



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA MAZÔNIA
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI**



**COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA COMUNIDADE HERBÁCEA DE SUB-BOSQUE
E SUA DISTRIBUIÇÃO EM RELAÇÃO A FATORES AMBIENTAIS NA FLONA DE
CAXIUANÃ, AMAZÔNIA ORIENTAL**

JOSÉ LEONARDO LIMA MAGALHÃES

**BELÉM/PA
2010**



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA MAZÔNIA
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI**



**COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA COMUNIDADE HERBÁCEA DE SUB-BOSQUE
E SUA DISTRIBUIÇÃO EM RELAÇÃO A FATORES AMBIENTAIS NA FLONA DE
CAXIUANÃ, AMAZÔNIA ORIENTAL**

JOSÉ LEONARDO LIMA MAGALHÃES

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia e Museu Paraense Emílio Goeldi, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Botânica, área de concentração Botânica Tropical, para obtenção do título de **Mestre**.

Orientadora:

Maria Aparecida Lopes, Ph.D.

**BELÉM/PA
2010**

Magalhães, José Leonardo Lima

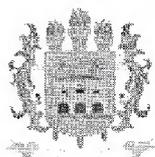
Composição e estrutura da comunidade herbácea de sub-bosque e sua distribuição em relação a fatores ambientais na FLONA de Caxiuanã, Amazônia Oriental./ José Leonardo Lima Magalhães. – Belém, 2010.

82 f.:il.

Dissertação (Mestrado em Botânica Tropical) – Universidade Federal Rural da Amazônia/ Museu Paraense Emílio Goeldi, 2010.

1. Comunidade Herbácea; 2. Topografia; 3. Solo – fertilidade 4. Amazônia Oriental – variações ambientais locais; 5. Florestas tropicais – conservação I. Título.

CDD – 582.12



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI



COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA COMUNIDADE HERBÁCEA DE SUB-BOSQUE
E SUA DISTRIBUIÇÃO EM RELAÇÃO A FATORES AMBIENTAIS NA FLONA DE
CAXIUANÁ, AMAZÔNIA ORIENTAL

JOSÉ LEONARDO LIMA MAGALHÃES

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia e Museu Paraense Emílio Goeldi, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Botânica, área de concentração Botânica Tropical, para obtenção do título de Mestre.

Aprovado em 03 /05 /2010

BANCA EXAMINADORA

Maria Aparecida Lopes

Maria Aparecida Lopes, *Ph.D.* - Orientadora
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

Ana Cláudia Tavares

Ana Cláudia Tavares, Doutora – 1º Examinador
UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ

Maria de Lourdes Pinheiro Ruivo

Maria de Lourdes Pinheiro Ruivo, Doutora – 2ª Examinadora
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI

Mário Augusto Gonçalves Jardim

Mário Augusto Gonçalves Jardim, Doutor – 3º Examinador
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI

Izildinha de Souza Miranda

Izildinha de Souza Miranda, Doutora – Suplente
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

À meus pais
João Onofre Magalhães e
Maria de Santana Lima Magalhães.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha família, que apesar de estar “do outro lado rio”, me deu a oportunidade de estar aqui e sempre me apoiou nas escolhas que fiz. Também à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo. À coordenação do projeto PPBio, por viabilizar as viagens e todo o suporte necessário à realização deste estudo e ao pessoal da ECFPn pelo apoio logístico e amizade.

À coordenação do mestrado de Botânica Tropical, especialmente ao coordenador Dr. João Ubiratan Moreira dos Santos e às secretárias Dagmar e Patrícia pela colaboração e amizade durante o curso.

À Prof^a Maria Aparecida Lopes, Ph.D., pela brilhante orientação, carinho, e confiança em mim depositada.

Aos professores Dr. Mário Jardim e Dr^a. Izildinha Miranda pelas contribuições e críticas fundamentais ao desenvolvimento deste trabalho.

Ao corpo docente do curso de Mestrado em Botânica pelos conhecimentos transmitidos.

Aos companheiros de campo Cleidimar Souza (Pelado) e João Raimundo pelo auxílio, as piadas sem graça e as pescarias.

À Dr^a Maria de Lourdes P. Ruivo e ao Msc. Jorge Gavina pela colaboração com os dados de solos e topografia, respectivamente.

À Dr^a Alba Lins, Adeilza Sampaio, Ana Kelly Koch, Elielson Rocha, Fernando O. Figueiredo, Lícia Kellen e Rozijane Fernandes pelo auxílio na identificação das espécies.

Agradeço a todos os amigos do mestrado por todos os momentos inesquecíveis durante esta fase da minha vida. Seria uma injustiça não citar todos, mas como o espaço é reduzido, faço um agradecimento em especial a Francismeire Bonadeu e Ana Kelly Koch pela longa convivência no campo, as caminhadas, e as horas pensando e identificando o material coletado à luz de velas; à Gabriele Ferreira (Bia) por ter me acompanhado e me aturado com paciência durante todo esse tempo; aos meus amigos de laboratório pela amizade e companheirismo.

*“Agradeço todas as dificuldades que enfrentei;
não fosse por elas, eu não teria saído do lugar.
As facilidades nos impedem de caminhar.
Mesmo as críticas nos auxiliam muito.”*

(Francisco Cândido Xavier)

