amazonas, Brasil.....49

Figura 17: variação na composição das espécies de Araceae em termos de abundância relativa ao longo de um gradiente representado pela regressão parcial de folhiço (derivado de uma regressão múltipla incluindo silte, cobertura e folhiço) em 20 parcelas do sítio km 158, BR 319, Amazonas, Brasil.....50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Diversidade dos três grupos em cada sítio. A densidade foi dada como número de indivíduos por m² de parcela amostrada. No sítio km 83 as 16 parcelas ocupam uma área de 8000 m² enquanto no sítio km 158 20 parcelas representam 10000 m² de floresta.....28

Tabela 2: Mínimo, máximo, média, desvio padrão (SD), variância e amplitude das variáveis ambientais utilizadas nos modelos de regressão. Média de Folhiço. Palmeiras, Lenhosas e variáveis de textura do solo foram resumidas por análise de componentes principais (PCA).....36

Tabela 3: Estatística F, Probabilidades (P) associadas com a hipótese nula de não haver efeito da média da profundidade da camada de folhiço (cm), cobertura de lenhosas somada a cobertura de palmeiras (cobertura) e silte (%) em regressão múltipla.....39

Tabela 4: Valores de F (P) e graus de liberdade (df) para os modelos de regressão múltipla em grande escala. M. Amb = Modelo ambiental (NMS1 NMS2 = constante + PCA1ambiental +latitude +longitude). M. geom. = Modelo geomorfológico (NMS1 NMS2 = geomorfologia + latitude + latitude * geomorfologia). Os resultados foram calculados a partir da composição de espécies em 36 parcelas.....53

Tabela 5: Proporção da variância, na composição de espécies de pteridófitas, Marantaceae e Araceae, explicada pelo ambiente e pela distância geográfica dos sítios de amostragem na BR 319, Amazonas, Brasil.....55

LISTA DE APÊNDICES

- Apêndice 1:** Matriz de correlação de *Pearson* e probabilidades de *Bonferroni* entre as variáveis ambientais.....76
- Apêndice 2:** Número de indivíduos (Abundância) e frequência de espécies de pteridófitas que ocorreram nas áreas de amostragem. Hábitos: EP- espécies epífitas verdadeiras; ESC- espécies que germinam no solo, sobem em árvores e perdem o contato com o solo; TE- espécies terrestres. As espécies marcadas com não foram coletadas na área, mas não ocorreram em nenhuma das parcelas.....77
- Apêndice 3:** Número de indivíduos (Abundância) e frequência (Número de parcelas nas quais ocorreram) de espécies de Marantaceae que foram encontradas nas áreas de amostragem. Todas as espécies de marantaceae são terrestres.....82
- Apêndice 4:** Espécies de Araceae que ocorreram nas áreas de amostragem em número de indivíduos (Abundância) e de parcelas onde ocorreram (Frequência). TE- espécies que apresentaram o hábito terrestre; EP –espécies que ocorreram como epífitas, ESC – espécies escandadntes ou hemiepífitas.....84

I – Introdução

O conhecimento fitogeográfico pode aumentar significativamente a compreensão de processos biológicos na Amazônia e também a habilidade para conservar e administrar esse ecossistema de forma eficiente. No entanto, o conhecimento existente sobre padrões de distribuição de plantas da Amazônia é inadequado e tendencioso (Nelson *et al.* 1990; Ruokolainen *et al.* 1997). As terras baixas (0-100m) da Amazônia, principalmente da porção sul, são pouco estudadas e muitas regiões são praticamente desconhecidas, como é o caso do interflúvio Purus-Madeira. Atualmente, o interesse em documentar e compreender a estrutura espacial e a composição de espécies nas terras baixas da Amazônia tem aumentado (Tuomisto *et al.* 2003a).

A alta diversidade alfa das florestas tropicais tem sido amplamente documentada, mas a diversidade beta ainda é pouco estudada. Esta descreve como a composição de espécies varia de uma área para a outra. A diversidade beta é tão importante para a conservação quanto a diversidade alfa, uma vez que a substituição das espécies influencia a diversidade em uma escala bem maior (Condit *et al.* 2002).

A substituição das espécies pode se dar pelas adaptações das espécies a diferentes climas e substratos, pela resposta tardia a mudanças climáticas passadas, por fatores históricos ou refletir o resultado das limitações de dispersão, associadas à especiação (Condit *et al.* 2002). Determinar a importância relativa de fatores ambientais e da distância geográfica sobre a composição das comunidades tem importantes aplicações práticas para o manejo, conservação, planejamento e interpretação de pesquisas ecológicas (Margules *et al.* 2002; Tuomisto *et al.* 2003a).

Existem diferentes opiniões a respeito dos principais fatores que controlam a distribuição e a variação da composição de espécies de plantas nas florestas tropicais.

Alguns estudos de pequena escala enfatizam os efeitos da heterogeneidade microambiental na manutenção da alta diversidade das florestas tropicais. Para trabalhos em média e grandes escalas, muito da discussão atual gira em torno da importância relativa de dois fatores: i) os efeitos do solo, topografia e geomorfologia e ii) os efeitos históricos e da distância geográfica sobre a composição das comunidades vegetais das florestas tropicais.

Os processos ecológicos ocorrem em diferentes escalas e sua percepção depende do delineamento amostral, do tamanho das unidades amostrais, do número de observações, da extensão da área de estudo e das estatísticas utilizadas para análise de dados (Bocard & Legendre 2002). Embora seja conhecido que as escalas exercem efeitos sobre padrões biológicos observados (Nekola & White 1999; Crawley & Hurrall 2001), as definições de pequena, média e grande escalas ainda não são claras. Em geral estudos em pequena escala tratam de fatores observados no âmbito de amostras de até 1 km (Tuomisto & Ruokolainen 1994; Fournier & Planchon 1998; Vormisto *et al.* 2000). O termo meso ou média escala é geralmente usado para amostras entre 1 e 10 km (Costa *et al.* 2005; Jones *et al.* 2006). Estudos com unidades amostrais superiores à 10 km são tratados com grande escala.

O objetivo deste estudo foi descrever padrões de comunidades de três grupos vegetais em dois sítios de amostragem de 3,2 km² e 8,8 km², separados um do outro por aproximadamente 80 km. Foram definidas duas escalas de trabalho: i) a menor delas considerou cada um dos sítios, e foi chamada de média escala. ii) a outra escala, definida aqui como grande escala consistiu na comparação entre os sítios. Além disso foi avaliada a importância relativa de fatores edáficos, da cobertura do sub-bosque e da profundidade do folhiço sobre as comunidades em média escala.

Média escala

Dentro de uma formação vegetal aparentemente homogênea, podem existir variações das condições abióticas que caracterizam habitats pontuais. Um número crescente de estudos tem demonstrado que muitas espécies de plantas tropicais são distribuídas de acordo com as variações das condições ambientais em média escala (Lieberman *et al.* 1985; Gentry 1988; Tuomisto *et al.* 1995; Clark *et al.* 1999; Campbell & Peart 2000; Richard *et al.* 2000; Svenning 2001; Harms *et al.* 2004; Costa *et al.* 2005, Kinnup & Magnusson 2005; Jones *et al.* 2006). Fatores como disponibilidade de luz, topografia, deposição de Folhiço e densidade de plantas de sub-bosque são responsáveis por variações microambientais que afetam a distribuição das espécies (Facelli & Pickett 1991; Tuomisto *et al.* 1995; Cintra & Terborgh 2000; Svenning 2001).

Os padrões de deposição de Folhiço normalmente estão associados à topografia, à estrutura das copas e à frequência de distúrbios físicos como ventos fortes e clareiras, associados a eventos climáticos (Facelli & Pickett 1991; Luizão *et al.* 2004). Uma camada muito espessa de Folhiço pode funcionar como barreira física para a emergência das folhas das ervas, impedindo ou retardando o seu estabelecimento. Sendo assim, muitas espécies com folhas delicadas podem ser barradas por uma camada de Folhiço muito espessa. Provavelmente, apenas as folhas das espécies de ervas de maior porte conseguem empurrar as camadas mais densas de folhas mortas e alcançar a luz. Espera-se, portanto, que a composição de espécies varie em função da profundidade da camada de Folhiço.

Muitos estudos mostraram diferenças na composição de espécies quando regiões de solo arenoso e de solo argiloso foram comparadas (Young & León 1989; Poulsen & Balslev 1991; Van der Werff 1992; Tuomisto & Ruokolainen 1994; Tuomisto *et al.* 1995). Estes estudos identificaram espécies especializadas em diferentes tipos de solo.

Em ordem de importância, disponibilidade de fósforo, toxicidade por alumínio, profundidade do lençol freático, quantidade e arranjo dos poros do solo de diferentes tamanhos, disponibilidade de cátions, micronutrientes e nitrogênio são alguns dos fatores que podem influenciar a composição das espécies das florestas tropicais (Sollins 1998). A variabilidade na textura afeta muito as taxas de difusão de nutrientes, a atividade de microorganismos, infiltrabilidade, taxas de drenagem e aeração (Fournier & Planchon 1998; Sollins 1998). As espécies respondem de diferentes formas à todas essas características, que sem dúvida influenciam a composição de espécies nas florestas tropicais.

Grande escala

A variação espacial na composição das espécies é esperada tanto como resposta a fatores locais (Folhicho, densidade do sub-bosque, topografia, entre outros) quanto a fatores espaciais como as diferenças no solo em uma escala maior (Lieberman *et al.* 1985; Facelli & Pickett 1991; Poulsen & Baslev 1991; Tuomisto *et al.* 1995; Clark *et al.* 1995, 1999; Ruokolainen *et al.* 1997). Estudos em médias e grandes escalas têm mostrado que os diferentes solos da floresta favorecem diferentes espécies em locais distintos, criando numerosas manchas florestais floristicamente distintas (Poulsen & Tuomisto 1996; Tuomisto & Poulsen 1996; Burnett *et al.* 1998; Clark *et al.* 1999; Tuomisto & Poulsen 2000; Tuomisto *et al.* 2003b; Tuomisto & Ruokolainen 2005). Padrões de distribuição são claramente relacionados com as condições edáficas em muitos grupos de plantas, como as árvores (Lescure & Boulet 1985; Gentry 1988; Tuomisto *et al.* 1995; Ruokolainen *et al.* 1997; Burnett *et al.* 1998), melastomatáceas arbustivas (Tuomisto & Ruokolainen 1994; Tuomisto *et al.* 1995; Ruokolainen *et al.* 1997) e pteridófitas (Young & León 1989; Tuomisto & Ruokolainen 1994; Tuomisto *et al.*

al. 1995; Tuomisto & Poulsen 2000; 1996). Tuomisto *et al.* (2002) encontraram espécies de pteridófitas associadas a solos ricos em nutrientes, espécies associadas a solos pobres e espécies que apresentam distribuição aparentemente aleatória ao longo do gradiente edáfico.

Embora muitos estudos tenham mostrado associação entre os padrões de distribuição das espécies e fatores ambientais, como solo e topografia, em geral, estes fatores explicaram pouco da variação na composição de espécies (Condit *et al.* 2002; Duivenvoorden *et al.* 2002). Não se sabe se a variação não explicada dos padrões de distribuição está associada a outros fatores ambientais não medidos, a fatores históricos ou apenas à limitação de dispersão (Kramer 1993; Tuomisto *et al.* 1995; Oliveira & Nelson 2001; Condit *et al.* 2002; Duivenvoorden *et al.* 2002). A teoria neutra de Hubbell (2001) assume que as espécies de plantas em uma comunidade aparecem e desaparecem aleatoriamente como resultado da imigração e extinção locais. Com isso, espera-se que a variação na abundância de uma determinada espécie apresente forte correlação espacial devido às limitações de dispersão. Assim, distância geográfica pode assim ter um importante papel na variação na composição de espécies (Terborgh & Andresen 1998; Oliveira & Nelson 2001; Duivenvoorden *et al.* 2002; Tuomisto *et al.* 2003 a, b).

Determinar os padrões da variação na composição das comunidades ao longo de gradientes ambientais é de suma importância para a compreensão do funcionamento dos ecossistemas, para a conservação da biodiversidade e para o manejo (Margules *et al.* 2002; Tomisto *et al.* 2003b; Legendre *et al.* 2005). A uniformidade da composição de espécies sobre grandes áreas implicaria que todas as partes do ecossistema são equivalentes e, portanto, uma grande unidade de conservação seria suficiente para preservar as espécies. Por outro lado, se a composição de espécies varia ao longo do

espaço, devido às variações ambientais ou por razões históricas, as unidades de conservação devem englobar diferentes tipos de habitats e ter tamanho suficiente para sustentar a dinâmica natural da floresta.

Pteridófitas, Marataceae e Araceae

O sub-bosque, embora freqüentemente negligenciado, é uma parte importante das comunidades de plantas das florestas tropicais. Além da grande riqueza de espécies arbóreas, as florestas tropicais são muito ricas em espécies não arbóreas (Gentry & Dodson 1987). O estrato herbáceo e arbustivo do sub-bosque funciona como filtro ecológico em comunidades vegetais, sendo responsável pelos diferentes ambientes de germinação e estabelecimento de mudas nas florestas, influenciando assim, composição e estrutura do dossel (George & Bazzaz 1999; Harms *et al.* 2004).

As pteridófitas são um importante grupo dentro da comunidade de plantas herbáceas das florestas tropicais compreendendo até 54% de todas as espécies de ervas amostradas (Costa 2004). Pteridófitas, melastomatóceas arbustivas e algumas espécies arbóreas possuem padrões de distribuição similares e por isso, os dois primeiros grupos foram usados como indicadores de padrões fitogeográficos mais gerais em estudos na região amazônica de países limítrofes ao Brasil (Van der Werff 1990; Tuomisto *et al.* 1995; Vormisto *et al.* 2000; Tuomisto & Poulsen 1996; Poulsen & Tuomisto 1996; Ruokolainen *et al.* 1997). Entretanto, não existem estudos equivalentes na Amazônia brasileira que justifiquem o uso de um destes grupos como indicadores biológicos dos padrões de distribuição de comunidades vegetais. Estudos sistemáticos da distribuição das espécies são necessários para estabelecer os aspectos fundamentais da relação das pteridófitas com o ambiente e com outros grupos de plantas.

As pteridófitas apresentam esporos muito pequenos capazes de atingir longas distâncias através das correntes de vento (Page 2002). A baixa limitação de dispersão

das pteridófitas leva a acreditar que elas respondem pouco à distância geográfica. Porém, a distância espacial pode afetar a abundância das espécies. Existem indícios de que a maior parte dos esporos caem próximos às plantas-mãe (Wolf 2001), fazendo com que a distribuição das samambaias seja mais agregada (em manchas). Ainda não está claro o efeito da distância geográfica sobre a composição das comunidades de pteridófitas.

Marantaceae é uma das famílias de ervas terrestres mais representativa nas florestas neotropicais (Gentry & Emmons 1987) e é um dos grupos que freqüentemente domina a comunidade de ervas do sub-bosque de florestas tropicais (Poulsen & Balslev 1991; Costa 2004). No entanto, poucos estudos têm investigado a distribuição desse grupo (Costa *et al.* 2005). A morfologia floral de Marantaceae sugere uma possível co-evolução das espécies desse grupo com as abelhas polinizadoras (Kennedy 2000). As Marantaceae apresentam sementes pequenas, geralmente dispersas por formigas ou aves (Horvitz & Beattie 1980; Horvitz & Schemske 1986).

Araceae é uma família de monocotiledôneas complexa em termos de forma de vida e ecologia. Elas variam desde formas aquáticas a terrestres, hemiepífitas ou epífitas. Duas formas de hemiepífitas são observadas: aquelas que germinam como epífitas e depois estabelecem contato com o solo e aquelas que germinam no solo e podem ou não perder contato com o solo (Croat 1990). As aráceas são polinizadas por abelhas, moscas e besouros (Ribeiro *et al.* 1999) e dispersadas, na maioria das vezes, por aves. Uma vez que Araceae e Marantaceae dependem de animais para se dispersarem, é possível que o efeito do limite de dispersão sobre a distribuição das espécies destas duas famílias seja forte.

Na Amazônia brasileira, a maioria dos trabalhos sobre distribuição geográfica e padrões de similaridade florística foram realizados com grupos de angiospermas,

especialmente árvores. As plantas do sub-bosque são fáceis de coletar e apresentam um número pequeno de espécies quando comparado com árvores, o que facilita o trabalho de identificação. Sendo assim, se for constatado que elas funcionam como bons modelos para entender a distribuição geral da comunidade vegetal na Amazônia, um número maior de áreas pode ser inventariado de forma rápida. Dessa forma, facilita-se o processo de designação e planejamento de novas áreas de conservação baseado em indicadores da biodiversidade (Margules *et al.* 2002).

II - Área de estudo

Este estudo foi realizado em duas áreas de florestas de terra firme ao longo da rodovia Porto Velho – Manaus (BR 319) no interflúvio entre os rios Purus e Madeira, no município Careiro, próximo às comunidades Castanho e Tupana (). Apesar de ainda apresentar áreas de floresta bem preservadas, atualmente a região mais próxima a Manaus vem sofrendo enorme pressão antrópica em função da colonização no entorno da BR 319. As regiões ao longo da rodovia afastadas da capital, ainda apresentam grande extensões de mata primária. No ano 2004, foi anunciada a recuperação da BR-319, mas até agora as obras não foram iniciadas. Ligar o estado do Amazonas a Rondônia pode ter conseqüências drásticas para a preservação da área e de todo o sul da bacia amazônica. A comunicação entre estes dois estados vai favorecer a expansão da fronteira agropecuária e colonização de áreas antes pouco acessíveis, tornando a região muito suscetível ao desmatamento.

Segundo RADAMBRASIL (1978), a maior parte da região deste estudo pertence à Formação Solimões (Mioceno) formada por uma topografia plana com interflúvios tabulares e superfícies de aplainamento que se estendem pelo Planalto Rebaixado da Amazônia Ocidental. Porém, mais recentemente, Rosetti *et al* (2005)

interpretou toda a área de estudo como sendo depositado há menos de 27000 anos e , portanto, não faz parte da Formação Solimões. O solo dominante é do tipo Podzólico Vermelho Amarelo, ocorrendo também, com menor incidência, Latossolo Amarelo e Latossolo Vermelho Amarelo. (RADAMBRASIL, 1978).

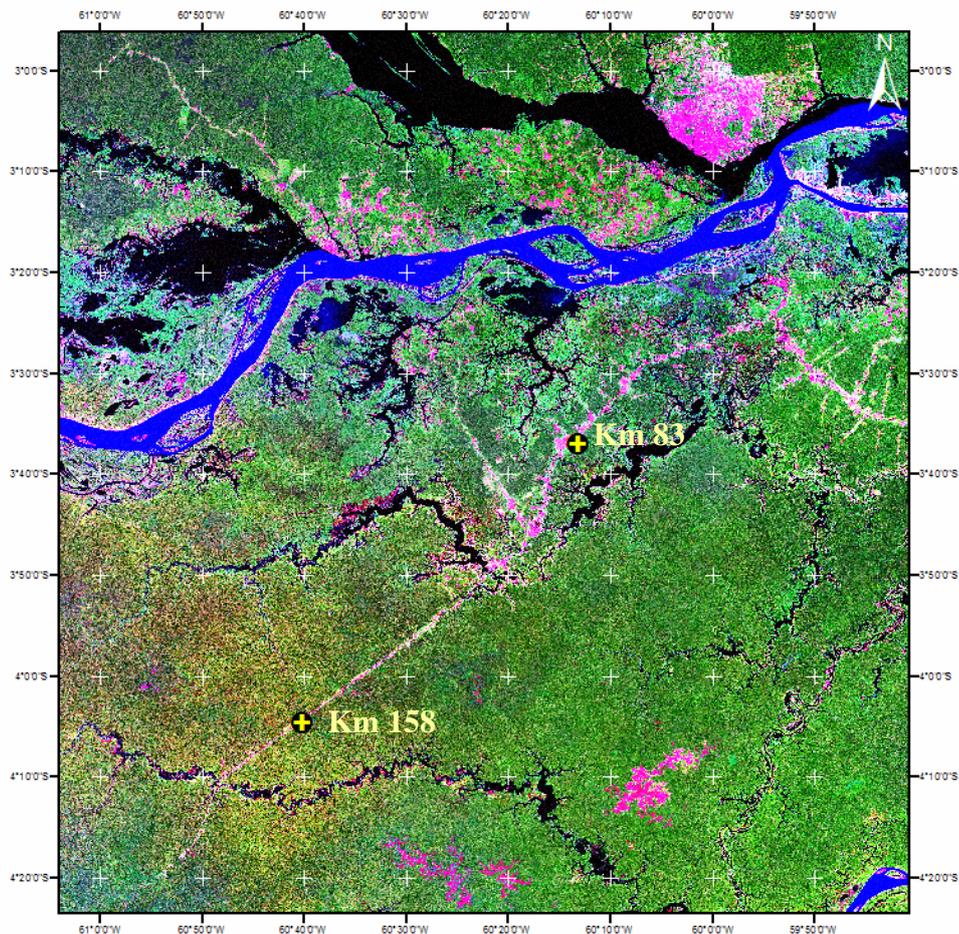


Figura 1: imagem LANDSAT 2000 com a localização dos sítios de amostragem. A cruz superior é o sítio km 83 e a inferior é o sítio km 158.