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	8
LISTA DE FIGURAS.....	9
CAPÍTULO 1: COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA COMUNIDADE HERBÁCEA DE SUB-BOSQUE E SUA DISTRIBUIÇÃO EM RELAÇÃO A FATORES AMBIENTAIS NA FLONA DE CAXIUANÃ, AMAZÔNIA ORIENTAL.....	10
RESUMO.....	11
ABSTRACT.....	12
1.1. INTRODUÇÃO.....	13
1.2. OBJETIVOS.....	15
1.2.1. Objetivo geral.....	15
1.2.2. Objetivos específicos.....	15
1.3. REVISÃO DE LITERATURA.....	16
1.3.1. Comunidades herbáceas terrestres em florestas tropicais.....	16
1.3.1.1. Relações com características ambientais.....	17
1.3.2. Comunidades herbáceas epifíticas.....	18
1.3.2.1. Relações com tamanho de forófitos arbóreos.....	20
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22
CAPÍTULO 2: DISTRIBUIÇÃO DE PLANTAS HERBÁCEAS TERRESTRES EM RELAÇÃO A VARIAÇÕES DE SOLO E TOPOGRAFIA NA FLONA DE CAXIUANÃ, AMAZÔNIA ORIENTAL.....	31
RESUMO.....	32
ABSTRACT.....	33
2.1. INTRODUÇÃO.....	34
2.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	36
2.2.1. Área de estudo.....	36
2.2.2. Amostragem.....	37
2.2.3. Análise dos dados.....	38
2.3. RESULTADOS.....	39
2.4. DISCUSSÃO.....	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
ANEXO I – Normas publicação da Revista <i>Biota Neotropica</i>	51
CAPÍTULO 3: COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE EPÍFITAS VASCULARES DE FUSTE BAIXO NA FLONA DE CAXIUANÃ, AMAZÔNIA ORIENTAL.....	58
RESUMO.....	59
ABSTRACT.....	60
3.1. INTRODUÇÃO.....	61
3.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	63
3.2.1. Área de estudo.....	63
3.2.2. Coleta e análise dos dados.....	64
3.3. RESULTADOS.....	66
3.4. DISCUSSÃO.....	71
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73
ANEXO II – Normas publicação da Revista <i>Brasileira de Botânica</i>	78
4.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	81

LISTA DE TABELAS

		p.
Tabela 2.1	Lista das espécies da comunidade herbácea terrestre amostrada na Floresta Nacional de Caxiuanã, Pará, Brasil. Os números de coleta (NCOL) são do autor principal.....	39
Tabela 2.2	Abundância (N), densidade relativa (DR) e frequência (F) das espécies herbáceas terrestres amostradas na Floresta Nacional de Caxiuanã, Amazônia Oriental. Espécies estão ordenadas pela abundância.....	41
Tabela 3.1	Lista das espécies e morfoespécies herbáceas epifíticas presentes na Floresta Nacional de Caxiuanã, Pará, Brasil e suas categorias ecológicas (CAT) (E = holopífitas; HES = hemiepífitas secundárias). Os números de coleta (NCOL) são do autor principal.....	66
Tabela 3.2	Densidade relativa (DR), frequência (F), número de ocorrências de espécies epifíticas (NO) e número de indivíduos epifíticos (NI) por classe de forófito. Níveis de significância (p) para o teste qui-quadrado (X^2) da hipótese analisada e quociente epifítico (QE) para todas as classes de forófitos.....	68

LISTA DE FIGURAS

	p.	
Figura 2.1	Localização da grade de trilhas pertencente ao PPBio, onde foi realizado o presente trabalho, situada no centro da Floresta Nacional de Caxiuanã, a 400 km de Belém, Pará. Em destaque a grade de trilhas com as 30 parcelas distantes entre si, em média, por um quilômetro.....	36
Figura 2.2	Curva cumulativa de espécies para a área de estudo e seu respectivo intervalo de confiança a 95%. A curva foi aleatorizada 50 vezes.....	42
Figura 2.3	Distribuição das espécies ao longo do gradiente de fertilidade do solo (SB) para a área de estudo.....	43
Figura 2.4	Distribuição das espécies ao longo do gradiente de altitude (metros) na área de estudo.....	44
Figura 2.5	Regressões parciais para o número de espécies (a e b) e de indivíduos (c e d) em relação ao logaritmo natural da soma das bases trocáveis (SB) e à altitude para cada transecção. As regressões lineares são linhas tracejadas e as polinomiais linhas inteiras.....	45
Figura 3.1	Localização do <i>plot</i> PPBio, onde foi realizado o presente trabalho, situado no centro da Floresta Nacional de Caxiuanã, a 400 km de Belém, Pará.....	63
Figura 3.2	Distribuição vertical das famílias de herbáceas epifíticas amostradas nos oito metros inferiores do tronco de forófitos arbóreos. O número de indivíduos (n) por família está representado abaixo dos nomes das mesmas.....	69
Figura 3.3	Curva cumulativa de espécies baseada em 50 replicações (linha cheia) e intervalo de confiança a 95% (linha tracejada).....	70

CAPÍTULO 1

**COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA COMUNIDADE HERBÁCEA DE SUB-BOSQUE
E SUA DISTRIBUIÇÃO EM RELAÇÃO A FATORES AMBIENTAIS NA FLONA DE
CAXIUANÃ, AMAZÔNIA ORIENTAL**

CHAPTER 1

***COMPOSITION AND STRUCTURE OF THE UNDERSTOREY HERB COMMUNITY
AND ITS DISTRIBUTION IN RELATION TO ENVIRONMENTAL FACTORS IN THE
CAXIUANÃ NATIONAL FOREST, EASTERN AMAZONIA***

RESUMO

As plantas herbáceas são importantes no componente do sub-bosque de florestas tropicais contribuindo com até 50% do total das espécies vasculares em determinadas regiões, porém possuem poucos estudos. O presente estudo analisou a composição e a estrutura da comunidade herbácea além de relacionar sua abundância e distribuição com variáveis ambientais locais na Floresta Nacional de Caxiuanã. Foram inventariadas 30 transecções de 2 x 100 m (0,6 ha no total) as quais seguiam, no seu maior lado, curva de nível topográfico para minimizar as variações do solo. Todas as ervas terrestres com altura superior a cinco centímetros foram contadas e morfotipadas. As ervas epifíticas foram amostradas nas mesmas parcelas em todos os forófitos com até oito metros de altura (fuste baixo). A identificação do material botânico coletado foi realizada com o auxílio de literatura especializada, além de comparação com exsicatas do Herbário MG. No total foram identificadas 36 espécies terrestres (5421 indivíduos) e 37 morfoespécies epifíticas de fuste baixo (1093 indivíduos em 741 forófitos). Devido à grande parte dos indivíduos epifíticos incluídos no inventário estarem em estádios juvenis ou sem estruturas reprodutivas, somente 28 morfoespécies (72%) puderam ser identificadas até o nível taxonômico mais específico. Marantaceae foi a família mais representativa no sub-bosque. As três espécies mais importantes da comunidade terrestre foram *Ischnosiphon martianus*, *Calathea aberrans* e *Ischnosiphon gracilis* que juntas corresponderam a mais de 50% dos indivíduos. A distribuição das espécies terrestres foi similar tanto para gradientes de fertilidade do solo como de topografia e a maioria das espécies ocorreu em quase todas as transecções amostradas. O número de indivíduos por transecção esteve associado negativamente com a fertilidade e a topografia. Araceae foi a família de epífitas mais representativa com mais 60% das morfoespécies. Em termos de densidade, *Polytaenium guianense* e *Heteropsis flexuosa* foram as espécies mais importantes. As epífitas *Polytaenium guianense* e *Hecistopteris pumila* foram significativamente mais frequentes em árvores com DAP < 10 cm e *Philodendron* sp.2 em árvores com DAP > 10 cm. Em termos gerais, a comunidade herbácea é similar em composição e estrutura a outras áreas onde houve estudos semelhantes na Amazônia e sua distribuição espacial é uniforme e pouco varia ao longo dos gradientes locais analisados. Há necessidade de mais investigações para se entender os padrões de variação das comunidades ao longo de gradientes ambientais já que estes padrões são fundamentais para o planejamento da conservação de florestas tropicais.

Palavras chave: topografia, fertilidade do solo, variações ambientais locais, PPBio/Amazônia Oriental, conservação de florestas tropicais.

ABSTRACT

The herbaceous plants are an important component of the understory of tropical forests, but have few studies addressed. This study described the composition and structure of the herb community in addition to relate its abundance and distribution with local environmental variables at the Caxiuanã National Forest, Eastern Amazonia. Thirty transects of 2 x 100 m (0.6 ha in total) were scheduled and followed, in its largest axis, topographic contour to minimize variations of the soil. All ground herbs taller than five centimeters were counted and morphoidentified. Low trunk epiphytic herbs were sampled in the same plots in all the phorophytes that possessed such plants to a height of eight meters. Identification of the material collected was performed with the aid of specific literature and compared with herbarium specimens of herbarium MG. In total were identified 36 terrestrial species (5421 individuals) and 37 epiphytic morphospecies (1093 individuals in 741 phorophytes). Due to the large number of individuals included in the epiphytic inventory were in juvenile stages or without reproductive structures, only 28 morphospecies (72%) could be identified to the most specific taxonomic level. Marantaceae was the family most representative in the understory. The three most important species of terrestrial community were *Ischnosiphon martianus*, *Calathea aberrans* and *Ischnosiphon gracilis* which together accounted for more than 50% of all individuals. The distribution of terrestrial species was similar for both gradients of soil fertility and topography, and most species occurred at almost all transects sampled. The number of individuals per transect was negatively associated with soil fertility and topography. Araceae was the most important family of epiphytes, and represented over 60% of all morphospecies. In density terms, *Polytaenium guayanense* and *Heteropsis flexuosa* were the most important epiphytic species. *Polytaenium guayanense* and *Hecistopteris pumila* were significantly more frequent on trees with DBH <10 cm and *Philodendron* sp.2 on trees with DBH > 10 cm. Overall, the herb community is similar in composition and structure to other areas where there have been similar studies in Amazon and its spatial distribution is uniform and little varied along gradients of the site analyzed. There is need for further investigations to understand patterns of variation of plant communities along environmental gradients since it is critical to planning the conservation of tropical forests.

Keywords: topography, soil fertility, local environmental variations, PPBio/Eastern Amazon, tropical forest conservation.

1.1. INTRODUÇÃO GERAL

A floresta Amazônica tem sido tema de debates importantes sobre o seu uso presente e futuro (LAURANCE *et al.*, 2001). Partes da floresta têm sido suprimidas por ocupação desordenada, grandes projetos de apelo econômico e desmatamento desenfreado e insustentável (FEARNSIDE, 2003), levando à perda da biodiversidade que poderia ser conhecida e utilizada de maneira racional (FEARNSIDE, 2003; SOARES-FILHO *et al.*, 2006). Diante deste cenário, políticas públicas e incentivos à pesquisa científica são necessários para conter o desperdício e aproveitar os recursos de maneira eficiente.

O Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio) foi um dos programas instituídos recentemente pelo governo brasileiro como “[...] estratégia de investimento em Ciência, Tecnologia e Informação que priorize e integre competências em diversos campos do conhecimento, gere, integre e dissemine informações sobre biodiversidade que possam ser utilizadas para diferentes finalidades” (PPBIO, 2006, p.2).

Neste contexto, protocolos padronizados para pesquisa de diversos grupos taxonômicos e variáveis ambientais foram desenvolvidos com o objetivo de serem executados na forma de inventários rápidos associados a estudos ecológicos de longa duração (RAPELD) e possibilitar um diagnóstico dos ambientes estudados tanto em escalas locais como em escalas mais amplas (MAGNUSSON *et al.*, 2005). Unidades de Conservação (UC) e locais de relevância em termos de biodiversidade têm sido escolhidas para o estabelecimento de grades de trilhas constituindo um sítio de pesquisa. A Floresta Nacional de Caxiuanã (FNC) foi uma das áreas escolhidas pelo PPBio na Amazônia Oriental por apresentar baixa densidade demográfica e alta biodiversidade (LISBOA, 1997).

O protocolo 14 do PPBio, no qual o presente trabalho está inserido, trata do estudo das plantas herbáceas (ervas e epífitas). As ervas são plantas geralmente de pequeno porte, sem tecido lenhoso ou com tecido lenhoso apenas em sua base caulinar (HICKEY & KING, 2000). Estas plantas apresentam muitas estratégias adaptativas para o melhor aproveitamento dos recursos no ambiente (BENZING, 1990; RICHARDS, 1996; WESTOBY *et al.*, 2002), incluindo os hábitos terrestres, epifíticos, aquáticos e suas derivações.

As formas de vida não arbóreas, em geral, mesmo contribuindo relativamente pouco com a estrutura e economia das florestas tropicais, constituem importantes fontes de recursos alimentares e abrigos para a fauna associada (GENTRY & DODSON, 1987b; BENZING, 1990; NADKARNI, 1994; RICHARDS, 1996).