O clima dominante na região é o equatorial quente e úmido com temperaturas médias do mês mais frio superiores à 18°C e média anual de chuvas de 2310 mm (RADAMBRASIL 1978). Embora o relevo geral seja plano, o microrelevo é constituído por pequenos acúmulos de terra com até 50 cm de altura e depressões que variam de 0,5 m a muitos metros, formando desde pequenas poças a grandes alagados temporários (Figura 2).

As áreas de amostragem encontram-se em uma páleo-várzea relativamente jovem depositada pelo rio Madeira com idade entre 7000 e 27000 anos (Rosetti *et al.* 2005). O projeto Radambrasil em 1978 reconheceu algumas unidades geomorfológicas para a região, sendo interflúvios tabulares e “mega vertentes” as mais representativas (Figura 3). Os interflúvios tabulares são mal drenados e observações no campo levam a acreditar que o lençol freático é alto, sendo responsável pela presença de poças temporárias. No entanto medidas de altura do lençol freático no período mais chuvoso devem ser feitas para averiguar esta impressão.

Imagens de satélite mostram que nos Interflúvios Tabulares existem Campinas mal drenadas, arbustais ou caranaizais, extensas compinaranas altas e possivelmente floresta dominada por Patauí. Nas Mega-vertentes, a floresta é espectralmente distinta destes ambientes. Elas acompanham os principais cursos de água e provavelmente tem um solo mais bem drenado.



Figura 2: local de uma depressão que forma poça temporária, próxima a uma das parcelas do sítio km 83. Foto tirada em 20/10/2005. Essa mesma poça foi observada com água em maio de 2005.

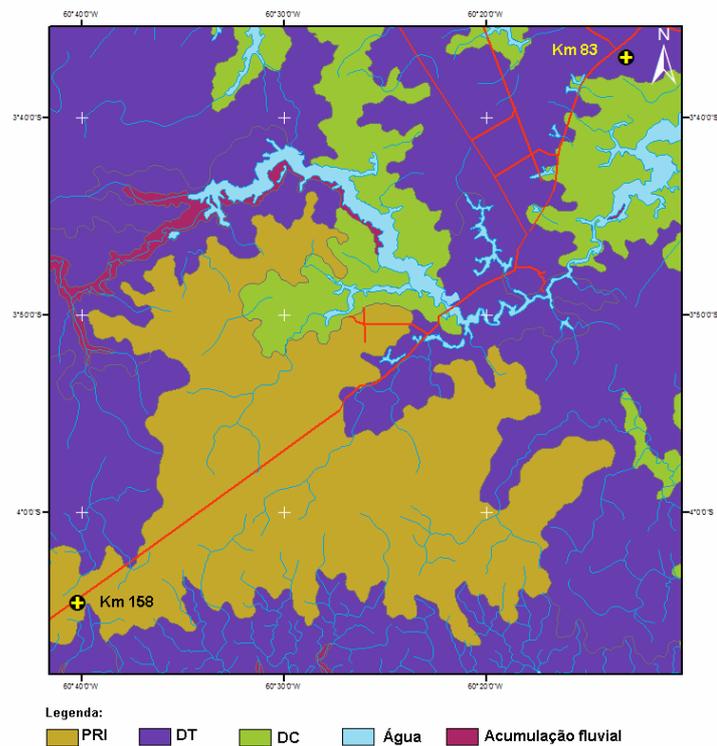


Figura 3: geomorfologias presentes na área de estudo definidas pelo Projeto RADAMBRASIL (1978). PRI – Interfluvios tabulares. DT- “Mega vertentes”

III – Metodologia

3.1 - Delineamento amostral

Os dados deste estudo foram coletados em dois sítios de amostragem escolhidos após observações de imagens Landsat 2000 da região. Foram priorizadas áreas com menor impacto antrópico e melhores condições logísticas para o acesso. Os sítios foram implantados em áreas de floresta primária, distantes aproximadamente 80 km, sendo um no km 83 e outro no km 158 da BR 319 (Figura 1).

O sítio do km 83 da BR 319, com área aproximada de 3,2 km², encontra-se a 20 km do município Castanho. A altitude neste sítio, estimada por imagens de Radar Infométrico SRTM variou de 38 a 44 m. Nessa região o Projeto RADAMBRASIL identificou duas geomorfologias: DT (mega vertentes) e DC (Figura 3). Neste sítio foram abertas três trilhas com respectivamente, 2,5 km, 2 km e 1 km de comprimento. Nelas foram instaladas 16 parcelas localizadas sobre a geomorfologia DT (Figura 4A).

O segundo sítio está na área do Hotel Tupana no km 158 da BR 319, que apoiou o projeto com estrutura e alimentação. O sítio, com 8,8 km², encontra-se em uma área de transição entre “interflúvios tabulares” e “mega vertentes”. Este sítio constituiu-se de duas trilhas de 5 km com dez parcelas cada uma. Das 20 parcelas instaladas neste sítio 12 (altitude: 43-46 m) estão localizadas sobre a geomorfologia de “interflúvio tabular” e oito (altitude: 41-49 m) sobre uma área de “mega vertente” (Figura 4B).

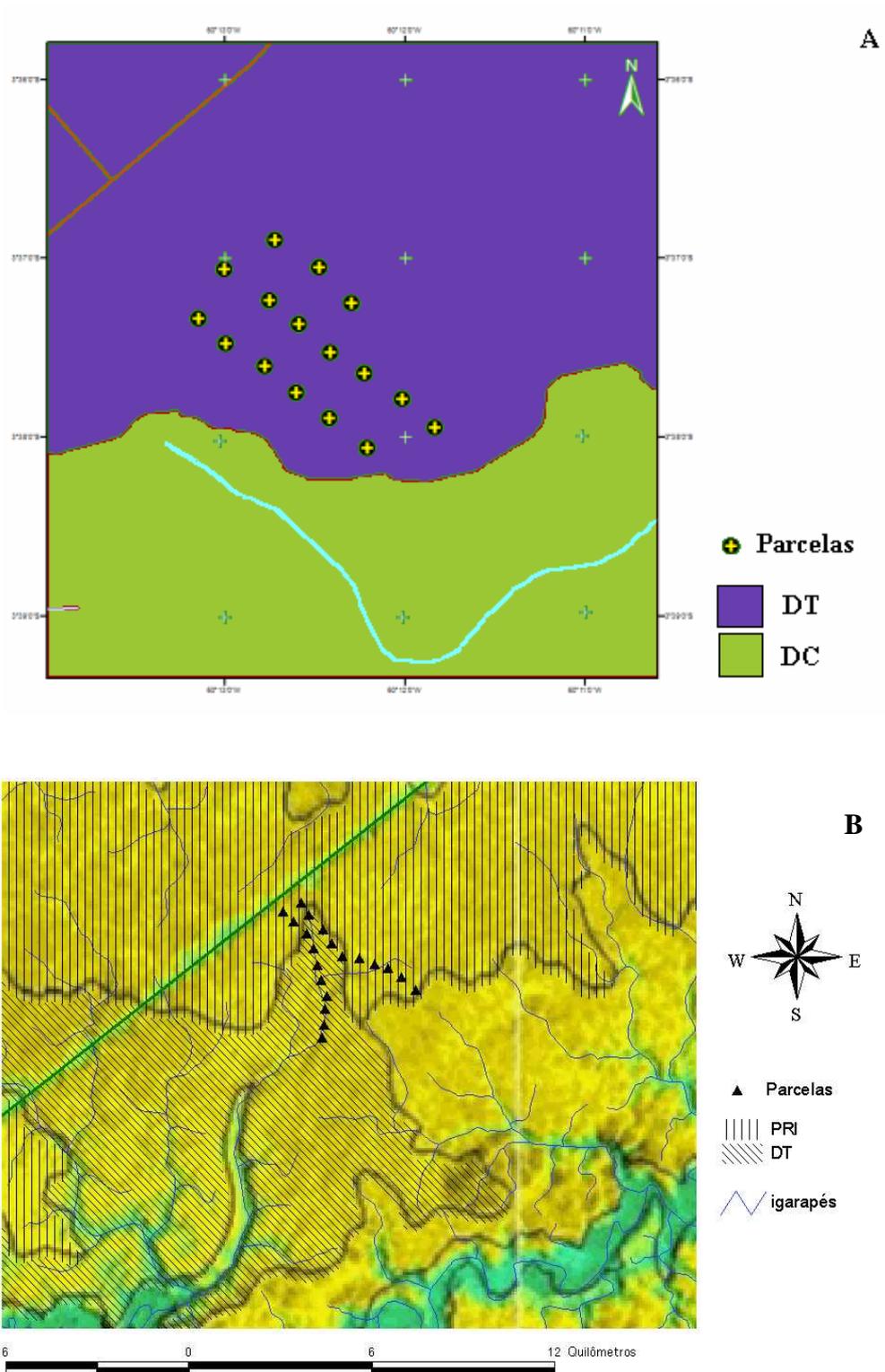


Figura 4: Localização das 16 parcelas do sítio km 83 (A) e das 20 parcelas do sítio km 158 (B) – BR 319, Amazonas. PRI - Interflúvio Tabular. DT - Mega vertente.

Cada trilha, perpendicular à BR 319, esteve a aproximadamente 600 m da trilha vizinha. A localização das trilhas e a medida de distância das mesmas foram feitas com GPS (GPSMAP 76S Garmin). As parcelas foram sistematicamente distribuídas a cada 500m ao longo das trilhas. A distância entre duas parcelas consecutivas foi medida com trena de 50 m. As 36 parcelas utilizadas neste estudo possuem 250 m de comprimento por 2m de largura (500 m²). Elas foram marcadas seguindo curva de nível com o auxílio de um clinômetro Suunto, para minimizar as variações internas de altitude, que determinam mini-vertentes e mini-platôs nos grandes interflúvios tabulares. No entanto, a pequena variação altitudinal na área tornou difícil a marcação das parcelas e erros durante a instalação das parcelas podem ter ocorrido. Para a localização exata das parcelas as coordenadas geográficas foram tiradas com GPS (GPSMAP 76S Garmin) na clareira mais próxima da entrada de cada parcela.

3.2 - As variáveis ambientais

A instalação dos sítios de amostragem e as variáveis ambientais utilizadas neste estudo foram coletados no período da seca de junho a novembro de 2005.

3.2.1 - Cobertura vegetal

As medidas de cobertura vegetal do sub-bosque foram feitas pelo método de parcelas pontuais (Bullock 1996), que consiste em posicionar uma vara de diâmetro desprezível verticalmente e contar quantas folhas a tocaram. Foram determinadas a cobertura de palmeiras e de espécies lenhosas até 2 m de altura. Essas medidas foram tomadas a cada 2 m ao longo do maior eixo da parcela, totalizando 126 pontos de amostragem por parcela. As medidas de cobertura foram feitas com uma barra de solda de 2.5 mm de diâmetro. As medidas são expressas pela soma do total de número de pontos cobertos por espécie.

3.2.2 – Folhiço

A profundidade da camada de folhiço foi medida nos mesmos pontos que a cobertura vegetal, usando uma barra de solda de 2,5 mm de diâmetro. Esta foi inserida na folhiço até tocar o solo. Posteriormente, a profundidade (cm) da camada de folhas perfurada foi medida com uma régua escolar. Para as análises considerou-se a média dos 126 pontos como a medida de folhiço para cada parcela.

3.2.3 - Solo

As amostras de solo foram coletadas a cada 50 m ao longo do maior eixo de cada parcela, totalizando seis amostras por parcela que foram analisadas separadamente. Cada amostra consistiu em 500 g de solo coletado a 15 cm de profundidade (as ervas estudadas apresentam raízes superficiais) em um buraco com diâmetro de aproximadamente 20 cm. Para cada amostra foram feitas análises granulométricas, e a média de cada fração de classes de tamanho para cada parcela foi utilizada nas análises estatísticas. As análises granulométricas foram feitas pelo técnico Orlando do Laboratório Temático de Solo do Instituto Nacional de Pesquisas na Amazônia (INPA).

Para as análises granulométricas inicialmente eliminou-se a matéria orgânica das amostras com um tratamento a base de água destilada e peróxido de hidrogênio, responsável pela oxidação de matéria orgânica. Depois de uma dispersão com pirofosfato de sódio as frações de solo foram separadas. O primeiro passo foi determinar a porcentagem de areia do solo com o uso de uma peneira de malha 0,053 mm. A fração retida (areia total) foi lavada e seca em estufa a 105 °C. A areia grossa foi separada com uma peneira de malha de 0,212 mm. A diferença entre areia total e areia grossa resultou na quantidade de areia fina em cada parcela. A fração restante foi dividida em silte e argila. A argila foi determinada separando-se as partículas de 20µm e secando-as

posteriormente em estufa a 105° C. O silte foi determinado pela diferença entre argila e areia.

3.3 – Inventário das comunidades

O inventário quantitativo das comunidades de Araceae, Marantaceae e Pteridófitas foram feitas entre junho e novembro de 2005. Em campo os indivíduos foram agrupados em morfotipos. Foram coletados no mínimo dois espécimes de cada morfotipo em cada parcela para posterior identificação das espécies. Pretendeu-se, com as coletas, minimizar os erros de morfotipagem e de aprendizado ao longo do estudo. Para cada morfotipo, foi obtido o número de indivíduos por parcela. Foi considerado um indivíduo plantas as plantas isoladas, sem ligação anatômica com as vizinhas.

A identificação das espécies foi feita com auxílio de bibliografia especializada (Prado 2005 a, b, c,d; Prado & Labiak 2005; Moran 2000; Kramer, 1957; Ribeiro *et al.* 1999; Kennedy & Andersson 1998; Steyemark *et al.* 1995; Windish 1992; Tryon 1991, 1989a,b; Hagberg 1990; Holttum 1986; Smith 1986; Alston 1958), e consultas ao herbário do INPA. O Dr. Alexandre Salino, taxonomista de pteridófitas da Universidade Federal de Minas Gerais, acompanhou o processo de identificação das espécies deste grupo. Os espécimes de Araceae foram identificadas por Maria de Lourdes Soares especialista da família, pesquisadora do INPA.

A altura de todos os indivíduos de espécies terrestres foram medidas. Aqueles com altura menor que 5 cm foram excluídos da amostragem devido a dificuldade na identificação das espécies destes indivíduos. Os únicos indivíduos menores que 5 cm que foram incluídos na amostragem foram os de *trichomanes trolli*, espécie diminuta de pteridófita cujos indivíduos adultos muitas vezes são menores que 5 cm.

Foram consideradas epífitas as Pteridófitas ou Araceae que utilizaram algum suporte e não apresentaram contato com o solo. As espécies em contato com o solo pelo

menos em uma fase da vida, foram denominadas hemiepífitas ou escandentes. Somente foram amostrados os indivíduos de hábito epifítico e hemiepifítico até uma altura de dois metros acima do solo. Além da altura das espécies epífitas e hemiepífitas foram registrados o hábito de cada indivíduo e a circunferência à altura do peito (CAP à 1,60 m) do respectivo forófito. O CAP dos suportes de indivíduos com todas as folhas abaixo de 1,60 m. foi medido na altura da folha mais alta.

Não foram consideradas as espécies de *Selaginella* uma vez que por se reproduzirem vegetativamente, muitas vezes formam manchas enormes nas quais é impossível determinar o que é um indivíduo.

3.4 - Análises dos dados

A composição de espécies e as variáveis ambientais (média da profundidade da camada de folhíço, cobertura de palmeiras, cobertura de espécies lenhosas e a granulometria do solo) tiveram a dimensionalidade reduzida através de técnicas multivariadas de ordenação. A redução de dimensionalidade visa resumir um conjunto de dados com muitas variáveis (como por exemplo, todas as espécies presentes em uma parcela) em um pequeno número de variáveis compostas. A ecologia de comunidades têm usado as técnicas de ordenação para buscar e descrever padrões da composição de espécies.

Para análises dos padrões de variação nas comunidades em grande escala, as variáveis ambientais foram resumidas através de Análise de Componentes Principais (PCA). As variáveis ambientais (atributos) foram padronizadas por seu valor máximo para equalizar sua contribuição na construção dos eixos. O eixo de PCA originado representa a distância ambiental entre as parcelas. No presente estudo, o primeiro eixo

de PCA, que capta a maior variação ambiental entre as parcelas, foi denominado PCA ambiental.

A composição de espécies foi resumida por meio de Escalonamento Multidimensional não Métrico (NMDS). O índice de Bray-Curtis foi utilizado como medida de distância na matriz de associação. Os eixos de ordenação da composição de espécies obtidos foram usados para descrever os padrões de variação das comunidades, e avaliar a importância relativa dos fatores abióticos na distribuição das espécies.

Duas ordenações da composição de espécies foram feitas, uma baseada em dados quantitativos (abundância relativa ou número de indivíduos das espécies) e outra usando dados qualitativos (presença e ausência das espécies). Para os dados quantitativos a matriz de dissimilaridade foi construída a partir de dados de abundância relativa das espécies (abundância absoluta padronizada pelo número total de indivíduos em cada parcela). Assim, evitou-se que as parcelas fossem ordenadas também com base no número de indivíduos total e não apenas na contribuição relativa das espécies para o total de amostras. As ordenações de dados quantitativos tendem a revelar padrões apresentados pelas espécies mais abundantes, uma vez que estas representam uma grande contribuição para as distâncias entre parcelas. As ordenações baseadas em dados qualitativos tendem a capturar os padrões das espécies raras, pois as espécies mais abundantes geralmente estão presentes na maioria das parcelas e, por isso, contribuem pouco para a distância entre elas.

Para determinar se a solução final (distâncias no espaço reduzido) obtida pelo NMDS capturou bem as distâncias reais, foi feita uma regressão entre as distâncias finais obtidas pela ordenação e as distâncias originais para se obter um coeficiente de correlação (r^2), que representa a proporção da variância nas distâncias originais captada pela ordenação. Em seguida este valor de r^2 foi comparado com os r^2 obtidos em

ordenações com uma e três dimensões para determinar se a escolha da dimensionalidade influenciaria nas conclusões das análises.

Os valores dos eixos resultantes da ordenação, que descrevem a composição da comunidade, foram usados como variáveis dependentes em testes inferenciais dos efeitos das variáveis ambientais. Os testes inferenciais foram Análises de Regressão Múltipla, quando a variável dependente foi representada por um único eixo de ordenação e Análises de Regressão Múltipla Multivariada, quando a variável dependente foi composta por dois eixos de ordenação. Análises de Covariância foram usadas quando os modelos incluíram geomorfologia, que foi tratada como uma variável categórica.

3.4.1 - Análises em grande escala (entre sítios)

Para as análises em grande escala foram adotados dois modelos. São eles:

1) Modelo ambiental

Composição de espécies (NMDS1 NMDS2) =
constante + PCAambiental +latitude +longitude.

2) Modelo geomorfológico

Composição de espécies (NMDS1 NMDS2) =
constante + Geomorfologia + latitude + geomorfologia * latitude

Os modelos foram feitos para cada grupo taxonômico separadamente. Nos testes inferenciais do modelo ambiental, os efeitos de latitude e longitude foram testados em conjunto, para evitar a interação entre as duas coordenadas.

O modelo geomorfológico teve como única coordenada geográfica a latitude, porque esta é a coordenada com maior variação entre os sítios de amostragem. O uso de

duas coordenadas geográficas aumentaria muito o número de interações a serem testadas, diminuindo assim o número de graus de liberdade para as inferências, uma vez que o número de amostras no estudo (36) não é muito grande.

3.4.2 - Partição das variâncias

Neste estudo, regressões múltiplas foram feitas usando a composição florística, das 36 parcelas, reduzida a um eixo de NMDS como variável dependente e os fatores ambientais e as coordenadas geográficas de cada parcela como variáveis independentes. Três regressões foram feitas para cada conjunto de dados de cada grupo: 1) o modelo completo, incluindo coordenadas geográficas e fatores ambientais, 2) modelo ambiental, incluindo apenas fatores ambientais e 3) modelo geográfico apenas com as coordenadas geográficas. Os coeficientes de determinação (R^2) de cada modelo foram usados para calcular a contribuição de cada variável preditora da composição florística (Legendre *et al.* 2005).

A variação total (VT) na composição das espécies é explicada em parte, apenas por fatores ambientais (variância ambiental pura - VAP), outra exclusivamente por fatores geográficos (variância espacial pura - VEP). Existe uma variação ambiental diretamente relacionada à distância geográfica sendo, portanto impossível separar estes dois fatores. A proporção da variação explicada pelo misto entre espaço e ambiente foi denominada variância mista (VM). A maior parte da variação total na composição de espécies, em geral, permanece inexplicada uma vez que a maioria dos fatores abióticos não é considerada e fatores históricos não podem ser medidos (Figura 5).