Estudos qualitativos e quantitativos de comunidades herbáceas e a distribuição de espécies destas comunidades estão concentrados, em sua maioria, na Amazônia Ocidental (GENTRY & DODSON, 1987a; GENTRY & EMMONS, 1987; POULSEN & BALSLEV, 1991; POULSEN & NIELSEN, 1995; POULSEN, 1996; TUOMISTO & POULSEN, 1996, 2000), Amazônia Central (JUNK & PIEDADE, 1997; RIBEIRO *et al.*, 1999; COSTA, 2004; COSTA *et al.*, 2005; ZUQUIM *et al.*, 2009) e diversas formações vegetacionais nas regiões sul e sudeste do Brasil (CITADINI-ZANETE, 1984; DIESEL, 1991; WAECHTER, 1998; DITTRICH *et al.*, 1999; DORNELES & NEGRELE, 1999; MÜLLER & WAECHTER, 2001; KERSTEN & SILVA 2001, 2002; GONÇALVES & WAECHTER, 2002, 2003; INÁCIO & JARENKOW, 2008; PALMA *et al.*, 2008; BUZATTO *et al.*, 2008; DETTKE *et al.*, 2008; FRAGA *et al.*, 2008; KERSTEN *et al.*, 2009).

O conhecimento científico acerca das plantas herbáceas na Amazônia Oriental ainda é bastante incipiente, limitando-se à florística de grupos taxonômicos específicos ou à descrição da composição e estrutura da comunidade herbácea em alguns poucos sítios de estudo (ATZINGEN *et al.*, 1996; RODRIGUES *et al.*, 2004; BATISTA, 2008; MAGALHÃES, 2008; SILVA & ROSÁRIO, 2008; FERREIRA, L. S. L. *et al.*, 2009; FERREIRA, A. C. *et al.*, 2009; MAUÉS, 2009; QUARESMA, 2009; MEDEIROS *et al.*, 2009; PIETROBOM *et al.*, 2009).

Com o objetivo de contribuir com o aumento do conhecimento de comunidades herbáceas na Amazônia Oriental frente ao avanço do desmatamento na região, o presente estudo buscou responder as seguintes questões: Quais espécies de plantas herbáceas ocorrem na grade PPBio/Amazônia Oriental? Qual a abundância relativa destas espécies? Como a comunidade herbácea se distribui em relação a fatores ambientais como solo e topografia (para as plantas terrestres) e à altura no fuste baixo de suportes arbóreos (para as plantas epifíticas)? As seguintes hipóteses foram testadas: i) o número de espécies e de indivíduos herbáceos terrestres não é influenciado pelas variações locais do solo e topografia; ii) a ocorrência das espécies de plantas herbáceas epifíticas de fuste baixo não depende do tamanho das árvores suportes.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. **Objetivo geral**

Determinar a composição e a estrutura da comunidade herbácea e relacionar sua distribuição e abundância com fatores ambientais no sítio PPBio/Amazônia Oriental, na Floresta Nacional de Caxiuanã, Pará, Brasil.

1.2.2. **Objetivos específicos**

- Relacionar o número de espécies e de indivíduos por transecção, além da abundância relativa por espécies com variáveis do solo e a topografia (CAPÍTULO 2), e
- Descrever a composição e estrutura da comunidade herbácea epifítica em substratos do sub-bosque e relacionar sua frequência de ocorrência com o diâmetro de forófitos arbóreos (CAPÍTULO 3).

1.3. REVISÃO DA LITERATURA

1.3.1. Comunidades herbáceas terrestres em florestas tropicais

A classificação ecológica das espécies herbáceas terrestres é relacionada ao seu vínculo com o solo durante o ciclo de vida. Segundo Poulsen & Balslev (1991), as plantas herbáceas terrestres podem ser definidas como: (i) obrigatórias que passam todo o seu ciclo de vida enraizadas no chão da floresta; subdivididas em proto-terrestres, que são mecanicamente independentes; escandentes que se escoram em outras plantas para obter melhores condições de luz; e saprófitas, que são mecanicamente independentes, porém não possuem clorofila; e (ii) facultativas que em algum estágio são mecanicamente dependentes e não mantêm, ao longo de todo seu ciclo de vida, uma conexão primária com o solo; subdivididas em escadoras ou hemiepífitas secundárias (*sensu* BENZING, 1990), que germinam no chão da floresta e podem perder contato com o solo ao escalarem um suporte; e epífitas caídas que são obrigatoriamente epifíticas e por algum motivo caem de seus suportes e conseguem se manter no solo por determinado período.

As comunidades herbáceas terrestres formam parte do sub-bosque de florestas tropicais e, apesar de terem papel pouco representativo na estrutura e economia do ecossistema como um todo (RICHARDS, 1996; POULSEN, 1996), são ricas em espécies e podem contribuir com até 29% das espécies em ambientes mais diversos no Leste da Amazônia (GENTRY & DODSON, 1987a). No entanto, mesmo quando o número de espécies é relativamente alto, poucas famílias botânicas estão representadas (RICHARDS, 1996; OLIVEIRA & AMARAL, 2005).

A composição e a estrutura das comunidades herbáceas terrestres têm sido relatadas em ambientes florestais nos trópicos (POULSEN & BALSLEV, 1991; POULSEN & NIELSEN, 1995; POULSEN, 1996; COSTA, 2004; RODRIGUES *et al.*, 2004). A composição destas comunidades é descrita em inventários de toda a vegetação (CROAT, 1978; RIBEIRO *et al.*, 1999) ou de alguns de seus grupos taxonômicos (ZUQUIM *et al.*, 2008; COSTA *et al.*, 2008) especificamente em determinadas regiões. A contribuição das herbáceas terrestres é também relatada, em termos percentuais, conjuntamente com outras formas de vida e hábitos (HALL & SWAINE, 1976; WHITMORE *et al.*, 1985; GENTRY & DODSON, 1987a; TURNER *et al.*, 1996; TUOMISTO & POULSEN, 2000; RODRIGUES *et al.*, 2004) ou ainda em clareiras (DIRZO *et al.*, 1992). Entretanto, apenas três estudos relatam quantitativamente toda a comunidade herbácea terrestre em determinados locais nos trópicos (POULSEN & BALSLEV, 1991; POULSEN, 1996; COSTA, 2004).