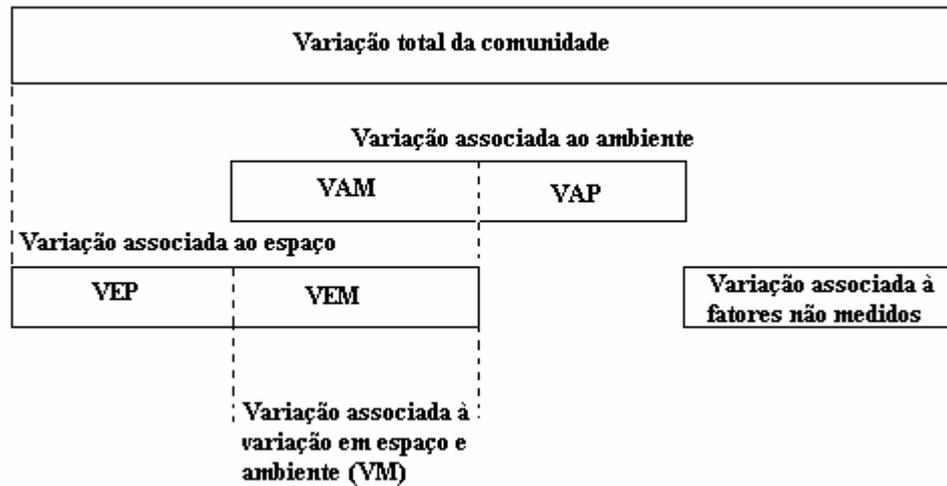


Figura 5: partição de variâncias. O maior retângulo corresponde à 100% da variação na comunidade que foi dividida em quatro frações. VEP (variação espacial pura); VEM (variação espacial mista); VAP (variação ambiental pura); VAM (variação ambiental mista); VM (variações espaciais e ambientais inseparáveis). (adaptado de Legendre et al. 2005)

O R^2 do modelo completo fornece a variação total da comunidade, o R^2 do modelo ambiental fornece a variação ambiental mista (VAM) e o do modelo geográfico a variação espacial mista (VEM). Sendo assim, $VAP = VT - VEM$; $VEP = VT - VAM$ e $VM = VT - (VEP + VAP)$.

3.4.3 - Análises em média escala (dentro de cada sítio)

Para análises em média escala foram gerados eixos de NMDS com a composição quantitativa (densidade das espécies) e qualitativa (presença e ausência) de cada sítio de amostragem em separado. Uma matriz de correlação de Pearson associada a probabilidades de Bonferroni (Apêndice 1) foi gerada para detecção de colinearidade entre as variáveis ambientais. No caso de variáveis correlacionadas, uma delas foi

selecionada para representar o grupo. O modelo de regressão múltipla multivariada utilizado nas análises em média escala foi:

$$NMS1_{(sítio)} \quad NMS2_{(sítio)} = \text{Média de folhiço} + \text{Cobertura do sub-bosque} + \text{Porcentagem de silte}$$

Nesse modelo Folhiço representa a média da profundidade da camada de folhas mortas em cada parcela. A cobertura do sub-bosque é dada pela soma das coberturas de espécies lenhosas e de palmeiras até 2m de altura e silte representa as variáveis de textura do solo.

As ordenações foram feitas no programa PCORD (McCune & Mefford 1999) e as análises inferenciais foram feitas pelo pacote estatístico Systat 8.0 (Wilkinson 1990).

IV - Resultados

4.1 - Composição das comunidades

Ao todo foram amostrados 9980 indivíduos dos três grupos vegetais, sendo 48,1% de Marantaceae, 28,1% de Peridófitas e 22,8% de Araceae. No sítio km 158 foram encontrados mais espécies dos três grupos estudados (Tabela 1). Considerando o universo amostral deste estudo, o sítio km 158 abrigou um maior número de espécies restritas de Araceae, enquanto o sítio km 83 apresentou um maior número de espécies exclusivas de Pteridófitas.

Tabela 1: Diversidade dos três grupos em cada sítio. A densidade foi dada como número de indivíduos por m² de parcela amostrada. No sítio km 83 as 16 parcelas ocupam uma área de 8000 m² enquanto no sítio km 158 20 parcelas representam 10000 m² de floresta. Na tabela, espécies restritas são aquelas que foram encontradas em apenas um dos sítios. Não existe relação da ocorrência única com a distribuição geral das espécies. As espécies compartilhadas são aquelas que ocorrem em ambos os sítios.

		Pteridófitas	Marantaceae	Araceae
Sítio Km 83	Densidade	0,074	0,23	0,12
	Total de espécies	24	21	35
	Espécies restritas	6	4	5
Sítio km 158	Densidade	0,22	0,3	18
	Total de espécies	33	23	17
	Espécies restritas	14	6	29
Km 83 e km 158	Total de espécies	39	27	54
	Espécies compartilhadas	18	17	29

4.1.2 – Pteridófitas

Nas 36 parcelas amostradas foram registrados 3159 indivíduos de pteridófitas distribuídos em 13 famílias 18 gêneros e 39 espécies (Anexo 2). Para as análises, as variedades *Lindsaea lancea* var. *falcata* e *Lindsaea lancea* var. *lancea* foram contadas como taxa devido a grande diferença morfológica entre as duas. Duas espécies de *Elaphoglossum* nitidamente distintas permanecem indeterminadas, assim como uma espécie de Cyatheaceae e uma de *Microgramma*.

Trichomanes vittaria e *Triplophyllum* sp foram coletadas ao longo das trilhas no sítio do km 158, mas não foram registradas nas parcelas. Baseado em exemplares do herbário INPA, as folhas estéreis de *T. vittaria* são muito parecidas com as folhas estéreis de *T. pinnatum*. Devido as semelhanças entre as plantas vegetativas, *T. vittaria*

e *T. pinnatum* podem ter sido misturadas durante a coleta de campo. Contatos com especialistas e comparações minuciosas em herbários serão feitas para detectar diferenças mais consistentes entre folhas vegetativas destas duas espécies para posterior coleta de dados.

Hymenophyllaceae foi a família com maior número de espécies (10), todas do gênero *Trichomanes*. *Lindsaea* e *Adiantum* apresentaram quatro espécies cada. A espécie com mais indivíduos foi *Trichomanes trolli* com 565 indivíduos (18%). No entanto, esta espécie esteve restrita à quatro parcelas do sítio km 158. As maiores densidades foram amostradas em margens de igarapés sujeitas a inundações periódicas. Na mesma situação encontrou-se *Trichomanes hostmannianum*, a terceira espécie mais abundante, com 485 indivíduos (15%) distribuídos em apenas duas parcelas do sítio km 158. Ambas ocorreram nas parcelas que, em alguma parte de sua extensão, incluíam leito de igarapé com margem formada por barrancos bastante inclinados. *Trichomanes pinnatum* foi a segunda espécie com maior número de indivíduos, 553 (17,50%) amplamente distribuídos em 34 parcelas.

A composição de espécies de pteridófitas se diferiu entre os sítios (Figura 6). No Sítio km 83 foram amostrados 593 (19%) indivíduos distribuídos em 12 famílias, 16 gêneros e 24 espécies. Os gêneros *Salpichlaena* e *Elaphoglossum* não foram encontrados nesse sítio. *T. pinnatum* foi a espécie com mais indivíduos (30%) ocorrendo nas 16 parcelas desse sítio. Em seguida, *Lindsaea lancea* var. *lancea* foi a segunda espécie com maior proporção dos indivíduos (23%) distribuídos em 11 parcelas. Nove (39%) das 23 espécies foram encontradas somente neste sítio.

O Sítio km 158 apresentou maior número de espécies. Nele foram amostrados 2209 (70%) indivíduos distribuídos nas 13 famílias, 17 gêneros e 32 espécies. *Trichomanes trolli* e *T. hostmannianum* foram as espécies com maior número de

indivíduos nesse sítio, apesar de pouco frequentes. As duas espécies juntas representam 46% dos indivíduos da comunidade de Pteridófitas desse sítio. *T. pinnatum* foi a terceira espécie mais abundante (17%), com indivíduos distribuídos em todas as parcelas do sítio km 158. *T. ankersii* representou 12% de todos os indivíduos de pteridófitas nesse sítio. Apesar de apresentar maior número de espécies em relação ao sítio km 83, apenas três espécies de pteridófitas foram encontradas nesse sítio.

Foram encontradas 18 espécies comuns aos dois sítios. Dessas, sete apresentaram os maiores número de indivíduos no sítio km 83. Por exemplo, *Adiantum cajennense* representa 94% dos indivíduos encontrados em 12 das 16 parcelas do sítio km 83, *Lindsaea lancea* var. *lancea* com 65% e *Triplophyllum dicksonioides* com 62%. Onze das 18 espécies presentes em ambos os sítios apresentaram mais indivíduos no sítio km 158.

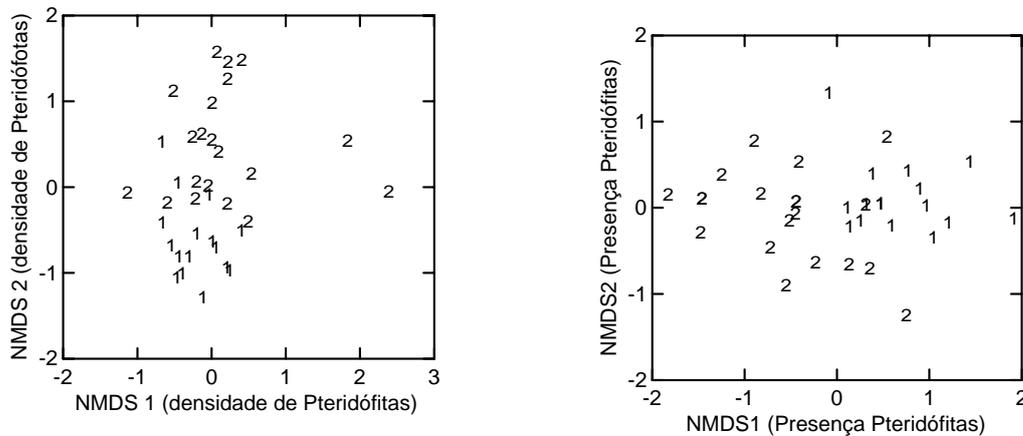


Figura 6: ordenação com NMDS em duas dimensões para dados quantitativos (A) e ou qualitativos (B). Os eixos representam a ordem das parcelas por dissimilaridade em composição de espécies. Os pontos representam as parcelas e estão classificados pelos sítios de amostragem: 1-Sítio km 83; 2-Sítio km 158.

Em gráficos de MDS1 x MDS2, a disposição dos pontos pode sofrer rotação, inversão vertical ou horizontal. Apenas a posição relativa dos pontos entre si é mantida.

Portanto, o fato dos valores dos eixos de NMDS serem negativos não tem nenhum significado.

4.2.2 - Marantaceae

A amostragem de Marantaceae totalizou 4799 indivíduos distribuídos em três gêneros, sendo 18 espécies e nove morfotipos (Anexo 3). O gênero *Ischnosiphon* foi o mais rico da família com oito espécies identificadas mais sete morfotipos. Em seguida, *Monotagma* com sete espécies e *Calathea* com três espécies e dois morfotipos. Os espécimes que ainda se apresentam como morfotipos serão recoletados para identificação das espécies.

A composição de Marantaceae foi nitidamente distinta entre os dois sítios de amostragem (Figura 7). No sítio Km 83 foram amostrados 1836 indivíduos (38%) de Marantaceae. A espécie com maior número de indivíduos (305) foi *Ischnosiphon hirsutus* e ocorreu em 12 das 16 parcelas deste sítio. Quatro (14,81%) das 27 espécies de Marantaceae amostradas neste estudo foram encontradas somente neste sítio. São elas: *Monotagma ulei* com 28 indivíduos, *Ischnosiphon* sp5, 46 *Monotagma laxum*, 48 e *Ischnosiphon paryrizinho*, 49.

Monotagma vaginatum com 20% dos indivíduos distribuídos em 11 parcelas e *Monotagma tomentosum* com 12% dos indivíduos distribuídos em 16 parcelas, foram as espécies mais abundantes em toda a amostragem. No entanto ocorreram apenas no sítio km 158. Conseqüentemente, foram também as espécies mais abundantes desse sítio.

No sítio km 158 foram amostrados 2963 indivíduos (62%) de Marantaceae distribuídos em 23 espécies. Seis (22%) das 27 espécies estão restritas a este sítio. São elas: *Monotagma tomentosum* (29%), *Monotagma vaginatum* (32%), *Monotagma angustissimum* (12%), *Ischnosiphon* sp4 (1%), *Ischnosiphon* sp7 (0,7%), *Ischnosiphon* cf. *killipii* (0,03%).

Os dois sítios apresentaram em comum 17 (63%) das 27 espécies amostradas. Dessas, 12 apresentaram as maiores abundâncias no sítio km 83. Por exemplo, *Ischnosiphon* sp2 apresentou 97,3% dos indivíduos no sítio km 83, *Monotagma plurispicatum* var. *plurispicatum* com 94,2%, *Calathea propinqua* com 92,3% e *Ischnosiphon hirsutus* com 88,4% dos indivíduos. Cinco das espécies comuns aos dois sítios apresentaram mais indivíduos no sítio km 158. São elas: *Ischnosiphon arouma* com 95,75% dos indivíduos no sítio km 158, *Ischnosiphon* sp6 com 87,5%, *Calathea cannoides* com 80%, *Ischnosiphon* cf. *puberulus* com 70,7%, *Calathea* sp2 com 64,3% dos indivíduos nesse sítio.

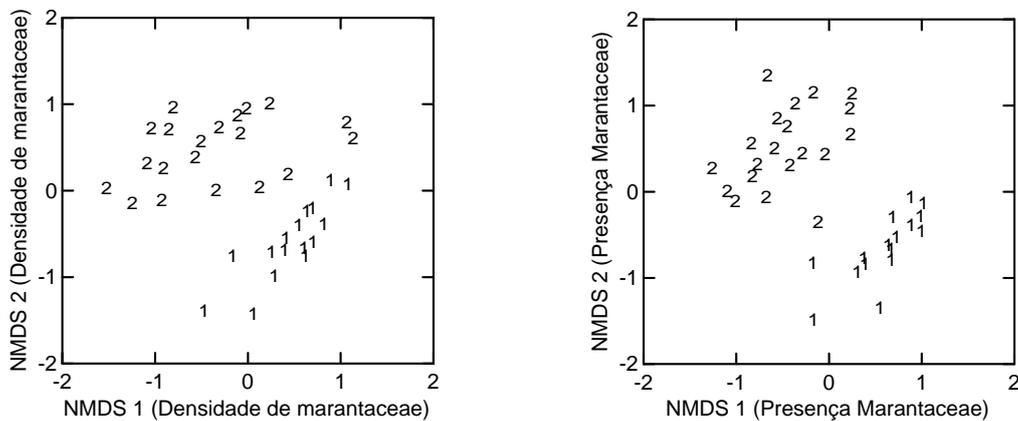


Figura 7: ordenação com NMDS em duas dimensões para dados quantitativos (A) ou qualitativos. B). Os eixos representam a ordem das parcelas por dissimilaridade em composição de espécies de Marantaceae. Os pontos representam as parcelas e estão classificados pelos sítios de amostragem: 1- Sítio km 83; 2- Sítio km 158.

4.2.3 – Araceae

Ao todo foram amostrados 2279 indivíduos de Araceae distribuídos em nove gêneros, 53 espécies e um morfotipo cujo gênero permanece indeterminado (Tabela 4). *Philodendron* foi o gênero com mais espécies (32). Destas, onze permaneceram

indeterminadas e duas são possivelmente espécies novas, segundo Maria de Lourdes Soares, especialista na família que identificou o material.

A espécie mais representativa em toda a amostragem foi *Philodendron fragantissimum* com 34% do total de indivíduos registrados em todas as parcelas. Em seguida, as espécies mais abundantes foram *P. surinamense*, com 10% dos indivíduos presentes em 31 parcelas e *P. revillanum* (9%), distribuído em 27 parcelas.

A segregação entre as comunidades de Araceae dos dois sítios foi mais nítida quando dados qualitativos foram analisados (Figura 8). No sítio km 83 foram amostrados 923 (40,5%) indivíduos distribuídos em 35 espécies. Do total de indivíduos 49% são da espécie *Philodendron fragantissimum*. *P. surinamense* foi a segunda espécie mais amostrada nesse sítio (11,3%) seguida por *Alloschemone occidentalis* (10,8%). Apenas cinco espécies foram restritas ao sítio Km 83. São elas: *Philodendron* sp1, *Philodendron megalophyllum* e *Philodendron* sp9, *Philodendron* sp3, *Philodendron* sp7 e *Anthurium sinuatum*.

No sítio km 158 foram amostrados 1356 (59,5%) indivíduos distribuídos em 47 espécies. A espécie mais abundante foi *Philodendron fragantissimum* com 24,2% dos indivíduos seguida por *P. revillanum* (11,2%) e *Philodendron* sp11, (8,2%). Dezoito (38,3%) das 47 espécies foram restritas ao sítio km 158. Dentre elas, *Philodendron brevispathum* com 3,8% do total de indivíduos, *Monstera cf. dubia*, 1,1% e *Dieffenbachia seguine* com 0,6%.

As amostras dos dois sítios compartilham 29 (54,7%) das espécies. Destas, 10 apresentaram as mais indivíduos no sítio km 83 e 15 no sítio km 158. Das espécies mais abundantes no sítio km 83, destacaram-se *Philodendron* sp2 com 83,3% dos indivíduos amostrados nesse sítio e *Philodendron* sp5, com 75% dos indivíduos no sítio km 83. No sítio km 158, as espécies compartilhadas mais representativas foram *Philodendron* sp 11

com 97,4% dos indivíduos *Philodendron elaphoglossoides*, com 96,6% e *Philodendron quinquelobum* com 78,6% dos indivíduos amostrados no sítio Km 158.

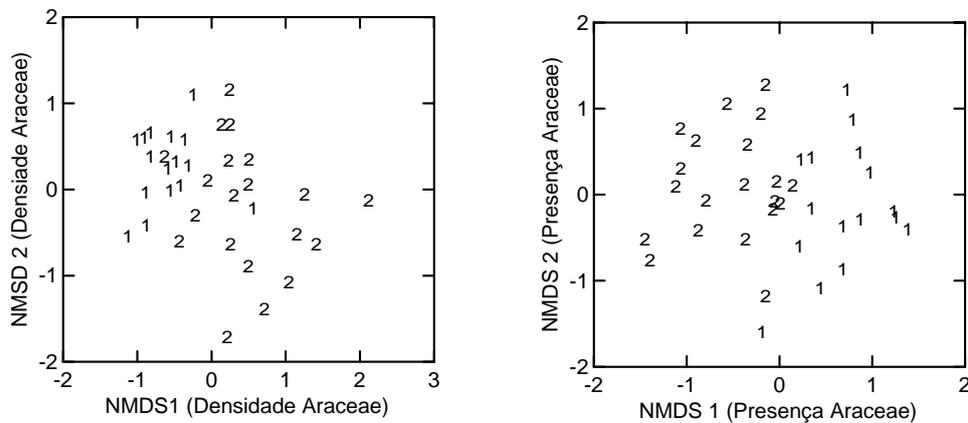


Figura 8: ordenação com NMDS em duas dimensões para dados quantitativos (A) e qualitativos(B). Os eixos representam a ordem das parcelas por dissimilaridade em composição de espécies de Araceae. Os pontos representam as parcelas e estão classificados pelos sítios de amostragem: 1- Sítio Km 83; 2- Sítio Km 158.

4.2 - As variáveis ambientais

As variáveis ambientais diferiram muito entre os sítios de amostragem (Tabela 6). O sítio km 158 apresentou as maiores variâncias e amplitudes para as variáveis de solo e folhiço. Os solos das parcelas do sítio km 158 foram, em média, mais arenosos que no sítio km 83, que apresentou solos mais argilosos (Tabela 6). A camada de folhiço no sítio km 158 foi muito mais espessa, com amplitude, média e variância muito maiores do que no sítio km 83. O sub-bosque do sítio km 83 foi mais fechado, devido a maior média de cobertura de lenhosas e palmeiras (Figura 9). No entanto a cobertura de palmeiras é mais representativa no sítio km 158.

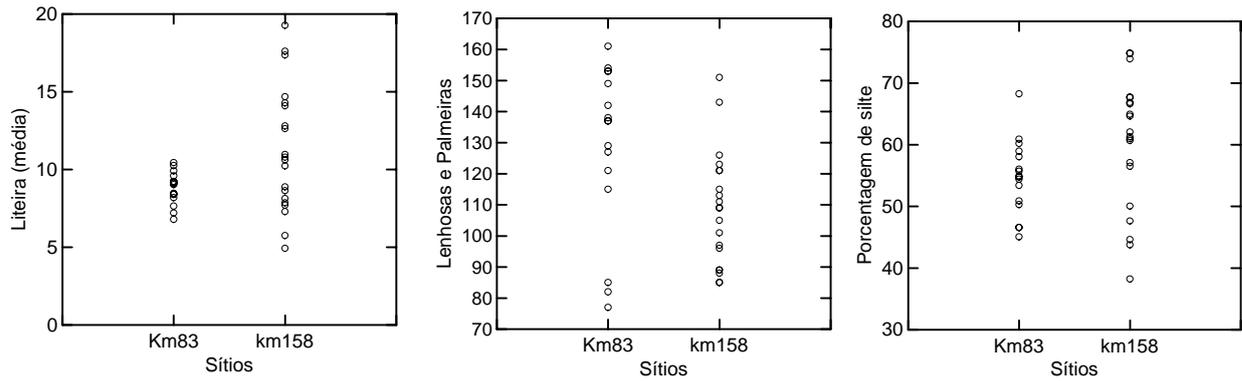


Figura 9: média da camada do folhiço, soma da cobertura de lenhosas e palmeiras e porcentagem de silte nas 36 parcelas dos sítios km 83 e km 158, BR 319, Amazonas, Brasil.

Silte foi a variável edáfica mais correlacionada com todas as outras texturas do solo (Apêndice 1) e por isso, foi utilizada nos modelos de regressão em média escala para representar as características edáficas de cada parcela.

O eixo 1 do PCA ambiental captou 32% da variância das distâncias originais das variáveis ambientais medidas. A porcentagem de argila, de areia grossa, a cobertura de plantas lenhosas e a profundidade média de folhiço foram as variáveis que mais contribuíram para a formação do primeiro eixo do PCA ambiental.

Tabela 2: mínimo, máximo, média, desvio padrão (SD), variância e amplitude das variáveis ambientais utilizadas nos modelos de regressão. Média de Folhiço. Palmeiras, Lenhosas e variáveis de textura do solo foram resumidas por análise de componentes principais (PCA). Cobertura é a soma da cobertura de lehosas e da cobertura de palmeiras.

	Mínimo	Máximo	Média	SD	variância	Amplitude
Média folhiço	4,928	19,276	10,156	3,283	10,78	14,348
Média folhiço km 83	6,79	10,444	8,815	1,034	1,068	3,655
Média Folhiço km 158	4,928	19,276	11,229	4,036	16,286	14,348
Palmeiras	16	107	68,139	20,423	417,094	91
Palmeiras km 83	16	90	62,938	18,792	353,129	74
Palmeiras km 158	39	107	72,3	21,179	448,537	68
Lenhosas	16	102	49,556	21,119	446,025	86
Lenhosas km 83	28	102	65,812	19,624	385,096	74
Lenhosas km 158	16	51	36,55	10,817	116,997	35
Cobertura	77	161	117,694	24,346	592,733	84
Cobertura km 83	77	161	128,75	26,697	712,733	84
Cobertura km 158	85	151	108,85	18,545	343,924	66
Silte	38,238	74,878	57,788	9,201	84,658	36,64
Silte km 83	45,075	68,268	54,696	6,031	36,376	23,193
Silte km 158	38,238	74,878	60,262	10,618	112,743	36,64
Argila	6,267	28,452	17,236	6,216	38,641	22,185
Argila km 83	13,798	27,75	19,742	4,206	17,692	13,952
Argila km 158	6,267	28,452	15,23	6,906	47,691	22,185
Areia grossa	0	27,288	3,671	5,816	33,824	27,288
Areia grossa km 83	0,513	2,43	1,55	0,608	0,37	1,917
Areia grossa km 158	0	27,288	5,368	7,429	55,195	27,288
Areia fina	11,64	39,213	21,305	6,928	48,003	27,573
Areia fina km 83	15,193	39,213	24,012	7,192	51,731	24,02
Areia fina km 158	11,64	29,735	19,14	6,04	36,485	18,095

4.3 - Importância relativa dos fatores ambientais em média escala sobre composição de espécies

Para apresentação dos resultados foi utilizada a ordenação em duas dimensões, uma vez que ela representou bem as distâncias de composição originais entre as parcelas para os três grupos e sua interpretação é mais fácil que ordenações em mais dimensões.

As descrições dos resultados das distribuições das espécies excluíram as espécies que ocorreram em apenas uma parcela, uma vez que sua distribuição aparentemente restrita pode ser simplesmente devido ao tamanho da amostragem. A ordem das espécies nos gráficos de distribuição foi construída usando como variável ordenadora a regressão parcial do eixo de ordenação que esteve relacionada à variável ambiental (silte, folhiço ou cobertura) analisada.

4.3.1 - Pteridófitas

A ordenação em duas dimensões feita com base na densidade das espécies do sítio km 83 captou 81,8% da variância das distâncias originais. Nesse sítio, nenhum dos fatores ambientais analisados esteve significativamente relacionado à composição representada pelos dois eixos de ordenação (Tabela 7).

Não foi possível calcular os escores dos eixos de ordenação em duas dimensões para os dados quantitativos do km 158. Duas espécies, *Trichomanes trolli* e *T. hostmanianum* que apresentaram muitos indivíduos distribuídos em poucas parcelas tornou esta ordenação incompatível com o programa PCORD. Sem estas duas espécies a ordenação em duas dimensões para a densidade das espécies do sítio km 158 captou 85,8% das distâncias originais. Apenas folhiço esteve significativamente relacionado à composição das pteridófitas representadas pelos dois eixos neste sítio. (Tabela 7).

Os dois eixos de ordenação calculados a partir da presença ou ausência das espécies de pteridófitas do sítio km 83 captaram 86,9% da variância das distâncias originais. Nesse sítio, nenhuma das variáveis independentes apresentou efeito significativo sobre a composição qualitativa das pteridófitas (tabela 7). A variância captada pela ordenação em duas dimensões dos dados qualitativos das pteridófitas do sítio km 158 foi de 87,3%. Nesse sítio a profundidade da camada de folhiço exerceu efeito (Tabela 7) sobre os dois eixos de ordenação.

4.3.2 - Marantaceae

A ordenação em duas dimensões da composição quantitativa de Marantaceae captou bem as distâncias originais em ambos os sítios. No sítio km 83 a variância captada pelos dois eixos de ordenação foi de 79 % enquanto no sítio km 158 foi de 78 %. Silte foi um bom preditor da composição quantitativa de Marantaceae em ambos os sítios (Tabela 7). No sítio km 158, além do silte, folhiço exerceu um forte efeito sobre a composição de Marantaceae quando adotei o modelo com dois eixos de ordenação.

A ordenação em duas dimensões dos dados qualitativos de Marantaceae do sítio km 83 captou mais variância (88%) que a ordenação no sítio km 158 (62%). Apenas silte esteve significativamente relacionado (Tabela 7) à presença das espécies de Marantaceae no sítio km 83, enquanto os efeitos da folhiço e da cobertura do sub-bosque não foram significativos. No sítio km 158, a média da profundidade da camada de folhiço teve efeito sobre a composição qualitativa das Marantaceae, mas os efeitos de silte e cobertura não foram significativos.

4.3.3 - Araceae

As regressões utilizando a ordenação da comunidade em duas dimensões indicaram que folhiço e silte apresentam efeito significativo (Tabela 7) sobre a composição quantitativa das aráceas no sítio do km 158. Nenhuma das variáveis independentes exerceu efeito sobre a densidade de Araceae no sítio km 83 (Tabela 7).

Para dados qualitativos nenhuma das variáveis analisadas exerceu efeito significativo sobre a composição representada pelos eixos de ordenação, em qualquer um dos 2 sítios (Tabela 7).

Tabela 3: estatística F, Probabilidades (P) associadas com a hipótese nula de não haver efeito da média da profundidade da camada de folhiço (cm), cobertura de lenhosas somada a cobertura de palmeiras (cobertura) e silte (%) em regressão múltipla.

Grupo	Sítio	Tipo de dados	Média de folhiço	de cobertura	Silte
Marantaceae	km 83	Quantitativos	1.176 (0.344)	1.261 (0.321)	5.928 (0.018)
		Qualitativos	0.416 (0.670)	1.313 (0.308)	2.336 (0.143)
	km158	Quantitativos	13.350 (0.000)	2.502 (0.115)	4.241 (0.035)
		Qualitativos	3.806 (0.046)	1.487 (0.258)	2.448 (0.120)
Pteridófitas	km 83	Quantitativos	0.297 (0.749)	0.095 (0.910)	0.919 (0.427)
		Qualitativos	0.373 (0.697)	0.008 (0.992)	3.507 (0.066)
	km158	Quantitativos	11.584 (0.001)	0.608 (0.557)	3.312 (0.064)
		Qualitativos	8.891 (0.003)	1.478 (0.260)	1.022 (0.384)
Araceae	km 83	Quantitativos	1.392 (0.289)	0.848 (0.454)	0.676 (0.528)
		Qualitativos	0.836(0.459)	0.103(0.903)	1.137(0.356)
	km158	Quantitativos	5.232 (0.019)	2.072 (0.160)	5.828 (0.013)
		Qualitativos	1.182 (0.334)	0.874 (0.437)	0.545 (0.591)

4.4 - Distribuição das espécies ao longo dos gradientes ambientais

4.4.1 - Pteridófitas

No sítio km 83 a densidade relativa de espécies de Pteridófitas amostradas mostrou um padrão de distribuição hierárquico com acúmulo de espécies na porção do gradiente com as menores proporções de silte (Figura 10). Das 16 espécies do sítio km 83, três ocorreram em apenas uma parcela e sete parecem não responder ao gradiente determinado por silte. Das espécies distribuídas ao longo de todo o gradiente, *Triplophyllum dicksonioides*, *Trichomanes pinnatum* e *Trichomanes tuerckheimii* apresentaram mais indivíduos nas parcelas com menor quantidade e silte. *Lomariopsis prieuriana* e *Danaea cf. simplicifolia* apresentaram-se restritos às parcelas com pouco silte.

No sítio km 158, o padrão de distribuição de espécies ao longo do gradiente de silte foi fraco e poucas espécies apresentaram-se associadas a um dos extremos do gradiente de silte (Figura 11). Das 23 espécies de pteridófitas encontradas no sítio km 158, sete ocorreram em apenas uma parcela.

As 16 espécies distribuídas em pelo menos duas parcelas apresentam um padrão hierárquico ao longo do gradiente de folhiço, com um acúmulo de espécies nas parcelas com menor profundidade da camada de folhiço (figura 12). *Metaxya rostrata* e *Trichomanes ankersii*, não reponderam ao gradiente de folhiço ocorrendo na maioria das parcelas. *Lindsaea lancea* var. *lancea*, *Adiantum tomentosum* e *Trichomanes pinnatum* foram encontradas somente nas parcelas com pouca quantidade de folhiço. *Lindsaea lancea* var. *falcata*, apesar de amplamente distribuída apresentou as mais indivíduos nas parcelas com mais folhiço.

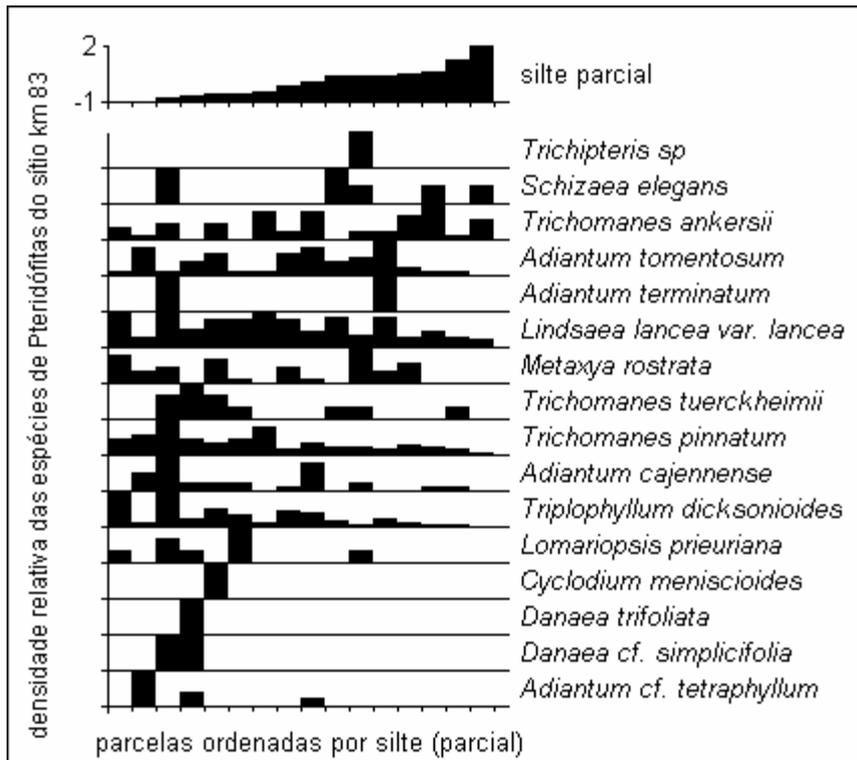


Figura 10: variação na composição das espécies de Pteridófitas em termos de abundância relativa ao longo de um gradiente representado pela regressão parcial do silte (derivado de uma regressão múltipla incluindo silte, cobertura e folhiço) em 16 parcelas do sítio no km 83 da BR 319, Amazonas, Brasil.

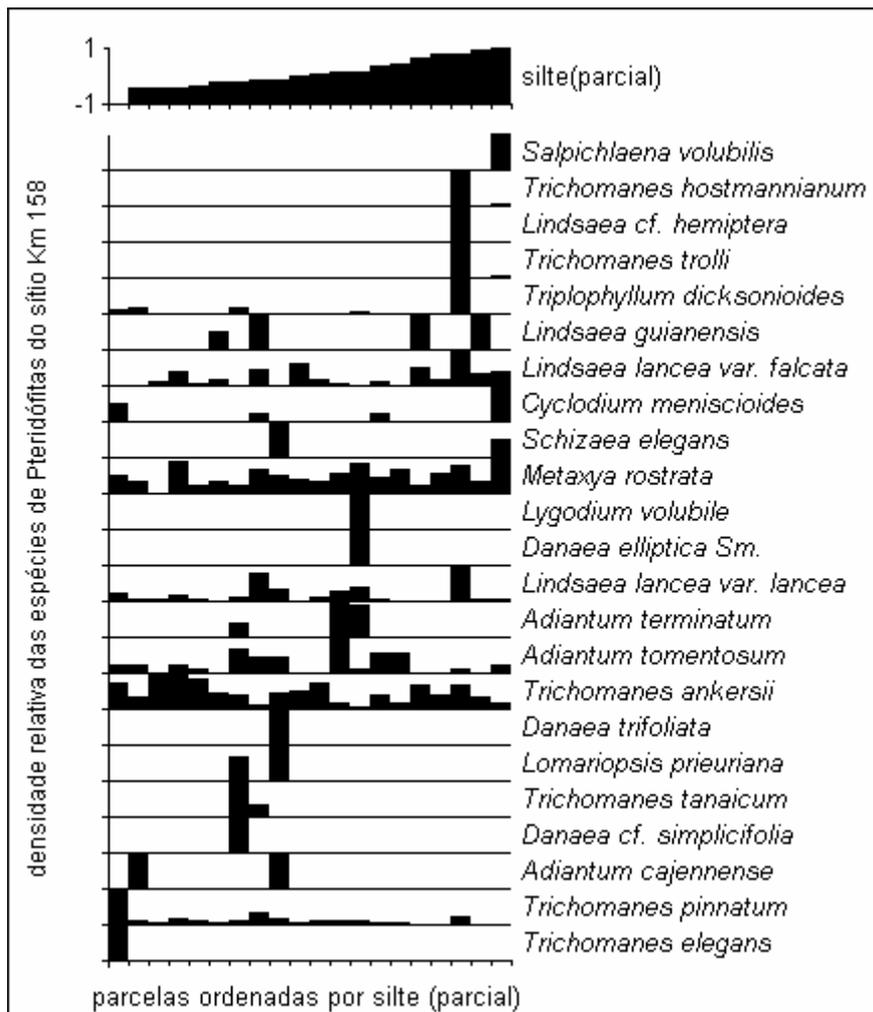


Figura 11: variação na composição das espécies de Pteridófitas em termos de abundância relativa ao longo de um gradiente representado pela regressão parcial do silte (derivado de uma regressão múltipla incluindo silte, cobertura e folhiço) em 20 parcelas do sítio km 158, BR 319, Amazonas, Brasil.

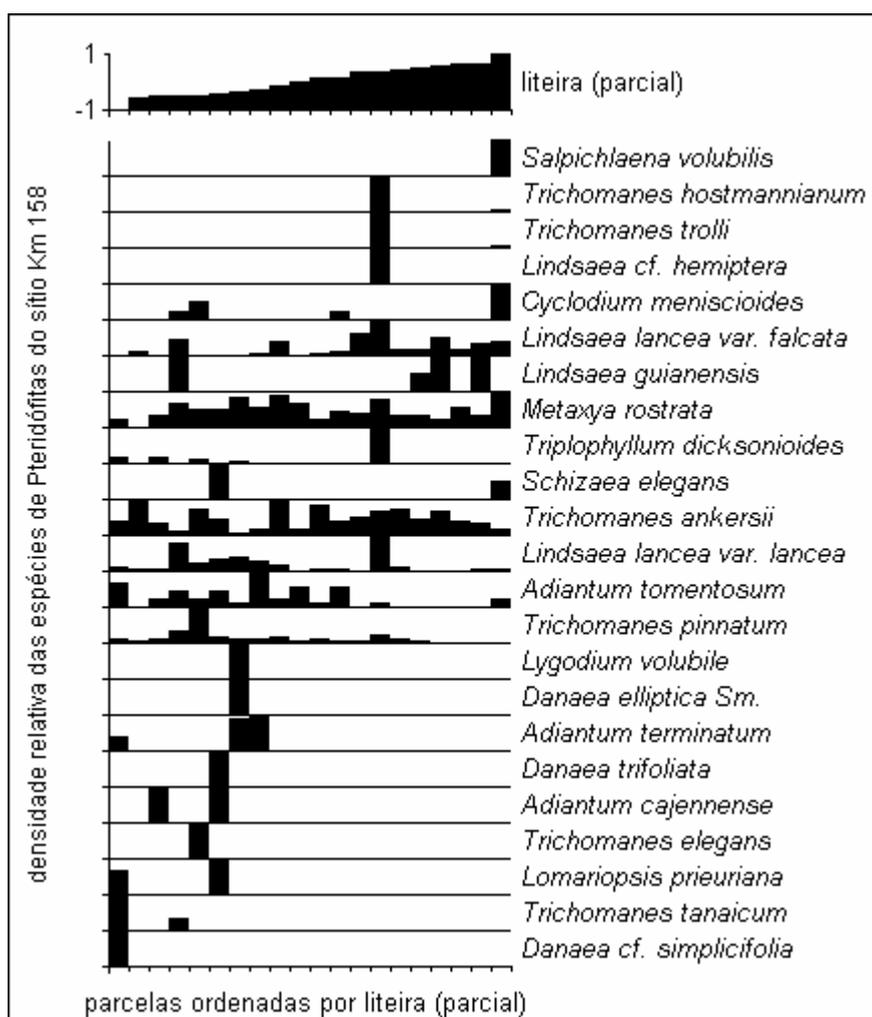


Figura 12: variação na composição das espécies de Pteridófitas em termos de abundância relativa ao longo de um gradiente representado pela regressão parcial do folhiço (derivado de uma regressão múltipla incluindo silte, cobertura e folhiço) em 20 parcelas do sítio km 158, BR 319, Amazonas, Brasil.

4.4.2 - Marantaceae

No sítio km 83 a densidade de espécies de Marantaceae amostradas mostrou um padrão de substituição gradual das espécies ao longo do gradiente representado por silte (Figura 13). 14% das espécies ocorreram em apenas uma parcela. 9,5% das espécies

(*Calathea sp 2*, *Monotagma lilacinum* e *Monotagma ulei*), estiveram associadas às parcelas com muito silte. *Ischnosiphon sp3*, apesar de ocorrer na maioria das parcelas, apresentou mais indivíduos nas parcelas com maior quantidade de silte. Outro grupo (19%) de espécies (*Ischnosiphon paryrizinho*, *Ischnosiphon cf. leucophaeus*, *Ischnosiphon cf. puberulus* e *Ischnosiphon longiflorus*) esteve mais associado às parcelas com menor conteúdo de silte. *Ischnosiphon sp1* apresentou-se associado às porções intermediárias do gradiente. *Ischnosiphon sp2*, *Ischnosiphon hirsutus*, apesar de ocorrerem ao longo de todo o gradiente apresentaram mais indivíduos nas parcelas com menor conteúdo de silte. Apesar de apresentar uma leve tendência de mudança do número de indivíduos das espécies de Marantaceae do meio, em uma ou outra direção do gradiente de silte, 42% das espécies não responderam a este gradiente ocorrendo na maioria das parcelas do sítio km 83.

O segundo eixo de ordenação da comunidade de Marantaceae do sítio km 158 esteve relacionado com a média de folhiço ($p= 0,001$; $t= -4,100$) e com a soma da cobertura de lenhosas e palmeiras ($p= 0,035$; $t= -2,034$). O efeito de silte sobre a comunidade de marantaceae do sítio km 158 não pode ser separado em um dos eixos da ordenação em duas dimensões e portanto, não pode ser visualizado.

A distribuição da densidade relativa das espécies de Marantaceae sobre o gradiente ambiental formado pela média da folhiço nas 20 parcelas do sítio km 158 está representada na figura 14. 21,7% das espécies ocorreram em apenas uma das 20 parcelas e, portanto fica difícil concluir algo a respeito das suas distribuições. Houve uma substituição gradual da comunidade de Marantaceae no gradiente ambiental formado pela profundidade da camada de folhiço (figura 14). Das 18 espécies que ocorreram em mais de uma parcela, 11 ocorreram ao longo de todo o gradiente. *Calathea cannoides* e *Calathea sp1*, apesar de amplamente distribuídas, apresentaram

mais indivíduos no meio do gradiente. *Ischnosiphon longiflorus*, não ocorreu na porção intermediária do gradiente estando associado aos extremos. As espécies *Calathea* sp2, *Monotagma lilacinum*, e *Ischnosiphon martianus* apresentaram-se associadas às parcelas com menor quantidade de folhiço. Apesar de ter ocorrido na maioria das parcelas, *Ischnosiphon arouma* apresentou mais indivíduos nas parcelas com pouca folhiço. *Monotagma tomentosum* apresentou mais indivíduos nas parcelas onde a camada de folhiço foi mais profunda.