Os grupos taxonômicos descritos como os mais representativos de comunidades herbáceas em florestas tropicais variam dependendo da região (POULSEN, 1996; RICHARDS, 1996). As marantáceas, gramíneas, samambaias e licófitas são os grupos taxonômicos mais representativos nas Américas, enquanto na África e Ásia são aráceas, comelináceas, acantáceas e zingiberáceas; ervas das famílias Rubiaceae, Cyperaceae e Poaceae, embora estejam usualmente presentes em todos os ambientes florestais tropicais, não são tão numerosas quanto em florestas sazonais ou em savanas (RICHARDS, 1996).

No Brasil, o estudo de tais comunidades tem tido importante crescimento em produção científica nas últimas décadas. Porém, a maioria destes estudos estão restritos à região subtropical no sul do país em diversas formações vegetacionais (CITADINI-ZANETE 1984; DIESEL, 1991; DORNELES & NEGRELE, 1999; MÜLLER & WAECHTER, 2001; PALMA *et al.*, 2008; INÁCIO & JARENKOW, 2008; MARASCHIN-SILVA *et al.* 2009). O único estudo publicado para a Amazônia brasileira amostrou 35 espécies em 0,09 ha, em uma área de floresta de platô na região de Manaus, Amazônia central (COSTA, 2004).

A riqueza de espécies herbáceas terrestres, assim como sua representatividade percentual em termos da riqueza total das espécies vegetais, variou de 16 (10-15%) espécies na Costa Rica (WHITMORE *et al.*, 1985) a 50 (29%) no Equador (GENTRY & DODSON, 1987a) em áreas de 0,1 ha de floresta. Em áreas de um hectare de floresta o número de espécies variou de 92 a 96 espécies, em Bornéu (POULSEN, 1996) e no Equador (POULSEN & BALSLEV, 1991), respectivamente. Em clareiras florestais no México (DIRZO *et al.*, 1992) e no sul do Brasil (MARISCHIN-SILVA *et al.*, 2009), os números são elevados (52 e 76 espécies, respectivamente) mas refletem estádios sucessionais diferentes.

1.3.1.1. Relações com características ambientais

Alguns estudos têm sugerido que a riqueza de espécies de alguns grupos de plantas varia substancialmente ao longo de gradientes ambientais em florestas nos trópicos (GENTRY & DODSON, 1987a; GENTRY, 1988; POULSEN & BALSLEV 1991; TUOMISTO & POULSEN, 1996; RUOKOLAINEN *et al.*, 1997; SABATIER *et al.*, 1997; CLARK *et al.*, 1998; SVENNING 1999; VORMISTO, *et al.*, 2000; DUQUE *et al.*, 2002). Para grandes categorias de habitats contrastantes, como florestas inundáveis e não-inundáveis e de solos arenosos e não-arenosos, estas diferenças são reconhecidas (TUOMISTO *et al.*, 2003). Entretanto não se sabe se, dentro de ambientes considerados homogêneos, pequenas

variações ambientais seriam responsáveis pelas diferenças no número de indivíduos, riqueza de espécies ou diversidade (TUOMISTO & RUOKOLAINEN, 2002).

A riqueza de espécies de ervas parece ser constante em habitats com características ambientais semelhantes em uma mesma latitude (COSTA, 2004). As relações entre a riqueza de espécies do sub-bosque com atributos do solo, topografia e a abertura do dossel têm sido testadas por alguns autores (GENTRY & EMMONS, 1987; POULSEN, 1996; TUOMISTO & POULSEN, 2000; TUOMISTO & RUOKOLAINEN, 2002; TUOMISTO *et al.*, 2003; COSTA *et al.*, 2005; INÁCIO & JARENKOW, 2008). É esperado que locais com topografia e solos similares tenham o mesmo número de espécies herbáceas independente da localização geográfica (COSTA, 2004), porém resultados diferentes têm sido encontrados para grupos taxonômicos com formas de dispersão distintas (COSTA *et al.*, 2005).

A quantidade de dados disponibilizados na literatura ainda não é suficiente para fazer generalizações, principalmente porque a maioria destes estudos é feita em escalas locais e/ou de paisagem e utiliza grupos taxonômicos específicos (Pteridophyta, Marantaceae e Melastomataceae, por exemplo). São necessários mais estudos utilizando protocolos padronizados de coleta e levando em consideração que a composição de espécies é o resultado do comportamento dos indivíduos pertencentes a diferentes espécies (TUOMISTO & RUOKOLAINEN, 2006).

1.3.2. Comunidades herbáceas epifíticas

Epifitas são organismos vegetais que se desenvolvem em outras plantas, ao longo de todo o seu ciclo de vida, ou na maior parte dele, sem parasitá-las, utilizando-as apenas como suporte (BENZING, 1987; GENTRY & DODSON, 1987a). O termo forófito ou planta suporte é usualmente utilizado para designar os substratos arbóreos onde estas epifitas ocorrem, já que o termo hospedeiro denotaria uma relação parasítica (NIEDER *et al.*, 2000).

No hábito epifítico, as espécies vasculares podem ser classificadas segundo sua forma de nutrição, fidelidade ao substrato, aporte de recursos, balanço hídrico e forma de crescimento (BENZING, 1990). A classificação mais utilizada, representada pela fidelidade ao substrato, é resumida em: (i) holo-epifitas que completam todo o ciclo de vida em um forófito sem contato com o chão da floresta; (ii) hemi-epifitas que têm parte do ciclo de vida como plantas terrestres, podem ser primárias (são em geral plantas lenhosas que iniciam seu ciclo de vida em um forófito e posteriormente lançam raízes ao chão) ou secundárias (são em geral herbáceas que iniciam como plantas terrestres e se tornam epifitas ao escalarem um

forófito); (iii) epífitas facultativas que podem se desenvolver no solo ou em outros substratos, caso caiam do forófito; e (iv) epífitas acidentais, espécies que não possuem adaptações normalmente relatadas ao hábito epifítico, mas que por acaso desenvolvem-se em um substrato arbóreo.