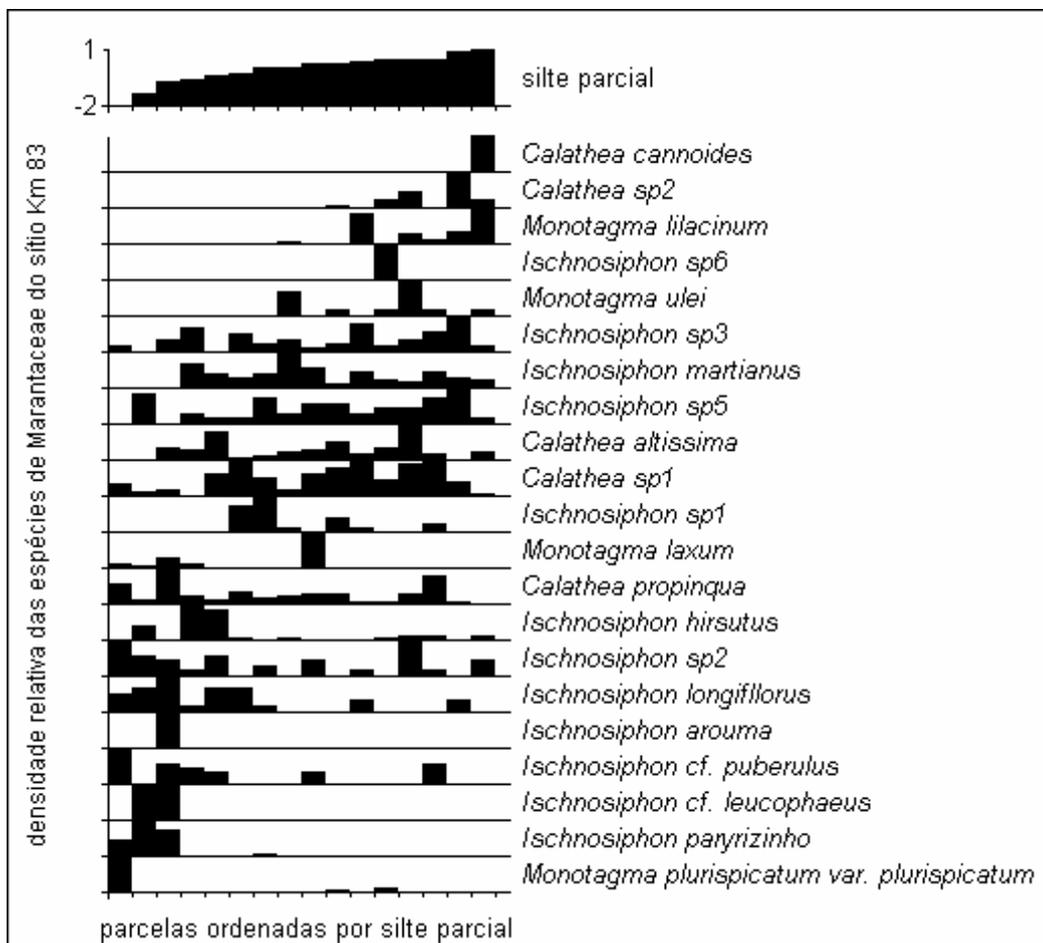


Figura 13: variação na composição das espécies de Marantaceae em termos de abundância relativa ao longo de um gradiente representado pela regressão parcial do silte (derivado de uma regressão múltipla incluindo silte, cobertura e folhiço) em 16 parcelas do sítio km 83, BR 319, Amazonas, Brasil.

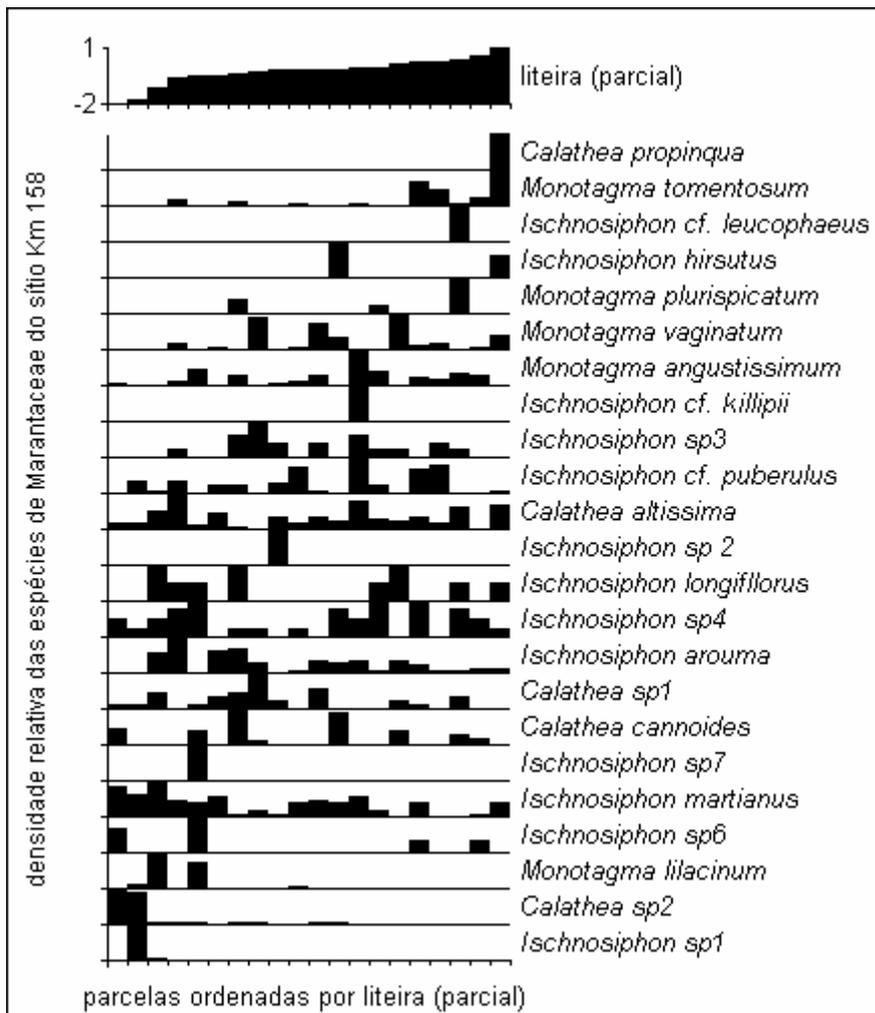


Figura 14: variação na composição das espécies de Marantaceae em termos de abundância relativa ao longo de um gradiente representado pela regressão parcial do folhiço (derivado de uma regressão múltipla incluindo silte, cobertura e folhiço) em 20 parcelas de um sítio no km 158 da BR 319, Amazonas, Brasil.

Foi observado padrão similar ao de substituição gradual das espécies de Marantaceae ao longo do eixo de gradiente formado pela cobertura delenhosas e palmeiras (Figura 15). Das 17 espécies que ocorreram em mais de uma parcela duas (*Monotagma vaginatum* e *Monotagma tomentosum*) estiveram associadas às parcelas com cobertura mais densa. Duas associaram-se às parcelas com menos cobertura

(*Calathea* sp2 e *Monotagma lilacinum*). A maioria das espécies não respondeu à esse gradiente.

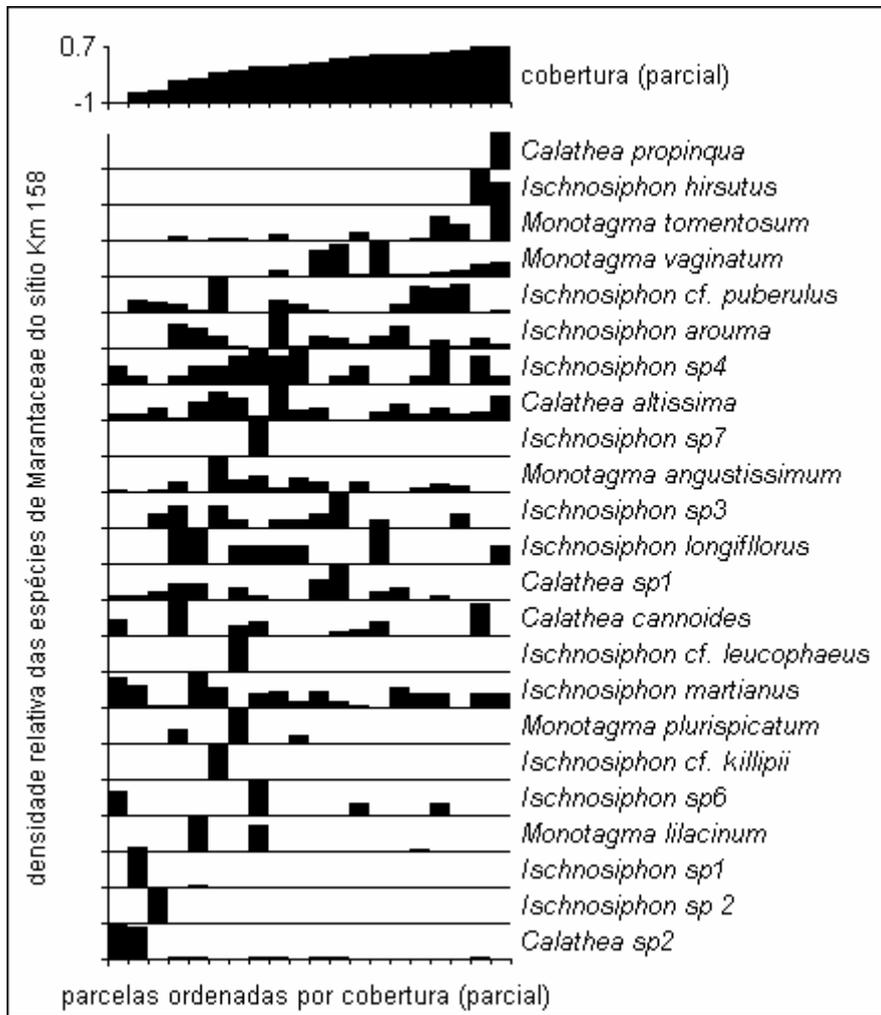


Figura 15: variação na composição das espécies de Marantaceae em termos de abundância relativa ao longo de um gradiente representado pela regressão parcial da soma da cobertura de lenhosas e palmeiras até 2m de altura (derivado de uma regressão múltipla incluindo silte, cobertura e folhiço) em 20 parcelas do sítio km 158 da BR 319, Amazonas, Brasil.

4.4.3 – Araceae

Para gerar os gráficos de distribuição das espécies de Araceae do sítio km 158 (Figura 16,17) foram excluídas as espécies que ocorreram em apenas uma parcela. Por representarem uma grande proporção das espécies (34%), elas dificultaram a visualização dos padrões.

A comunidade apresentou um padrão hierárquico bastante sutil, com as espécies sendo somadas conforme aumentava o conteúdo de silte nas parcelas (Figura 16). O gráfico de abundância das espécies contra silte (parcial) revelou dois grupos de espécies. O primeiro, na parte superior da figura 16 consistiu de poucas espécies, como *Philodendron pedatum*, *P. brevispathum*, *P. wittianum* com mais indivíduos nas parcelas com maior quantidade de silte. O segundo grupo, de generalistas, inclui a maioria das espécies que ocorreram em mais de uma parcela no sítio km 158, como por exemplo, *Philodendron linnae*, *Philodendron sp11*, *Philodendron elaphoglossoides*, Ainda assim, *Alloschemone occidentalis*, apesar de ocorrer ao longo de todo o gradiente, apresentou uma tendência de maior abundancia nas parcelas com mais silte.

O padrão de distribuição das espécies de Araceae ao longo do gradiente de folhiço não foi tão bem definido como o observado para samambaias (figura 17). Algumas espécies estiveram associadas às parcelas com menor profundidade de folhiço (*Philodendron elaphoglossoides*, *Philodendron surinamense*, *Philodendron toshibai*, *Philodendron pedatum*) sendo restritas ou com mais indivíduos nas parcelas com pouca folhiço. *Philodendron fragantissimum* foi a única espécie associadas à parcelas com muita folhiço. Todas as outras 27 espécies que ocorreram em mais de uma parcela no sítio km 158 apresentaram-se amplamente distribuídas sobre o gradiente representado por folhiço.

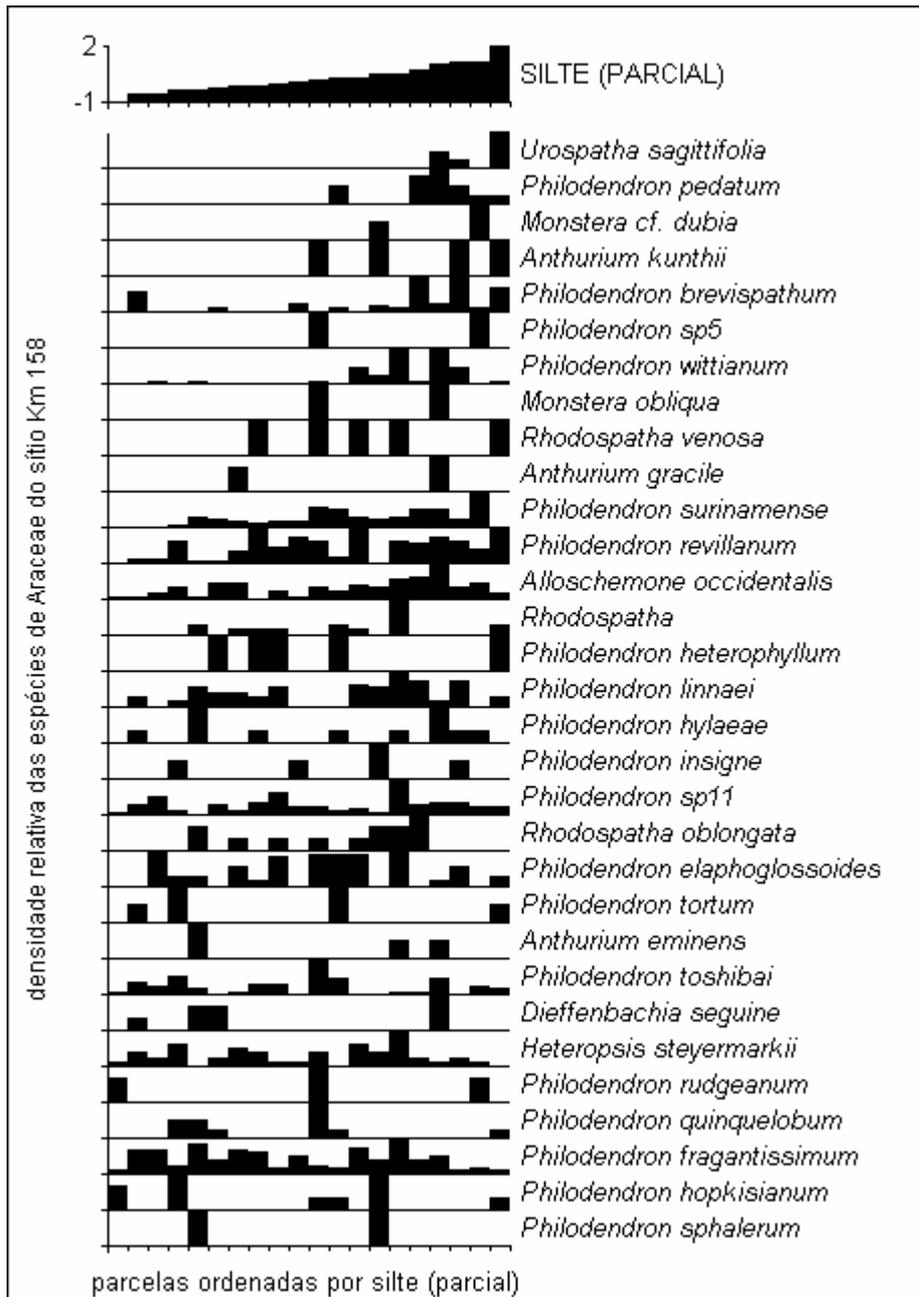


Figura 16: variação na composição das espécies de Araceae em termos de abundância relativa ao longo de um gradiente representado pela regressão parcial de silte (derivado de uma regressão múltipla incluindo silte, cobertura e folhço) em 20 parcelas do sítio km158, BR 319, Amazonas, Brasil.

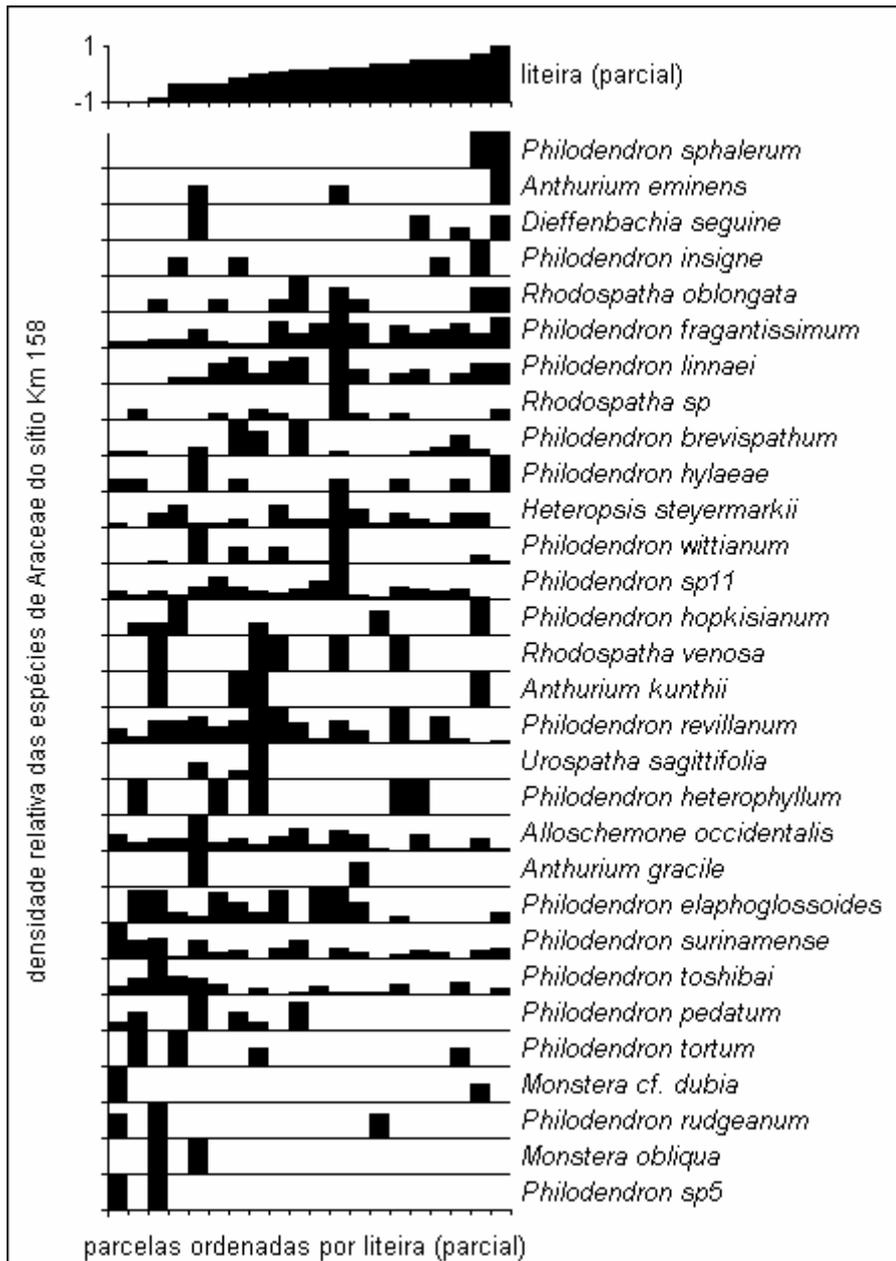


Figura 17: variação na composição das espécies de Araceae em termos de abundância relativa ao longo de um gradiente representado pela regressão parcial de folhiço (derivado de uma regressão múltipla incluindo silte, cobertura e folhiço) em 20 parcelas do sítio km 158, BR 319, Amazonas, Brasil.

4.5 - Importância relativa dos fatores ambientais e espaciais em grande escala sobre a composição das comunidades

4.5.1 - Pteridófitas

Os dois eixos de ordenação captaram muito da variância das distâncias originais para dados quantitativos (89,4%) das pteridófitas terrestres. Os resultados das análises indicaram que a composição de espécies de pteridófitas terrestres está significativamente relacionada ao ambiente e à distância geográfica (Tabela 8). O modelo geomorflógico indicou efeito significativo da geomorfologia e da distância geográfica sobre a composição quantitativa das pteridófitas (Tabela 8).

A ordenação em duas dimensões captou muito da variância das distâncias originais para dados qualitativos (88,2%). A composição qualitativa de espécies, representada pelos 2 eixos de ordenação, esteve significativamente relacionada ao ambiente e à distância geográfica (Tabela 8). O modelo geomorfológico indicou efeito significativo da geomorfologia sobre a composição qualitativa de espécies, e também efeito da distância geográfica (Tabela 8).

4.5.2 - Marantaceae

A ordenação em dois eixos de NMDS captou 72,4% da variância nas distâncias de composição originais entre as parcelas, para os dados quantitativos de Marantaceae. Houve um efeito forte da distância ambiental e da distância geográfica sobre a composição quantitativa de Marantaceae (Tabela 8). A geomorfologia foi um bom preditor da composição quantitativa de Marantaceae. A distância geográfica também teve efeito significativo neste modelo, indicando que as diferenças na composição de espécies entre os sítios não se devem apenas às diferenças de geomorfologia.

A ordenação em dois eixos de NMDS captou 85% da variância de dados qualitativos da Marantaceae. Para a ordenação em duas dimensões dos dados qualitativos a probabilidade de não existir um efeito ambiental e um efeito geográfico é bem baixa (Tabela 8). O modelo geomorfológico não indicou efeito significativo da geomorfologia ou da distância geográfica sobre a composição qualitativa das marantáceas (Tabela 9).

4.5.3 - Araceae

Os dois eixos de ordenação captaram muito bem a variância das distâncias originais para dados quantitativos (82,3%). No modelo ambiental, apenas distância geográfica apresentou efeito significativo sobre a composição de espécies de Araceae (Tabela 8). No modelo geomorfológico, as análises não indicaram efeito da geomorfologia sobre a composição de Aráceas representada pelos dois eixos de ordenação, mas o efeito da distância geográfica sobre a composição quantitativa de Araceae (Tabela 8).

A variância captada pela ordenação em duas dimensões para os dados qualitativos de Araceae foi mais baixa (52,7%). As análises também indicaram como único efeito significativo a distância geográfica (Tabela 8). O modelo geomorfológico não indicou efeito significativo sobre a composição qualitativa de Araceae representada nos dois eixos de ordenação. Nesse modelo o efeito da distância geográfica desaparece.

Tabela 4: valores de F (P) e graus de liberdade (df) para os modelos de regressão múltipla em grande escala. M. Amb = Modelo ambiental (NMS1 NMS2 = constante + PCA1ambiental +latitude +longitude). M. geom. = Modelo geomorfológico (NMS1 NMS2 = geomorfologia + latitude + latitude * geomorfologia). Os resultados foram calculados a partir da composição de espécies em 36 parcelas.

Tipos de dados	Grupo de estudo (Modelo)	PCA1ambiental		Coordenadas geográficas		geomorfologia		Geomorfologia * latitude	
		F (P)	df	F (P)	df	F (P)	df	F (P)	df
Dados quantitativos	Marantaceae (M.Amb.)	10.042 (0.000)	2,31	13.755 (0.000)	4,64	-	-	-	-
	Marantaceae (M.geom.)			3.270 (0.051)	2,31	3.307 (0.050)	2,31	3.286 (0.051)	2,31
	Pteridófitas (M.Amb.)	4.941 (0.014)	2,31	2.776 (0.034)	4,64				
	Pteridófitas (M.geom.)	-	-	5.809 (0.007)	2,31	5.127 (0.012)	2,31	5.159 (0.012)	2,31
	Araceae (M.Amb.)	0.958 (0.395)	2,31	4.033 (0.006)	4,64	-	-	-	-
	Araceae (M.geom.)	-	-	0.112 (0.895)	2,31	0.144 (0.867)	2,31	0.147 (0.864)	2,31
Dados qualitativos	Marantaceae (M. Amb)	4.708 (0.016)	2,31	11.685 (0.000)	4,64	-	-	-	-
	Marantaceae (M. geom.)	-	-	0.325 (0.725)	2,31	0.531 (0.593)	2,31	0.532 (0.593)	2,31
	Pteridófitas (M.Amb)	5.940 (0.007)	2,31	3.086 (0.022)	4,64	-	-	-	-
	Pteridófitas (M. geom.)	-	-	3.270 (0.051)	2,31	2.814 (0.075)	2,31	2.826 (0.075)	2,31
	Araceae (M.Amb.)	1.230 (0.306)	2,31	8.307 (0.000)	4,64	-	-	-	-
	Araceae (M. geom.)	-	-	0.065 (0.938)	2,31	0.007 (0.993)	2,31	0.007 (0.993)	2,31

4.6 - Variância explicada pelas variáveis ambientais e pela distância geográfica em grande escala.

A proporção da variação explicada pelos fatores ambientais foi baixa para os três grupos, especialmente Araceae. A distância foi uma boa preditora das diferenças de composição entre os sítios de amostragem para Marantaceae e Araceae, porém ela explicou muito pouco da diferença da composição de pteridófitas entre os sítios. A maior parte da variação de composição dos três grupos permaneceu inexplicada. Os resultados da partição de variância para cada grupo estão apresentados na tabela 10.

A variação mista, que pode representar o espaço, o ambiente ou estes dois fatores que podem variar concomitantemente, explicou 23% da composição quantitativa e 27% da composição qualitativa de pteridófitas. Quando considerados os efeitos isolados, o ambiente (6 % - 10%) e distância geográfica, representada pelas coordenadas geográficas (8 % 9 %) previram muito pouco da variação na composição desse grupo. Juntos a distância geográfica e a variação ambiental medida neste estudo explicaram de 38 % a 45 % da variância de composição de pteridófitas. Mais da metade da variância de composição de pteridófitas não pôde ser explicada pelas variáveis consideradas neste estudo.

A distância geográfica esteve associada a uma parte significativa da variância de composição de Marantaceae (21 % a 37 %). No entanto, o ambiente explicou pouco (5,% a 7 %) da variação desse grupo. A variação mista destes dois fatores foi de 17 % a 19 %. A variância da composição de Marantaceae explicada pelas distâncias geográficas e pela variação ambiental em conjunto foi de 50 % a 61 %. Marantaceae foi o grupo para o qual as variáveis consideradas tiveram maior poder de previsão da composição.

A variação ambiental sozinha previu muito pouco da variância de composição das aráceas (1 % a 2 %), enquanto a distância geográfica foi capaz de prever 18 % a

19%. A porção do ambiente que varia com a distância geográfica (variância mista) explicou apenas 3 % a 9 % da composição de Araceae. Juntos, geografia e ambiente explicam 23%-30% da variância de composição das aráceas. Muito da variância do grupo permaneceu inexplicada (70,4% a 77,2 %).

Tabela 5: proporção da variância, na composição de espécies de pteridófitas, Marantaceae e Araceae, explicada pelo ambiente e pela distância geográfica dos sítios de amostragem na BR 319, Amazonas, Brasil.

Grupos	Tipos de dados	Ambiente	Espaço	Mista	Inexplicada
Pteridófitas	Quantitativos	6,2%	8,5%	23%	62,3%
	Qualitativos	10%	8,2%	26,8%	55%
Marantaceae	Quantitativos	7%	20,6%	17,3%	55,1%
	Qualitativos	5,2%	36,5%	19,3%	39%
Araceae	Quantitativos	1,6%	19%	9%	70,4%
	Qualitativos	1,3%	18,2%	3,3%	77,2%

VI - Discussão

Composição de espécies

Os dois sítios de amostragem apresentaram-se floristicamente distintos, principalmente em relação à composição da comunidade de Marantaceae. O sítio km 158 teve maior número de espécies e densidade. Isso pode estar relacionado à existência de duas geomorfologias distintas no km 158. Além disso, por motivos de logística, no km 83 foram instaladas apenas 16 parcelas. As diferenças no tamanho de amostragem e no número de geomorfologias são fatores que interferem nas diferenças florísticas observadas entre os dois sítios.

O número de espécies de pteridófitas na área foi baixa encontrado na área foi baixo em relação a outras áreas da Amazônia central como, por exemplo, a Reserva Ducke com 81 espécies (Ribeiro *et al.* 1999) e as reservas do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais com 60 espécies (Zuquim 2006). Por outro lado,

Araceae foi um grupo muito rico na área, quando comparada a outras regiões da Amazônia brasileira (Soares, M.L., com. pessoal).

Ainda são escassos os estudos que determinam os fatores responsáveis pelas diferenças em riqueza de espécies herbáceas. Os estudos existentes mostram que alguns grupos de plantas apresentam-se associadas a diferentes posições topográficas como platôs, vertentes e baixios (Costa *et al.* 2005; Kinnup & Magnusson 2005; Tuomisto & Poulsen 2000; Poulsen & Tuomisto 1996; Poulsen 1996; Poulsen & Balslev 1991). Ou seja, a heterogeneidade topográfica pode ser responsável pela maior diversidade de algumas regiões. No entanto, as respostas a fatores topográficos variam de acordo com o grupo e com a região de estudo.

Muitos estudos mostraram que existem espécies de Pteridófitas especializadas a diferentes posições topográficas na Amazônia. Contudo, ainda não se sabe quais os fatores relacionados à topografia, tais como solo e drenagem, são responsáveis pelas especializações observadas.

A área estudada é uma jovem páleo várzea com uma variação altitudinal muito pequena e pouca distinção entre platôs vertentes e baixios o que pode estar restringindo sua ocupação por espécies especialistas. Além disso as Pteridófitas, em geral, não são adaptadas para sobreviverem em locais sujeitos a pulsos de inundação (Page 2002). A área apresenta uma formação geológica recente (Rosetti *et al.* 2005) muito posterior ao surgimento das angiospermas (140 milhões de anos). O fato de angiospermas e Pteridófitas terem colonizado essas áreas simultaneamente pode ter exercido uma pressão de competição muito grande sobre as samabaías que em ambientes instáveis são bem menos competitivas (Page 2002).

Padrões em média escala: a importância relativa das diferentes variáveis ambientais em cada sítio de amostragem

Estudos anteriores no oeste da Amazônia documentaram que, em escala regional (Tuomisto & Ruokolainen 2005, Tuomisto & Ruokolainen 1994, Ruokolainen *et al.* 1997) e em escala local (Vormisto *et al.* 2000), diferentes grupos de plantas mostram padrões similares de distribuição florística e que estes refletem diferentes condições edáficas. Os resultados deste estudo indicaram que existe uma relação entre a distribuição das espécies e as variáveis ambientais (textura do solo, cobertura de lenhosas e palmeiras e profundidade da camada de folhiço). No entanto, os grupos taxonômicos amostrados apresentaram diferentes respostas ao ambiente.

Os sítios apresentaram média e amplitude das variáveis ambientais (textura do solo, folhiço e cobertura do sub-bosque) bem diferentes. As respostas dos grupos vegetais a estas variáveis também foram diferentes entre os sítios. As comunidades do sítio km 158 responderam mais às variáveis abióticas medidas nesse estudo do que aquelas do sítio km 83. A profundidade da camada de folhiço afetou apenas as comunidades do sítio km 158. Por outro lado, silte exerceu efeito sobre a comunidade de Marantaceae em ambos os sítios. Exceto para os dados de cobertura, o sítio km 158 apresentou as maiores amplitudes, médias e variâncias das três variáveis utilizadas nos modelos de regressão em média escala. As diferenças abióticas entre os sítios são possíveis explicações para os diferentes padrões observados.

A maior espessura da camada de folhiço no sítio km 83 pode indicar a presença de podzol. A possível existência de um gradiente de podzolização que estructure as comunidades não foi analisada pois silte foi usado para representar a textura do solo. Para avaliar esta questão seria importante analisar areia grossa nas regressões.

Araceae, Marantaceae e Pteridófitas, apresentaram-se relacionadas à profundidade da camada de folhiço no sítio km 158. A camada de folhas secas no chão da floresta afeta o ambiente físico e químico direta e indiretamente, reduzindo a luz disponível para a germinação das sementes, alterando características físicas e químicas do solo e funcionando como barreira física para o crescimento (Facelli & Pickett 1991; Vásquez-Yanes 1990). Essas mudanças induzidas pela camada de folhiço podem afetar as populações de diferentes formas afetando assim, a estrutura da comunidade.

Um maior número de espécies de Pteridófitas esteve associado às parcelas onde a profundidade da camada de folhiço foi menor. Como a maioria das espécies de Pteridófitas apresenta pinas e pínulas pequenas e delicadas, uma camada de folhiço muito profunda pode estar funcionando como barreira física, impedindo a germinação ou emergência destas espécies. Apenas duas espécies (*Metaxya rostrata*, *Trichomanes ankerssi*) ocorreram ao longo de todo o gradiente sem apresentar associação com parcelas com maior ou menor quantidade de folhiço. *Metaxya rostrata*, é de grande porte, com folhas coriáceas, grandes, possivelmente capazes de empurrar o folhiço para emergir. *Trichomanes ankerssi* é uma espécie hemiepífita que germina apenas na base de forófitos e muitas vezes não apresenta contato com o solo. *Lindsaea lancea* var. *falcata*, apesar de ser uma espécie de pequeno porte, apresentou associação com parcelas com muita folhiço. Muitos dos indivíduos amostrados ocorreram como epífitos baixos e portanto, não devem ter sido afetados pela camada de folhiço durante a germinação.

O padrão observado sugere que a camada de folhiço pode representar um impedimento para o estabelecimento das pteridófitas. Costa (com. pessoal) encontrou maior abundância de pteridófitas em parcelas inclinadas da Reserva Ducke, onde a folhiço tende a se acumular menos que em outras áreas. Algumas espécies de

samambaias ocorrem apenas em vertentes, onde umidade e solo descoberto parecem favorecer o estabelecimento (Costa *et al.* 2005). Poulsen (1996) também observou espécies restritas às áreas inclinadas e livres de Folhiço.

Grande parte dos esporos de pteridófitas são fotoblásticos e especialmente sensíveis a algumas faixas do espectro de luz (Furuya 1985). Nas florestas tropicais, a produção de folhiço é rápida e contínua (Luizão & Schubart 1987) e esporos que caem no solo podem ser cobertos pelas folhas em poucos dias. Esses esporos não são expostos à luz difusa do sub-bosque ou feixes ocasionais de luz, mas permanecem protegidos debaixo da camada de folhiço que cria um microclima particular de luz (Vázquez-Yanes *et al.* 1990). A luz transmitida através das folhas pode ter efeito inibitório diferencial sobre a germinação de sementes fotoblásticas. Sendo assim, é possível que diferentes níveis de sensibilidade espécie específico dos esporos fotoblásticos das espécies resultem em seletividade taxonômica e apresentem, portanto, conseqüências para a composição das comunidades de pteridófitas. Embora estudos experimentais sejam ainda necessários para determinar se folhiço realmente atua como um filtro ecológico, as evidências dos estudos observacionais até o momento sugerem que na escala local folhiço é importante na estruturação da comunidade de pteridófitas.

O padrão de distribuição de Marantaceae e Araceae ao longo do gradiente de folhiço não foi tão evidente quanto o de Pteridófitas. A maioria das espécies de Marantaceae e Araceae apresenta folhas grandes e, portanto, presumivelmente capazes de empurrar a folhiço, germinar e se estabelecer. Além disso, ambos os grupos apresentam sementes maiores que os esporos de Pteridófitas e por isso podem nem alcançar o chão da floresta, germinando por cima das folhas secas. Em campo foi observado que algumas espécies de Marantaceae e Araceae como *Monotagma vaginatum*, *Monotagma tomentosum* e *Alloschemone occidentalis*, estabeleciam-se

sobre as folhas secas e alguns indivíduos não apresentavam raízes em contato com o solo. A camada de folhiço parece suprir as necessidades nutricionais de algumas espécies. Os resultados apresentados concordam com estudos anteriores que mostraram camada de folhiço afetando a emergência e a sobrevivência de algumas comunidades de plantas (Sydes & Grime 1981; Vázquez-Yanes 1990; Kostel-Hughes 2005; Cintra & Terborgh 2000).

Muitos estudos mostraram que diferentes comunidades de plantas respondem à fatores edáficos e que solos mais ricos, em geral apresentam maior número de espécies (Costa *et al.* 2005; Tuomisto *et al.* 2002, Tuomisto & Poulsen 1996; Young & León 1989). Neste estudo foram constatadas respostas das espécies ao gradiente determinado por silte. No entanto, generalizações a respeito das respostas das espécies à este gradiente não podem ser feitas uma vez que os padrões de distribuição ao longo de silte foram diferentes para as três comunidades consideradas. Os resultados deste estudo mostram que o efeito do solo varia dependendo do grupo estudado e da área de estudo. Como silte está relacionado a outros fatores como aeração e quantidade de nutrientes, por exemplo, não é possível determinar o verdadeiro fator causal dos diferentes padrões observados.

As duas comunidades de Pteridófitas apresentaram respostas diferentes ao gradiente edáfico representado por silte. O sítio km 83 apresentou um padrão hierárquico das espécies muito sutil ao longo do gradiente de silte com maior número de espécies associado às parcelas com menor quantidade de silte. Enquanto no sítio km 158 não foi observado uma resposta bem definida da comunidade de samambaias ao silte. Costa *et al.* (2005), na Reserva Ducke, encontraram padrão de distribuição similar ao observado no sítio km 83 com dois grupos de espécies restritos aos extremos do gradiente determinado por argila. As diferenças entre os padrões de distribuição das

Pteridófitas nos dois sítios de amostragem levam a acreditar que a relação entre o grupo e fatores edáficos na Amazônia brasileira está longe de ser resolvida.

Generalizações a respeito da influência do solo sobre as comunidades de Pteridófitas devem ser feitas com cautela. Algumas espécies podem ter diferentes respostas aos fatores edáficos dependendo do local de estudo (Poulsen & Tuomisto 1996). Tuomisto & Poulsen (1998) reconheceram que espécies do gênero *Adiantum* em geral, são especialistas edáficos. Os resultados encontrados por estes autores levam a crer que espécies desse gênero têm uma tendência a se especializar, uma vez que apresentam relações filogenéticas estreitas. Porém, nenhuma das quatro espécies de *Adiantum* amostradas neste estudo apresentou associações com condições edáficas específicas. Os resultados encontrados nesta dissertação concordam com os de Poulsen & Tuomisto (1996) indicando que as espécies, mesmo dentro do mesmo grupo, podem responder de diferentes formas aos mesmos fatores ambientais, e as respostas dependem da região estudada. Os inúmeros fatores relacionados a condições edáficas são responsáveis por diferentes microhabitats em cada localidade. As combinações de diversos fatores ambientais podem ser responsáveis pelos diferentes padrões de distribuição observados uma vez que as espécies estão ocupando diferentes microhabitats.

No sítio km 83 foi observado um padrão de substituição gradual das espécies de Marantaceae ao longo do gradiente determinado por silte que é de acordo com a hipótese de que cada população apresenta diferentes exigências nutricionais. Por isso diferentes espécies ocorrem em tipos de solo distintos. No entanto análises com dados químicos de solo são necessárias para melhor esclarecimento dessa questão. Um maior número de espécies e indivíduos de Marantaceae ocorreu nas parcelas com menor quantidade de silte. Costa *et al.* 2005 encontraram um padrão de distribuição similar de

Marantaceae ao longo do principal gradiente edáfico representado por argila na Reserva Ducke.

Araceae apresentou padrão de distribuição associado com o gradiente de silte apenas no sítio km 158 com mais espécies nas parcelas com maior quantidade de silte. A disponibilidade de nutrientes em solos com menor quantidade de silte provavelmente restringe algumas espécies às parcelas com maior quantidade de silte. Um grande número de Araceae pode passar parte da vida sem contato com o solo (Croat 1990). Dessa forma outros fatores ambientais não medidos nesse estudo, como estrutura da comunidade arbórea e quantidade de luz, podem ser de grande importância na estruturação desse grupo.

Apenas Araceae apresentou um maior número de espécies relacionado às maiores proporções de silte. Marantaceae apresentou grupos de espécies relacionados às duas porções do gradiente confirmando resultados encontrados por Costa *et al.* 2005. As Pteridófitas não apresentaram um padrão claro ao longo do gradiente edáfico ao contrário dos resultados encontrados por (Jones *et al.* 2006; Vormisto *et al.* 2000; Tuomisto & Poulsen 1996; Tuomisto & Ruokolainen 1994, Young & León 1989). No entanto, muito dos estudos anteriores usaram dados químicos de solo. Estudos mais completos, com variáveis químicas de solo e outros fatores ambientais relacionados, como disponibilidade hídrica são necessários para que as verdadeiras relações dessas comunidades ao longo de gradientes edáficos sejam esclarecidas.

Os resultados desse estudo são consistentes com a hipótese de que a variação florística é correlacionada com a variação edáfica em média escala. Entretanto existem muitos fatores abióticos que interagem de diferentes maneiras, formando inúmeros microhabitats. É de suma importância averiguar os efeitos do ambiente sobre diferentes grupos. Árvores, lianas, arbustos, ervas epífitas e hemiepífitas apresentam biologias

muito distintas e, por isso, podem apresentar diferentes respostas às mesmas variáveis abióticas.

Padrões em grande escala: distância geográfica, geomorfologia e variações ambientais estruturando as comunidades.

Um número crescente de estudos tem tentado quantificar como as distâncias ambientais e geográfica explicam juntas as diferenças florísticas entre sítios de amostragem, bem como quantificar suas contribuições relativas (Condit *et al.* 2002, Jones *et al.* 2006, Costa *et al.* 2005, Vormisto *et al.* 2004, Tuomisto *et al.* 2003b). Tanto distância geográfica quanto o ambiente têm mostrado efeito sobre as comunidades vegetais de florestas tropicais, mas a importância relativa de cada um desses fatores têm sido diferentes entre os estudos.