O hábito epifítico é recorrente na maioria dos ambientes tropicais e subtropicais úmidos no mundo (KRESS, 1986; BUZATTO *et al.*, 2008). Estimativas para os neotrópicos sugerem que epífitas vasculares podem contribuir com quase a metade das espécies de plantas em algumas localidades (GENTRY & DODSON, 1987a; KERSTEN, 2006). Os táxons relatados como os mais representativos nestas florestas, em termos de riqueza de espécies e abundância de indivíduos, são Orchidaceae, Bromeliaceae e Araceae (GENTRY & DODSON, 1987b; BENZING, 1990).

O hábito epifítico surgiu paralelamente em diferentes grupos vegetais (BENZING, 1987, 1990; RICHARDS, 1996; WRIGHT, 2002). Epífitas, em geral, apresentam diversas adaptações para este hábito e muitas delas inovadoras do ponto de vista evolutivo (BENZING, 1987). Alcançar recursos disponíveis nos diferentes estratos verticais da floresta significa muitas vezes suportar variações extremas de temperatura e umidade (GENTRY & DODSON, 1987b; NIEDER *et al.*, 2001; PARRA *et al.*, 2009). A distribuição vertical das plantas epífitas reflete, em parte, a estratificação exercida por variações microclimáticas na floresta (KERSTEN, 2006). A temperatura, a umidade e a incidência de luz são as principais variáveis ambientais responsáveis por diferenças nas comunidades de epífitas entre estratos em um mesmo forófito (BENZING, 1990).

Diferentes métodos têm sido estabelecidos para o estudo das epífitas ao longo do gradiente vertical de um forófito arbóreo e a divisão da árvore suporte em diferentes zonas ou estratos depende muitas vezes da estrutura da floresta em estudo e como os autores escolhem a forma de responder suas questões (KERSTEN, 2006). A divisão dos forófitos em zonas de comprimento fixo (WAECHTER, 1998) ou em zonas que refletem diferentes microhabitats como base, fuste e copa (TER STEEGE & CORNELISSEN, 1989; BENZING, 1990) são usualmente utilizadas.

Para Benzing (1990), a copa e o fuste alto são os microhabitats de maior riqueza em espécies, podendo alcançar até 80% das espécies epifíticas. Os estratos inferiores, próximos ao sub-bosque (base e fuste baixo dos forófitos), albergam um número reduzido de espécies pelo fato de serem locais de transição para as espécies que germinam no solo e pretendem alcançar níveis mais altos, principalmente hemi-epífitas secundárias da família Araceae (TER STEEGE & CORNELISSEN, 1989; WOLF & FLAMENCO-S. 2003).

Além das variações microclimáticas, a distribuição vertical de plantas epifíticas na floresta pode estar relacionada a diferentes características dos forófitos que servem de suporte a estas plantas epifíticas (TER STEEGE & CORNELISSEN, 1989; BENZING, 1990). As características das plantas suporte citadas como importantes para a colonização e permanência de plantas epifíticas são: rugosidade, pH e capacidade de retenção de umidade do súber; ângulo de inclinação de troncos e galhos; quantidade de briófitas e líquens presentes (TER STEEGE & CORNELISSEN, 1989; CALLAWAY *et al.*, 2002).

Os trabalhos realizados sobre composição e estrutura de comunidades epifíticas vasculares no mundo têm sido maior nos trópicos, notadamente na região neotropical (TER STEEGE & CORNELISSEN, 1989; FREIBERG, 1996; NIEDER *et al.*, 2000; BUSSMANN, 2001; ZOTZ & VOLLRATH, 2003; KREFT *et al.*, 2004; KÜPER *et al.*, 2004; ARÉVALO & BETANCUR, 2004; BENAVIDES *et al.*, 2005; SCHUETTPELZ & TRAPNELL, 2006; WATKINS *et al.*, 2006; FLORES-PALACIOS & GARCÍA-FRANCO, 2006; ZOTZ & SCHULTZ, 2008). O difícil acesso à copa das árvores gera uma multiplicidade de métodos de estudo destas plantas, principalmente de coleta, dificultando a comparação entre comunidades (NIEDER *et al.*, 2000). Além disso, a maioria dos estudos relata a composição e estrutura de todas as espécies epifíticas vasculares, sejam elas herbáceas ou lenhosas.

Estudos relatando a composição e a estrutura de comunidades epifíticas no Brasil está concentrada no sul e sudeste subtropical (AGUIAR *et al.* 1981; WAECHTER, 1998; DITTRICH *et al.*, 1999; KERSTEN & SILVA 2001, 2002; GONÇALVES & WAECHTER, 2002, 2003; GIONCO & WAECHTER, 2004; BUZATTO *et al.*, 2008; DETTKE *et al.*, 2008; FRAGA *et al.*, 2008). Na Amazônia brasileira, apesar de sua diversidade florística, são escassos os trabalhos publicados sobre este componente em formações florestais. Um estudo sobre a composição de epífitas (incluindo espécies avasculares) realizado em 0,3 ha de área de savana na Amazônia Central relatou a presença de sete espécies de plantas epífitas vasculares (GOTTSBERGER & MORAWETZ, 1993).

1.3.2.1. Relações com tamanho de forófitos arbóreos

A relação entre espécie de forófito e espécie vascular epifítica tem sido investigada por alguns autores em florestas tropicais (ZIMMERMAN & OLMSTED, 1992; MORAN *et al.*, 2003; ZOTZ & VOLLRATH, 2003; MEHLTRETER *et al.*, 2005; FLORES-PALACIOS & GARCIA-FRANCO, 2006; TREMBLAY & CASTRO, 2009). Entretanto, a relação entre o tamanho dos forófitos e a espécie vascular epifítica ainda não foi muito investigada. De modo

geral, aponta-se que árvores maiores e mais velhas tendem a ter maior riqueza e abundância de espécies epífitas que as de menor diâmetro e mais jovens devido a maior área superficial e ao maior tempo disponíveis como substratos para a colonização, respectivamente (FLORES-PALACIOS & GARCIA-FRANCO, 2006).