A distância geográfica explicou parte da variação de composição dos três grupos estudados. No entanto, Marantaceae e Araceae apresentaram-se mais relacionadas à distância do que as Pteridófitas. Apesar de responder à distância geográfica, as Pteridófitas apresentaram-se mais relacionadas ao ambiente, o que confirma os resultados encontrados por estudos anteriores para o mesmo grupo (Jones *et al.* 2006; Costa *et al.* 2005; Poulsen & Tuomisto 1996). A limitação de dispersão parece ser um importante fator na estruturação das comunidades de Marantaceae e Araceae. Essas duas famílias exigem polinizadores e dispersores para a reprodução, o que limita a sua capacidade de dispersão. Já as Pteridófitas não são polinizadas e se dispersam através de centenas de esporos muito pequenos facilmente carregados pelo vento (Wolf *et al.* 2001). Devido à grande capacidade de dispersão das Pteridófitas, o padrão de distribuição observado para esse grupo deve refletir mais a disponibilidade de habitats viáveis do que ao limite de dispersão.

Pteridófitas foi o grupo mais afetado pelos fatores ambientais. O ambiente avaliado nesse estudo, explicou pouco da dissimilaridade florística de Marantaceae e Araceae entre os sítios. As pteridófitas fazem parte de um grupo ancestral de plantas com características ecológicas próprias como gametófito dependente de água para a reprodução, taxas de crescimento muito lentas, sistema vascular pouco desenvolvido e esporófitos que não sobrevivem a flutuações ambientais (Page 2002). Dessa forma é possível prever que o microhabitat ao redor de cada indivíduo é importante para sua germinação, crescimento e reprodução. Marantaceae e Araceae, por outro lado, são plantas mais derivadas, com sistema condutor bem desenvolvido, reprodução independente de água, bem tolerantes às condições de seca, e portanto podem ser menos suscetíveis às variações ambientais bruscas.

Muitos estudos mostraram que modelos ambientais são os melhores preditores de algumas comunidades de plantas nas florestas tropicais (Phillips *et al.* 2003-árvores, Tuomisto *et al.* 2003 a, b, Ruokolainen *et al.* 1997- Pteridófitas e Melastomataceae, Duivenvoorden *et al.* 2002 - árvores). No entanto, na escala do presente estudo a composição das espécies esteve mais associada à distância geográfica do que à distância ambiental em dois (Marantaceae e Araceae) dos três grupos vegetais analisados, o que esteve de acordo com os resultados encontrados para árvores (Duivenvoorden *et al.* 2002; Potts *et al.* 2002) e para palmeiras (Vormisto *et al.* 2004).

Embora as parcelas utilizadas neste estudo não estiveram distribuídas para detectar a influência da geomorfologia sobre a composição de espécies, esta mostrou-se boa preditora das composições quantitativas de Marantaceae e Pteridófitas. Apenas Araceae não estiveram relacionadas às diferenças geomorfológicas encontradas na área de estudo. Marantaceae e Pteridófitas consideradas neste estudo são plantas terrestres que passam toda a vida no sub-bosque da floresta e, portanto podem responder de forma

semelhante a fatores que atuam nesse estrato. Apesar da maioria das espécies de Araceae germinar no chão, elas passam grande parte da vida no dossel da floresta e muitas espécies perdem o contato com o solo. Dessa forma as respostas desse grupo a fatores edáficos podem ser diferentes dos grupos essencialmente terrestres.

De acordo com Burnett *et al.* (1998) arbustos são mais sensíveis à heterogeneidade geomorfológica do que árvores, em florestas temperadas. Duque *et al.* (2002) mostraram que as espécies de sub-bosque estavam mais correlacionadas com fatores ambientais do que a composição do dossel. Os resultados desta dissertação concordam com estudos anteriores pois mostrou que diferentes grupos taxonômicos apresentam relações distintas com os fatores ambientais. As espécies terrestres (Marantaceae e Pteridófitas) apresentaram-se mais associadas à geomorfologia do que as espécies epífitas e hemiepífitas.

Tuomisto *et al.* (1995) mostraram que os padrões florísticos de Melastomataceae e Pteridófitas em florestas de terra firme da Amazônia peruana não poderiam ser explicados pela distância geográfica ou pela geomorfologia, mas estiveram correlacionados com propriedades da camada superficial do solo. Por isso, sugeriram que os padrões de composição de espécies vegetais são, em uma grande escala, edaficamente controlados e, portanto, com algum grau de previsibilidade. Os resultados do presente estudo não estão de acordo com esta sugestão, já que a distância geográfica foi a melhor preditora da composição florística de Marantaceae e Araceae do que a variação ambiental. Apenas Pteridófitas apresentaram resultados que vão de acordo com aqueles encontrados por Tuomisto *et al.* (1995). Espera-se que esse grupo responda melhor ao ambiente do que à distância geográfica uma vez que é pouco afetado pelo limite de dispersão.

Embora o delineamento amostral não seja apropriado para avaliar o efeito da geomorfologia, esta foi uma boa preditora de padrões de diversidade de dois (Marantaceae e Pteridófitas) dos três grupos amostrados. É importante ressaltar que os mesmos grupos que responderam à heterogeneidade geomorfológica também foram afetados pelas variações ambientais. Sendo assim acredita-se que geomorfologia pode ser um bom preditor da variação ambiental. No entanto, a verdadeira relação entre a geomorfologia e variações ambientais não edáficas ainda não está clara. Determinar se a heterogeneidade geomorfológica prevê bem variações nas condições abióticas capazes de explicar padrões de diversidade poderia economizar tempo e dinheiro no planejamento de estratégias de conservação da região. Dados geomorfológicos estão disponíveis no banco de dados do projeto RADAMBRASIL (1978), atualmente atualizados pelo SIPAM. Obter dados de geomorfologia é mais fácil do que dados ambientais apropriados para diferentes grupos.

Embora heterogeneidade edáfica seja um importante fator na manutenção da diversidade de espécies, este estudo mostra que distância geográfica e características ambientais não edáficas como cobertura do sub-bosque e Folhiço podem ser igualmente importantes. Outras variáveis abióticas não medidas aqui, como luz, por exemplo, podem ser bons instrumentos para previsão da diversidade biótica e devem ser explorados.

Os resultados deste trabalho mostram que a beta diversidade não é resultado unicamente de processos randômicos como sugere a teoria neutra. O ambiente e a geomorfologia são fatores determinantes na distribuição de Marantaceae e Pteridófitas. Sendo assim, é necessário planejar a conservação dos ecossistemas preservando a organização espacial e as relações espécie - ambientes necessárias para a natureza recriar e manter a beta diversidade, como sugerido por Legendre *et al.* (2005).

VII - Conclusões

Embora não compreendemos bem os mecanismos, está claro que as espécies e as suas associações mantêm algum nível de preferências sítio específicas através da paisagem. É possível que a alfa e beta diversidade no interflúvio Purus Madeira sejam mantidas por diferentes mecanismos operando sobre as escalas temporal e espacial. As análises deste estudo parecem suportar processos que combinam fatores históricos, representados pela geomorfologia e respostas ecológicas das comunidades a fatores ambientais atuais.

A distribuição das parcelas em dois grupos compactos, distantes aproximadamente 80 km um do outro impede que se confie nas conclusões sobre o efeito de distância. Um dos sítios pode ser muito diferente um do outro por algum motivo histórico ou ambiental, não correlacionado com a distância.

A biologia dos diferentes grupos vegetais e as diversas estruturas do ambiente na Amazônia faz com que distância geográfica e dissimilaridades ambientais estruturam de diferentes formas as comunidades vegetais. Estudos que avaliam os efeitos de distância geográfica e do ambiente sobre diferentes grupos vegetais são de extrema importância para resolver esta questão, e definir planejamentos de conservação mais eficientes em cada região.

O uso de grupos indicadores (Tuomisto 1994, Tuomisto & Poulsen 1996, Ruokolainen *et al.* 1997) para prever a distribuição de grandes grupos como plantas, por exemplo, deve ser usado com cautela. Alguns estudos mostram diferentes grupos respondendo de forma similar a fatores ambientais como, por exemplo, solo (Tuomisto *et al.* 1995, Poulsen & Tuomisto 1996, Ruokolainen *et al.* 1997). No entanto, o presente estudo mostra que é difícil prever padrões de distribuição de grupos com formas de vida

diferentes dos grupos indicadores, concordando com os resultados de Van der Werff (1992). Grupos de ecologia e biologia muito diferentes não têm seus padrões previstos pelo mesmo fator. Isso pode ser visto em Araceae, que foi o único dos três grupos estudados que não pode ter seus padrões previstos pela geomorfologia. A maioria das espécies de Araceae são hemiepífitas e não podem ter seus padrões de distribuição previstos por espécies terrestres de Pteridófitas e Marantaceae.

O planejamento da conservação tem que levar em conta que as espécies não estão homoganeamente distribuídas e que existem regiões de transição ambiental em que as espécies se substituem. Além disso, a congruência entre padrões de distribuição de diferentes grupos vegetais ainda é controverso.

VIII - Referências

- Alston, A. H. G. (1958) The brazilian species of *Elaphoglossum*. *Boletim da Sociedade Broteriana*. 32: 1-32.
- Bocard, D & Legendre, P (2002) All-scale spatial analysis of ecological data by means of principal coordinates of neighbour matrices. *Ecological Modelling*, 153: 51-68.
- Bullock, J. (1996). Plants. In *Ecological census techniques* (ed W.J. Sutherland). Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Burnett, R. M.; August, P.V; Brown, J.H. Jr; & Killigbeck, K.T. (1998) The influence of geomorphological heterogeneity on biodiversity. I. A patch - scale perspective. *Conservation Biology*, 12 (2):259-495.
- Campbell, O. W. & Peart, D.R. (2000) Habitat association of trees and seedlings in a Bornean rain forest. *Journal of Tropical Ecology*, 88: 464-478.
- Cintra, R. & Terborgh, J. (2000) Forest microspacial heterogeneity and seed and seedling survival of the palm *Astrocaryum murumuru* and the legume *Dipteryx micrantha* in an Amazonian Forest. *Ecotropica* 6 77-88
- Clark, D. A. C., Clark, D.B.; Sandoval, R.M.; Castro, M.V. (1995) Edaphic and human effects on landscape-scale distributions of tropical rain forest palms. *Ecology*, 76 (8):2581-2594

- Clark, D.; Palmer, M.W., M.W.; Clark, D.A. (1999) Edaphic factors and the landscape-scale distributions of tropical rain forest trees. *Ecology*, 80: 2662-2675
- Condit, R.; Pitman, N.; Leigh, E.G.; Chava, J.; Terborgh, J.; Foster, R.B.; Núñez, P.V.; Aguilar, R.S.; Valencia, R.; Villa, G.; Muller-Landau, H.C.; Losos, E. & Hubbell, S.P. (2002) Beta-diversity in Tropical Forest Trees. *Science*, 295: 666-669.
- Costa, F. R. C. (2004) Structure and composition of the ground-herb community in a terra-firme Central Amazonian forest. *Acta Amazonica*, 34 (1):53-59
- Costa, F. R.C.; Magnusson, W.E.; Luizão, R.C. (2005) Mesoscale distribution patterns of Amazonian understory herbs in relation to topography, soil and watersheds. *Journal of Ecology*, 93: 863-878.
- Crawley, M. J. & Harral, J.E. (2001) Scale dependence in plant biodiversity. *Science*, 291: 864-868
- Croat, B. T. (1990) Ecology and life forms of Araceae *Aroideana* 11 (3):1-55
- Duivenvoorden, J. F.; Svenning, J.C. & Wright, S.J. (2002) Beta diversity in tropical forests. *Science*, 295: 636-637
- Duque, A.; Sánchez, M. Cavellier, J. & Duivenvoorden, J.F. (2002) Different floristic patterns of woody understorey and canopy plants in Colombian Amazonia. *Journal of Tropical Ecology*, 18: 499-525.
- Facelli, J. M. & Pickett, S.T.A. (1991) Plant Litter: its dynamics and effects on plant community structure. *The Botanical Review*, 57(1): 1-32.
- Fournier, A. & Planchon, O. (1998) Link of vegetation with soil at a few metre-scale: herbaceous floristic composition and infiltrability in a Sudanian fallow-land. *Acta Oecologia*, 19 (3):215-226
- Furuya, M. (1985) Photocontrol of spore germination and elementary process of development in fern gametophytes. *Proceedings of the Royal Society*, 86: 13-19
- Gentry, A. H. (1988) Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 75: 1-34
- Gentry, A. H. & Dodson, C. (1987) Contribution of nontrees to species richness of a tropical rain forest. *Biotropica* 19 (2):149-156
- Gentry, A. H. & Emmons, L.H. (1987) Geographical variation in fertility, phenology, and composition of the understory of Neotropical forests. *Biotropica*, 19 (3):216-227

- George, L. O. & Bazzaz, F.A. (1999) The fern understory as an ecological filter: emergence and establishment of canopy-tree seedlings. *Ecology*, 80 (3):833-845
- Hagberg, M. (1990) The genus *Monotagma* (Marantaceae), University Goteborg, Goteborg.
- Harms, K. E.; Powers, J.S. & Montgomery, R.A. (2004) Variation in small sapling density, understory cover, and resource availability in four neotropical forests. *Biotropica*, 36 (1):40-51
- Holltum, R. E. (1986) Studies in the fern - genera allied to *Tectaria* V* *Triplophyllum*, a new genus of Africa and America. *Kew bulletin*, 41 (2):237-360
- Horvitz, C. C. & Beattie, A.J. (1980) Ant Dispersal of *Calathea* (Marantaceae) Seeds by Carnivorous Ponerines (Formicidae) in a Tropical Rain Forest. *American Journal of Botany*, 67 (3):321-326
- Horvitz, C. C. & Schemske, D.W (1986) Seed dispersal of a Neotropical Myrmecochore: Variation in removal rates and dispersal distance. *Biotropica* 18 (4):319-323.
- Hubbell, S. P. 2001 The unified neutral theory of biodiversity and biogeography. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Jones, M. M.; Tuomisto, H.; Clark, D.B. & Olivas, P. (2006) Effects of mesoscale environmental and dispersal limitation on floristic variation in rain forest ferns *Journal of Ecology* 94 181-195
- Kennedy, H. (2000) Diversification in pollination mechanisms in the Marantaceae. *In: Monocots: Systematics and Evolution* (eds. Wilson, K.L. & Morrison, D.A.). Canadá, CSIRO: Melbourne
- Kennedy, H. & Andersson, L. (1998) Marantaceae. *In Flora do Ecuador* (eds. Harling, G. & Andersson, L.)
- Kinnup, V.F. & Magnusson, W.E. (2005) Spatial patterns in the understory shrub genus *Psychotria* in central Amazonia: effects of distance and topography. *Journal of Tropical Ecology*, 21: 363-374.
- Kostel-Hughes, F.; Young, T.P. & John, D. (2005) Effects of leaf litter depth on the emergence and seedling growth of deciduous forest tree species in relation to seed size. *Journal of Torrey Botanical Society*, 132: 50-61.
- Kramer, K.U. (1993) Distribution patterns in major pteridophyte taxa relative to those of angiosperms. *Journal of Biogeography*, 20:287-291.

- Kramer, K. U. (1957) A revision of the genus *Lindsaea* in the new world with notes on allied genera. *Acta Botanica Neerlandica*, 6: 97-290
- Legendre, P.; Bocard, D. & Peres-Neto, P.R. (2005) Analyzing beta diversity: partitioning the spacial variation of community composition data. *Ecological Monographs*, 75 (4):435-450
- Lescure, J. P.; & Boulet, R. (1985) Relationships between soil and vegetation in a tropical rain forest in French Guiana. *Biotropica* 17 (2):155-164
- Lieberman, M.; Lieberman, D.; Hartshorn, G.S. & Peralta, R. (1985) Small-scale altitudinal variation in lowland wet tropical forest vegetation *Journal of Ecology* 73 505-516.
- Luizão, F. J. & Schubart, H.O.R. (1987) Litter production and decomposition in a terra-firme forest of Central Amazonia. *Experientia*, 43: 259-265
- Luizão, R. C. C. Luizão, F.J.; Paiva, R.Q.; Monteiro, T.F.; Sousa, L.S. & Kruits, B. (2004) Variation of carbon and nitrogen cycling process along a topographic gradient in a central Amazonian forest. *Global Change Biology*, 10: 592-600.
- McCune, B. & Mefford, M.J. (1999) PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data. MjM software, USA
- 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
- Moran, R. C. (2000) Monograph of the neotropical species of *Lomariopsis* (Lomariopsidaceae). *Brittonia*, 52: 55 – 11.
- Nekola, J. C. & White, P.S. (1999) The distance decay of similarity in biogeography and ecology *Biogeography*, 26: 867-878.
- Nelson, B. W. Ferreira, C.A., Silva, M.F. & Kawasaki, M.L. (1990) Refugia, endemism centers and collecting density in Brazilian Amazonia. *Nature*, 354: 714-716
- Oliveira, A. A & Nelson, B.W. (2001) Floristic relationships of terra firme forests in the Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management*, 146: 169-179.
- Page, C.N. (2002) Ecological strategies in fern evolution: a newpteridological overview. *Review of Paleobotany and Palynology* 119: 1-33.
- Pittman, N.C.A., Terborgh, J.W., Silman, M.R. & Nunez, P. (1999) Tree species distribution in a na upper Amazonian fores. *Ecology*, 80: 2651-2661.

- Pittman, N.C.A., Terborgh, J.W., Silman, M.R., Nunez, P. Neil, (2001) Dominance and distribution of tree species in upper Amazonian terra firme forests. *Ecology*, 83: 2782-2797
- Phillips O, L., Núñez, P, Vargas, Lorenzo, A. Monteagudo, Peña, A, Cruz, Chuspe, M.E., Zans, Sánchez, W.G, Yli-Halla, M. & Rose, M. (2003) Habitat association among Amazonian tree species:a landscape-scale approach. *Journal of Ecology* 91:757–775.
- Potts, M. D.; Ashton, P.S.; Kaufman, L.S. & Plotkin, J.B. (2002) Habitat patterns in tropical rain forests: a comparasion of a 105 plots in northwest Borneo. *Ecology*, 82: 2101-2117
- Poulsen, A. D. & Balslev, H. (1991) Abundance and cover of ground herbs in an Amazonian rain forest. *Journal of vegetation Science*, 2: 315-322
- Poulsen, A. D. (1996). Species richness and density of ground herbs within a plot of lowland rainforest in north-west Borneo. *Journal of Tropical Ecology*, 12: 177–190
- Poulsen, A. D. & Tuomisto, H. (1996) Small-scale to continental distribution patterns of neotropical pteridophytes: the role of edaphic preferences. *In Pteridology in perspective*. (eds. Camus, J.M.; Gibby, M. & Johns, R.J.), Royal Botanic Gardens, Kew, UK. pp. 551-561
- Prado, J. (2005 a) Flora da Reserva Ducke, Amazônia, Brasil: Pteridophyta-Dennstaedtiaceae. *Rodriguésia*, 56(86): 43-48
- Prado, J. (2005 b) Flora da Reserva Ducke, Amazônia, Brasil: Pteridophyta-Polypodiaceae. *Rodriguésia*, 56 (86): 76-84
- Prado, J. (2005 c) Flora da Reserva Ducke, Amazônia, Brasil: Pteridophyta-Pteridaceae. *Rodriguésia*,. 56 (86): 85-92
- Prado, J. (2005 d) Flora da Reserva Ducke, Amazonas, Brasil: Pteridophyta-Marattiaceae. *Rodriguésia*, 56 (86): 69-71
- Prado, J. & Labiak, P. H. (2005) Flora da Reserva Ducke, Amazônia, Brasil: Pteridophyta-Vittariaceae. *Rodriguésia*, 56 (86):108-113
- RADAMBRASIL (1978). Mineral, D.N.P. Folha SB.20 Purus; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra
- Ribeiro, J.E.L.S., Hopkins, M. J. G, A. Vicentini, C. A. Sothers, M. A. S. Costa, J. M. Brito, M. A. D. Souza, L. H. P. Martins, L. G. Lohmann, P. A. C. L. Assunção, E. C. Pereira, C. F. Silva, M. R. Mesquita, e L. C. Procópio. (1999) Flora da Reserva

- Ducke: Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme da Amazônia Central. INPA/DFID, Manaus, Brasil.
- Richard, M.; Bernhardt, T. & Bell, G. (2000) Environmental heterogeneity and the spatial structure of fern species diversity in one hectare of old-growth forest. *Ecography* 23, 231-245.
- Rosetti, D.F.; Toledo, P.M. & Góes, A. M. (2005) New geological framework for Western Amazônia (Brazil) and implications for biogeography and evolution. *Quaternary research* 63, 78-89
- Ruokolainen, K. L., Linna, A. & Tuomisto, H. (1997) Use of Melastomataceae and Pteridophytes for revealing phytogeographical patterns in Amazonian rain forests. *Journal of Tropical Ecology* 13: 243-256
- Smith, A. R. (1986) Revision of the neotropical fern genus *Cyclodium*. *American fern journal* 76 (2):56-98
- Sollins, P. (1998) Factors influencing species composition in tropical lowland rain forest: does soil matter? *Ecology*, 79 (1):23-30.
- Steyemark, J.A., Berry, P.E & Holst, B. K. (1995) Flora of the Venezuelan Guayana Timber Press, Portland, Oregon.
- Svenning, J. C. (2001) On the role of microenvironmental heterogeneity in the ecology and diversification of neotropical rain-forest palms (Arecaceae). *The Botanical Review*, 67 (1):1-53
- Sydes, C. & Grime, J.P. (1981) Effects of tree leaf litter on herbaceous vegetation in deciduous woodland. II. An experimental investigation. *Journal of Ecology*, 69: 249-262
- Terborgh, J. & Andresen, E. (1998) The composition of Amazonian forests: patterns at local and regional scales. *Journal of Tropical Ecology*, 14: 645-664
- Terborgh, J.; Pitman, N.; Silman, M.; Schichter, H. & Núñez, P.V. (2002) Maintenance of tree diversity in tropical forests. In: Seed dispersal and frugivory: Ecology, Evolution and Conservation (eds. Levey, D.J., Silva, W.R. & Galetti, M.). Wallingford, UK, CABI Publishing.
- Tryon, R.M.S. & Stolze, R.G. eds. (1989a) Pteridophyta of Peru. Part I: Ophioglossaceae to Cyatheaceae, pp. 145. Field Museum of Natural History, USA.
- Tryon, R.M.S. & Stolze, R.G., eds. (1989b) Pteridophyta of Peru. Part II. Pteridaceae to Dennstaedtiaceae, pp 128. Field Museum of Natural History, USA.

- Tryon, R.M.S. & Stolze, R.G., eds. (1991) Pteridophyta of Peru. Part IV: 17. Dryopteridaceae, pp 176. Field Museum of Natural History, USA.
- Tuomisto, H. (1994) Ecological variation in the rain forests of Peruvian Amazonian: integrating fern distribution patterns with satellite imagery. *Academic dissertation*, Department of Biology, University of Turku.
- Tuomisto, H. & Poulsen, A.D. (1996) Influence of edaphic specialization on the distribution of pteridophytas in neotropical forests. *Journal of Biogeography*, 23: 283-293
- Tuomisto, H. & Poulsen, A.D. & Moran, R.C. (1998) Edaphic distribution of some species of the genus *Adiantum* in Western Amazonia. *Biotropica*, 30 (3):392-399.
- Tuomisto, H. & Poulsen, A.D. (2000) Pteridophyte diversity and species composition in four Amazonian rain forests. *Journal of vegetation Science*, 11 383-396.
- Tuomisto, H. & Ruokolainen, K. (1994) Distribution of pteridophyta and melastomataceae along an edaphic gradient in an Amazonian Rain Forest. *Journal of vegetation Science*, 5: 25-34.
- Tuomisto, H.; Ruokolainen, K.; Kalliola, R.; Linna, A.; Danjoy, W. & Rodriguez, Z. (1995) Dissecting Amazonian biodiversity. *Science*, 269: 63-66.
- Tuomisto, H.; Ruokolainen, K.; Poulsen, A.; Moran, R.C.; Quintana, C. & Cañas, G. (2002) Distribution and diversity of pteridophytas and melastomataceae along edaphic gradients in Yasuni National Park, Ecuadorian Amazonia. *Biotropica*, 34: 516-533.
- Tuomisto, H.; Ruokolainen, K.; Aguilas, M. & Sarmiento, A. (2003a) Floristic patterns along a 43 km long transect in Aazonian rain Forest. *Journal of Ecology*, 91: 743-756.
- Tuomisto, H.; Ruokolainen, K. & Yli-Halla, M. (2003b) Dispersal, Environment, and Floristic Variation of Western Amazonian Forests. *Science*, 299: 241-244.
- Tuomisto, H. & Ruokolainen, K. (2005) Environmental heterogeneity and the diversity of Pteridophytes and Melastomataceae in western Amazonia *Biol. Skr.*, 55: 37-56.
- Van Der Werff, H. (1990) Ferns as indicators of vegetation types in the Galapagos archipelago. In: Botanical research and managements in Galapagos (eds. Lawesson, J.E. et al.) *Monogr. Syst. Bot. Miss. Bot. Gard*, 32: 72-92.
- Van Der Werff, H. (1992) Substrate preference of Laurace and ferns in the Iquitos Área, Peru. *Candollea*, 47(1): 11-19.

- Vásquez-Yanes, C.; Orozco-Segovia, A.; Rincón, E.; Sanchez-Coronado, M.E. (1990) Light beneath the litter in a tropical forest: effect on seed germination. *Ecology*, (71): 1952-1958.
- Vormisto, J. P.; Phillips, O.L.; Ruokolainen, K.; Tuomisto, H. & Vásquez, R. (2000) A comparison of fine-scale distribution patterns of four plant groups in an Amazonian rainforest. *Ecography*, 23: 349-359.
- Vormisto, J.; Svenning, J.-C.; Hall, P.; Balslev, H. (2004) Diversity and dominance in palm (Arecaceae) communities in terra firme forests in western Amazon basin. *Journal of Ecology*, 92: 577-588.
- Wilkinson, L. (1990) *SYSTAT: The system for statistics*. SYSTAT, Evanston, Illinois.
- Windish, P. G. (1992) *Trichomanes crispum* L. (Pteridophyta, Hymenophyllaceae) and allied species. *Bradea*, VI (12):78-117.
- Wolf, P. G.; Schnider, H. & Ranker, T.A. (2001) Geographic distributions of homosporous ferns: does dispersal obscure evidence of vicariance? *Journal of Biogeography*, 28: 263-270.
- Young, K. R. & León, B. (1989) Pteridophyte species diversity in the central Peruvian Amazon: importance of edaphic specialization. *Brittonia*, 41 (1): 388-395
- Zuquim, G. 2005 (2006) Diversidade Beta da Comunidade de Pteridófitas de Florestas de Terra-Firme da Amazônia Central. Dissertação (mestrado) – INPA/UFAM, Manaus.

IX - Apêndices

Apêndice 1: Matriz de correlação de *Pearson* e probabilidades de *Bonferroni* entre as variáveis ambientais

Matriz de correlação de *Pearson*

	Folhiço	Lenha pal	Argila	Silte	Areia grossa
Média de Folhiço	1.000				
Cobertura do sub-bosque	-0.406	1.000			
Argila	-0.523	0.286	1.000		
Silte	-0.037	0.068	-0.464	1.000	
Areia grossa	0.353	-0.094	0.022	-0.539	1.000
Areia fina	0.222	-0.269	-0.299	-0.460	-0.144

Bartlett Chi-square statistic: 600.937 df=15 Prob= 0.000

Matriz de probabilidades de Bonferroni

	Folhiço	Cobertura	Argila	Silte	Areia grossa
Média de Folhiço	0.000				
Cobertura do sub-bosque	0.211	0.000			
Argila	0.016	1.000	0.000		
Silte	1.000	1.000	0.065	0.000	
Areia grossa	0.519	1.000	1.000	0.011	0.000
Areia fina	1.000	1.000	1.000	0.072	1.000

Apêndice 2: Número de indivíduos (Abundância) e frequência de espécies de pteridófitas que ocorreram nas áreas de amostragem. Hábitos: EP- espécies epífitas verdadeiras; ESC- espécies que germinam no solo, sobem em árvores e perdem o contato com o solo; TE- espécies terrestres. As espécies marcadas com não foram coletadas na área, mas não ocorreram em nenhuma das parcelas.

Família	Espécie	Hábito	Abundância total	Abundância km 83	Abundância km 158	Frequência total	Frequência km 83	Frequência km 158
Aspleniaceae	<i>Asplenium serratum</i> L	EP	131	35	96	27	15	16
Blechnaceae	<i>Salpichlaena volubilis</i> (Kaulf.) J.Sm.	ESC	4	0	4	1	1	1
Cyatheaceae	<i>Trichipteris</i> sp	TE	1	1	0	1	15	0
Dennstaedtiaceae	<i>Lindsaea</i> cf. <i>hemiptera</i> Kramer	TE	1	0	1	1	15	1
	<i>Lindsaea guianensis</i> (Aublet) Dryander subsp. Guianensis	TE	7	0	7	4	6	4
	<i>Lindsaea lancea</i> (L.)Bed var. <i>falcata</i> (Dryander) Rosenstock	TE	120	0	120	14	1	14
	<i>Lindsaea lancea</i> var. <i>lancea</i> L. Bedd.	TE	211	136	75	31	11	15

Família	Espécie	Hábito	Abundância total	Abundância Km83	Abundância Km 158	Frequência total	Frequência Km 83	Frequência Km 158
Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes ankersii</i> C. Parker ex. Hook. Et. Grev	ESC	319	53	266	33	12	20
	<i>Trichomanes elegans</i> Rich.	TE	1	0	1	1	0	1
Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes hostmannianum</i> (Klotzsch.) Kunze	ESC	485	0	485	2	2	2
	<i>Trichomanes martiusii</i> C. Presl.	EP	26	0	26	9	9	9
	<i>Trichomanes ovale</i> (E. Fourn.)Wess. Boer	EP	4	1	3	4	14	3
	<i>Trichomanes pinnatum</i> Hedw.	TE	553	166	387	34	16	18
	<i>Trichomanes tanaicum</i> Hook. ex J.W.	ESC	4	0	4	2	6	2
	<i>Trichomanes trolli</i> Bergdolt.	TE	565	0	565	4	1	4
	<i>Trichomanes tuerckheimii</i> H. Christ.	ESC	11	11	0	7	7	0

Família	Espécie	Hábito	Abundância total	Abundância Km83	Abundância Km 158	Frequência total	Frequência Km 83	Frequência Km 158
	<i>*Trichomanes vittaria</i> DC. ex Poir.	TE						
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum</i> cf. <i>obovatum</i> Mickel	EP	2	0	2	2	2	2
	<i>Elaphoglossum</i> sp1	EP	5	0	5	2	14	2
	<i>Elaphoglossum</i> sp2	EP	11	0	11	4	0	4
	<i>Lomariopsis prieuriana</i> Fée	ESC	13	8	5	7	5	2
Marattiaceae	<i>Danaea elliptica</i> Sm.	TE	2	0	2	1	7	1
	<i>Danaea</i> cf. <i>simplicifolia</i> Rudge	TE	6	2	4	3	3	1
	<i>Danaea trifoliata</i> Rchb. ex Kunze	TE	5	1	4	2	1	1
Metaxyaceae	<i>Metaxya rostrata</i> (H.B.K.) C. Presl.	TE	199	43	156	29	6	19
Polypodiaceae	<i>Microgramma</i> sp	EP	1	1	0	1	1	0
	<i>Microgramma megalophylla</i> (Desv.) de La Sota	EP	3	3	0	3	5	0

Família	Espécie	Hábito	Abundância total	Abundância Km83	Abundância Km 158	Frequência total	Frequência Km 83	Frequência Km 158
	<i>Microgramma thurnii</i> (Baker) R.M.Tryon	EP	21	5	16	15	3	12
Família	Espécie (Hábito)	Hábito	Abundância total	Abundância Km83	Abundância Km 158	Frequência total	Frequência Km 83	Frequência Km 158
Polypodiaceae	<i>Phlebodium decumanum</i> (Willd.) J.Sm.	EP	1	1	0	1	1	0
Pteridaceae	<i>Adiantum cajennense</i> Willd. ex Klotzsch	TE	31	29	2	12	10	2
	<i>Adiantum terminatum</i> Humb.et Bonpl. ex Willd	TE	20	2	18	5	2	3
	<i>Adiantum cf. tetraphyllum</i> Humb. et Bonpl. ex Willd	TE	8	8	0	3	3	0
	<i>Adiantum tomentosum</i> Klotzsch.	TE	92	48	44	28	15	13
Schizaeaceae	<i>Lygodium volubile</i> Sw.	ESC	1	0	1	1	0	1
	<i>Schizaea elegans</i> (Vahl) Sm.	TE	10	7	3	7	5	2
Tectariaceae	<i>Cyclodium meniscioides</i> (Willd.) C. Presl.	ESC	9	1	8	5	1	4

Família	Espécie	Hábito	Abundância total	Abundância Km83	Abundância Km 158	Frequência total	Frequência Km 83	Frequência Km 158
	<i>Triplophyllum dicksonioides</i> (Fée) Holttum	TE	124	77	47	20	15	5
	* <i>Triplophyllum</i> sp	TE						
Vittariaceae	<i>Hecistopteris pumila</i> (Spreng.) J. Sm.	EP	152	34	118	28	11	17
	<i>Polytaenium guayanense</i> Hieron. (Alston)	EP	42	2	40	18	2	16

Apêndice 3: Número de indivíduos (Abundância) e frequência (Número de parcelas nas quais ocorreram) de espécies de Marantaceae que foram encontradas nas áreas de amostragem. Todas as espécies de marantaceae são terrestres.

Espécie	Abundância total	Abundância Km 83	Abundância Km158	Frequência total	Frequência Km 83	Frequência Km 158
<i>Calathea altissima</i> Horan.	311	174	137	33	15	18
<i>Calathea cannoides</i> (Nicolson, Steyer. & Sivad.) H. Kennedy	50	10	40	9	1	8
<i>Calathea propinqua</i> (Poepp. & Endl.) Körner	95	60	5	16	15	1
<i>Calathea</i> sp1	301	254	47	27	15	12
<i>Calathea</i> sp2	488	174	314	17	5	12
<i>Ischnosiphon arouma</i> (Aubl.) Koern.	164	7	157	17	1	16
<i>Ischnosiphon</i> cf. <i>killipii</i> Macbr	1	0	1	1	0	1
<i>Ischnosiphon</i> cf. <i>leucophaeus</i> (Poepp. & Endl.) Koern	3	2	1	3	2	1
<i>Ischnosiphon</i> cf. <i>puberulus</i> Loes.	99	29	70	19	6	13
<i>Ischnosiphon hirsutus</i> Peters.	345	305	40	14	12	2
<i>Ischnosiphon longiflorus</i> Schum	38	27	11	17	9	8
<i>Ischnosiphon martianus</i> Eichl. in Peters	302	212	90	31	14	17
<i>Ischnosiphon paryrizinho</i> Anderss.	49	49	0	4	4	0

Espécie	Abundância total	Abundância Km 83	Abundância Km158	Frequência total	Frequência Km 83	Frequência Km 158
<i>Ischnosiphon</i> sp1	42	25	17	8	6	2
<i>Ischnosiphon</i> sp2	37	36	1	12	11	1
<i>Ischnosiphon</i> sp3	88	67	21	24	14	10
<i>Ischnosiphon</i> sp4	34	0	34	15	0	15
<i>Ischnosiphon</i> sp5	46	46	0	14	14	0
<i>Ischnosiphon</i> sp6	8	1	7	5	1	4
<i>Ischnosiphon</i> sp7	23	0	23	1	0	1
<i>Monotagma angustissimum</i> Loes	347	0	347	13	0	13
<i>Monotagma laxum</i> (Poepp. & Endl.) K. Schum	48	48	0	5	5	0
<i>Monotagma lilacinum</i> Hagberg	184	121	63	11	7	4
<i>Monotagma plurispicatum</i> var. <i>plurispicatum</i> (Koern.) K. Schum	139	131	8	6	3	3
<i>Monotagma tomentosum</i> K.Schum ex. Loes	570	0	570	16	0	16
<i>Monotagma ulei</i> K.Schum ex. Loes	28	28	0	6	6	0
<i>Monotagma vaginatum</i> Hagberg	959	0	959	11	0	11

Apêndice 4: Espécies de Araceae que ocorreram nas áreas de amostragem em número de indivíduos (Abundância) e de parcelas onde ocorreram (Frequência). TE- espécies que apresentaram o hábito terrestre; EP –espécies que ocorreram como epífitas, ESC – espécies escandantes ou hemiepífitas.

Espécies	Hábito	Abundância total	Abundância sítio Km 83	Abundância sítio Km 158	Frequência total	Frequência sítio Km 83	Frequência sítio Km 158
<i>Alloschemone occidentalis</i> (Peppig) Engler & Krause	ESC, EP, TE	181	100	81	35	16	20
<i>Anthurium eminens</i> Schott	EP, ESC	9	5	4	7	4	4
<i>Anthurium gracile</i> (Rudge) Schott.	EP	13	8	5	9	7	3
<i>Anthurium kunthii</i> Poeppig & Endlicher	EP, ESC	6	2	4	5	1	5
<i>Anthurium pedatum</i> Kunth	Endl. ex ESC	3	1	2	2	1	2
<i>Anthurium sinuatum</i> Schott	Benth.ex ESC	1	1	0	1	1	
cf. <i>Philodendron</i>	TE, EP, ESC	4	0	4	1	0	2
<i>Dieffenbachia seguine</i> Schott	(Jacq.) TE	8	0	8	4	0	5
<i>Heteropsis flexuosa</i> G.S.Bunting	(Kunth) EP, ESC	1	0	1	1	0	2
<i>Heteropsis macrophylla</i> A.C.Smith	ESC	2	0	2	1	0	2
<i>Heteropsis oblongifolia</i> Kunth	ESC	1	0	1	1	0	2

Espécies	Hábito	Abundância total	Abundância sítio Km 83	Abundância sítio Km 158	Frequência total	Frequência sítio Km 83	Frequência sítio Km 158
<i>Heteropsis steyermarkii</i> G.S.Bunting	ESC	67	20	47	27	10	18
<i>Heteropsis tenuispadix</i> G.S.Bunting	ESC	2	0	2	1	0	2
<i>Monstera andasonii</i> Schott	TE	1	0	1	1	0	2
<i>Monstera</i> cf. <i>dubia</i> (HBK.) Engler & Krause	TE	15	0	15	2	0	3
<i>Monstera obliqua</i> Miq.	TE	5	3	2	3	1	3
<i>Philodendron brevispathum</i> Schott	TE, EP, ESC	51	0	51	11	0	12
<i>Philodendron elaphoglossoides</i> Schott.	TE, ESC	89	3	86	14	1	14
<i>Philodendron fragrantissimum</i> (W.J.Hooker) G.Don	TE, EP, ESC	781	453	328	36	16	21
<i>Philodendron heterophyllum</i> Poeppig	EP,ESC	2	0	5	5	0	6
<i>Philodendron hopkisianum</i> M.L.Soares & Mayo	ESC	17	6	11	8	2	7
<i>Philodendron hylaeae</i> Bunting	ESC	17	5	12	11	3	9
<i>Philodendron insigne</i> Schott	EP,	14	9	5	9	5	5
<i>Philodendron linnaei</i> Kunth.	TE, EP,ESC	112	39	73	27	13	15
<i>Philodendron megalophyllum</i> Schott	ESC	2	2	0	1	1	0

Espécies	Hábito	Abundância total	Abundância sítio Km 83	Abundância sítio Km 158	Frequência total	Frequência sítio Km 83	Frequência sítio Km 158
<i>Philodendron pedatum</i> (W.J.Hooker) Kunth	ESC	19	6	13	9	3	7
<i>Philodendron platypodum</i> Gleason	ESC	1	0	1	1	0	2
<i>Philodendron pulchellum</i> Engler	ESC	1	0	1	1	0	2
<i>Philodendron quinquelobum</i> K.Krause	ESC	14	3	11	8	2	7
<i>Philodendron revillanum</i> Croat.	EP,ESC	201	49	152	27	9	19
<i>Philodendron rudgeanum</i> Schott	ESC	10	3	7	5	2	4
<i>Philodendron</i> sp	ESC	2	1	1	2	1	2
<i>Philodendron</i> sp1	ESC	3	3	0	1	1	0
<i>Philodendron</i> sp10	ESC	2	1	1	2	1	2
<i>Philodendron</i> sp11	TE, ESC,EP	114	3	111	22	3	20
<i>Philodendron</i> sp2	ESC	12	10	2	2	1	2
<i>Philodendron</i> sp3	ESC	1	1	0	1	1	0
<i>Philodendron</i> sp4	ESC,	1	0	1	1	0	2
<i>Philodendron</i> sp5	ESC	8	6	2	5	3	3
<i>Philodendron</i> sp6	ESC	2	0	2	1	0	2
<i>Philodendron</i> sp7	ESC	1	1	0	1	1	0

Espécies	Hábito	Abundância total	Abundância sítio Km 83	Abundância sítio Km 158	Frequência total	Frequência sítio Km 83	Frequência sítio Km 158
<i>Philodendron</i> sp8	ESC,EP	1	0	1	1	0	2
<i>Philodendron</i> sp9	ESC	2	2	0	2	2	0
<i>Philodendron sphalerum</i> Schott	ESC.EP	4	2	2	3	1	3
<i>Philodendron surinamense</i> (Miquel) Engler	ESC	223	104	119	31	15	17
<i>Philodendron tortum</i> M.L.Soares & Mayo	ESC	6	0	6	4	0	5
<i>Philodendron toshibai</i> M.L.Soares & Mayo	ESC, TE	83	23	60	26	11	16
<i>Philodendron wittianum</i> Engler.	TE, ESC	69	22	47	16	6	11
<i>Rhodospatha oblongata</i> Poeppig & Endlicher	ESC	19	6	13	14	6	9
<i>Rhodospatha</i> sp	TE	29	12	17	15	7	9
<i>Rhodospatha venosa</i> Gleason	ESC	13	8	5	9	4	6
<i>Spathiphyllum</i> sp	TE	1	0	1	1	0	2
<i>Urospatha sagittifolia</i> (Rudge) Schott	USAGIT	30	0	30	3	0	4