MORAN *et al.* (2003) e MEHLTRETER *et al.* (2005) estudaram a ocorrência de espécies epífitas no fuste baixo de dois tipos de forófitos (angiospermas e pteridófitas arborescentes). Os estudos foram realizados na Costa Rica e no México, respectivamente. No estudo realizado no México, a riqueza e abundância de epífitas foram maiores em pteridófitas arborescentes 5-10 cm DAP devido à maior disponibilidade de microhábits nestes forófitos do que encontrado em angiospermas de mesmo diâmetro; forófitos de 10-20 cm DAP não apresentaram correlação. No trabalho da Costa Rica, a riqueza de espécies e o percentual de cobertura das epífitas não apresentaram correlação com o diâmetro dos dois tipos de forófitos analisados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, L. W.; CITADINI-ZANETTE, V.; MARTAU, L. & BACKES, A. Composição florística de epífitos vasculares numa área localizada nos municípios de Montenegro e Triunfo, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia, Série Botânica**, 28:55-93, 1981.
- ARÉVALO, R. & BETANCUR, J. Diversidad de epífitas vasculares em cuatro bosques Del sector suroriental de La Serrania de Chiribiquete, Guayana Colombiana. **Caldasia**, 26(2): 359-380, 2004.
- ATZINGEN, N. V; CARDOSO, A. L. R. & ILKIU-BORGES, A. L. Flora orquidológica da Serra das Andorinhas, São Geraldo do Araguaia - PA. **Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Botânica**, 12(1):59-74, 1996.
- BATISTA, F. J. **Análise florística e estrutural de florestas de várzea da Resex Chocoré-Mato Grosso, Pará, Brasil**. 88 p. (Dissertação de Mestrado em Botânica Tropical). Universidade Federal Rural da Amazônia e Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, 2008.
- BENAVIDES, A. M.; DUQUE, A. J.; DUIVENVOORDEN, J. F.; VASCO, G. A. & CALLEJAS, R. A first quantitative census of vascular epiphytes in rain forest of Colombian Amazonia. **Biodiversity and Conservation**, 14:739-758, 2005.
- BENZING, D. H. Vascular epiphytism: taxonomic participation and adaptative diversity. **Annals of the Missouri Botanical Gardens**, 74(2):182-204, 1987.
- BENZING, D. H. **Vascular epiphytes**. Cambridge: Cambridge University Press, 355 p. 1990.
- BUSSMAN, R. Q. Epiphyte diversity in a tropical Andean Forest – Reserva Biológica San Francisco, Zamora-Chinchipe, Ecuador. **Ecotropica**, 7:43-60, 2001.
- BUZZATO, C. R.; SEVERO, B. M. A. & WAECHTER, J. L. Composição florística e distribuição ecológica de epífitos vasculares na Floresta Nacional de Passo Fundo, Rio Grande do Sul. **Iheringia, Série Botânica**, 63(2):231-239, 2008.
- CALLAWAY, R. M.; REINHART, K. O.; MOORE, G. W.; MOORE, D. J. & PENNING, S. C. Epiphyte host preferences and host traits: mechanisms for species-specific interactions. **Oecologia**, 132:221-230, 2002.
- CITADINI-ZANETTE, V. Composição florística e fitossociologia da vegetação herbácea terrícola de uma mata de Torres, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia, Série Botânica**, 32:23-62, 1984.

CLARK, D. B.; CLARK, D. A. & READ, J. M. Edaphic variation and the mesoscale distribution of tree species in a neotropical rain forest. **Journal of Ecology**, 86:101-112, 1998.

COSTA, F. R. C. Structure and composition of the ground-herb community in a terra-firme Central Amazonian forest. **Acta Amazonica**, 34(1):53-59, 2004.

COSTA, F. R. C.; MAGNUSSON, W. E. & LUIZÃO, R. C. Mesoscale distribution patterns of Amazonian understorey herbs in relation to topography, soil and watersheds. **Journal of Ecology**, 93:863-878, 2005.

COSTA, F. R. C.; ESPINELLI, F. P. & FIGUEIREDO, F. O. G. **Guia de marantáceas da Reserva Ducke e da Reserva Biológica do Uatumã**, Manaus: INPA, 154 p. 2008.

CROAT, T. **Flora of Barro Colorado Island**. Stanford: Stanford University Press, 956 p. 1978.

DETTKE, G. A.; ORFRINI, A. & MILANEZE-GUTIERRE, M. A. Composição florística e distribuição de epífitas vasculares em um remanescente alterado de Floresta Estacional Semidecidual do Paraná, Brasil. **Rodriguesia**, 59:859-872, 2008.

DIESEL, S. Estudo fitossociológico herbáceo/arbustivo da mata ripária da bacia hidrográfica do rio dos Sinos, RS. **Pesquisas, série Botânica**, 42:201-257, 1991.

DIRZO, R.; HORVITZ, C. C.; QUEVEDO, H. & LÓPEZ, M. A. The effects of gap size and age on the understory herb community of a tropical Mexican rain forest. **Journal of Ecology**, 80:809-822, 1992.

DITTRICH, V. A. O.; KOZERA, C. & MENEZES-SILVA, S. Levantamento florístico dos epífitas vasculares do Parque Barigüi, Curitiba, Paraná, Brasil. **Iheringia, Série Botânica**, 52:11-21, 1999.

DORNELES, L. P. P. & NEGRELE, R. R. B. Composição florística e estrutura do compartimento herbáceo de um estágio sucessional avançado da Floresta Atlântica, no sul do Brasil. **Biotemas**, 12:7-30, 1999.

DUQUE, A.; SANCHEZ, M.; CAVALIER, J. & DUIVENVOORDEN, J. F. Different floristic patterns of woody understorey and canopy plants in Colombian Amazonia. **Journal of Tropical Ecology**, 18:499-525, 2002.

FEARNSIDE, P. M. **A floresta Amazônica nas mudanças globais**. Manaus: INPA, 134 p. 2003.

FERREIRA, A.C.; PEREIRA, B. F. P.; CAPRA, S. M. & MELO, L. E. As aráceas. In: (JARDIM, M. A. G., org.) **Diversidade biológica das áreas de proteção ambiental Ilhas do Combu e Algodual-Maiandeuá, Pará, Brasil**. MPEG/MCT/CNPq, pg. 61-70, Belém, 2009.

FERREIRA, L. S. L.; COSTA, J. M. & PIETROBOM, M. R. As pteridófitas. In: (JARDIM, M. A. G., org.), **Diversidade biológica das áreas de proteção ambiental Ilhas do Combu e Algodual-Maiandeuá, Pará, Brasil**. MPEG/MCT/CNPq, pg. 13-40, Belém, 2009.

FLORES-PALACIOS, A. & GARCÍA-FRANCO, G. The relationships between tree size and epiphyte species richness: testing four different hypothesis. **Journal of Biogeography**, 33: 323-330, 2006.

FRAGA, L. L.; SILVA, L. B. & SCHMITT, J. L. Composição e distribuição vertical de pteridófitas epifíticas sobre *Dicksonia sellowiana* Hook. (Dicksoniaceae), em floresta ombrófila mista no sul do Brasil. **Biota Neotropica**, 8(4):123-129, 2008.

FREIBERG, M. Spatial distribution of vascular epiphytes on three emergent canopy trees in French Guiana. **Biotropica**, 28(3):345-355, 1996.

GENTRY, A. H. Changes in plant community diversity and floristic composition on environment and geographical gradients. **Annals of the Missouri Botanical Gardens**, 75(1):1-34, 1988.

GENTRY, A. H. & DODSON, H. C. Contribution of non-trees to species richness of tropical rain forest. **Biotropica**, 19:149-156, 1987a.

GENTRY, A. H. & DODSON, H. C. Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. **Annals of the Missouri Botanical Gardens**, 74(2):205-233, 1987b.

GENTRY, A. H. & EMMONS, L. H. Geographical variation in fertility, phenology, and composition of the understorey of neotropical forests. **Biotropica** 19(3):216-227, 1987.

GIONCO, C. & WAECHTER, J. L. Composição florística e estrutura comunitária de epífitos vasculares em uma floresta de galeria na Depressão Central do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Botânica**, 27(3):463-572, 2004.

GONÇALVES, C. N. & WAECHTER, J. L. Epífitos vasculares sobre espécimes de *Ficus organensis* isolados no norte da planície costeira do Rio Grande do Sul: padrões de abundância e distribuição. **Acta Botanica Brasílica**, 16(4): 429-441, 2002.

GONÇALVES, C. N. & WAECHTER, J. L. Aspectos florísticos e ecológicos de epífitos vasculares sobre figueiras isoladas no norte da planície costeira do Rio Grande do Sul. **Acta Botanica Brasílica**, 17(1):89-100, 2003.

GOTTSBERGER, G. & MORAWETZ, W. Development and distribution of the epiphytic flora in an Amazonian savanna in Brazil. **Flora**, 188:145-151, 1993.

HALL, J. B. & SWAINE, M. D. Classification and ecology of closed canopy forest in Ghana. **Journal of Ecology**, 64: 913-951. 1976.

HICKEY, M. & KING, C. **The Cambridge Illustrated Glossary of Botanical Terms**. Cambridge: Cambridge University Press, 208 p. 2000.

INÁCIO, C. D. & JARENKOW, J. A. Relações entre a estrutura da sinúsia herbácea terrícola e a cobertura do dossel em floresta estacional no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, 31(1):41-51, 2008.

JUNK, W. J. & PIEDADE, M. T. F. Plant life in the floodplain with special reference to herbaceous plants. In: Junk, W. J. (ed.): **The Central Amazon Floodplain: Ecology of a pulsing system**. Ecological Studies 126, Springer, Berlin, p. 147-185, 1997.

KERSTERN, R. A. & SILVA, S. M. Composição florística do componente epifítico vascular em floresta da planície litorânea na Ilha do Mel, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, 24(2):213-226, 2001.

KERSTERN, R. A. & SILVA, S. M. Florística e estrutura do componente epifítico vascular em floresta ombrófila mista aluvial do rio Barigüi, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, 25(3):259-267, 2002.

KERSTEN, R. A. **Epifitismo vascular na bacia do Alto Iguaçu, Paraná**. 231 p. (Tese de Doutorado em Engenharia Florestal). Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2006.

KERSTEN, R. A.; BORGIO, M. & SILVA, S. M. Diversity of vascular epiphytes in an insular Brazilian coastal forest. **Revista de Biología Tropical**, 57(3):749-759, 2009.

KREFT, H.; KÖSTER, N.; KÜPER, W.; NIEDER, J. & BARTHLOTT, W. Diversity and biogeography of vascular epiphytes in Western Amazonia, Yasuní, Ecuador. **Journal of Biogeography**, 31:1463-1476, 2004.

KRESS, J. W. The systematic distribution of vascular epiphytes: an update. **Selbyana**, 9:2-22, 1986.

KÜPER, W.; KREFT, H.; NIEDER, J.; KÖSTER, N. & BARTHLOTT, W. Large-scale diversity patterns of vascular epiphytes in Neotropical montane rain forests. **Journal of Biogeography**, 31:1477-1487, 2004.

LAURANCE, W. F.; COCHRANE, M. A.; BERGEN, S.; FEARNSIDE, P. M.; DELAMÔNICA, P.; BARBER, C.; D'ANGELO, S. & FERNANDES, T. The future of the Brazilian Amazon. **Science** 291:438-439, 2001.

LISBOA, P. L. B. (Org.) **Caxiuanã**. Belém: MPEG, 446 p. 1997.

MAGALHÃES, J. L. L. **Composição florística e estrutura da comunidade herbácea terrestre em um fragmento de floresta de várzea estuarina, Belém, Pará, Brasil**. 25 p. (Trabalho de Conclusão de Curso). Universidade Federal do Pará, Belém, 2008.

MAGNUSSON, W. E.; LIMA, A. P.; LUIZÃO, R.; LUIZÃO, F.; COSTA F. R. C.; CASTILHO, C. V. & KINUPP, V. P. RAPELD: a modification of the Gentry method for biodiversity surveys in 50 long-term ecological research sites. **Biota Neotropica**, 5, 2005. <http://www.biotaneotropica.org.br/v5n2/pt/abstract?point-of-view+bn010005022005>

MARASCHIN-SILVA, F.; SCHERER, A. & BAPTISTA, L. R. M. Diversidade e estrutura do componente herbáceo-subarbustivo em vegetação secundária de Floresta Atlântica no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, 7(1):53-65, 2009.

MAUÉS, B. A. R. **Composição florística e estrutura do estrato inferior de floresta de várzea estuarina na área de proteção Ambiental Ilha do Combu, Belém-PA, Brasil**. 60 p. (Dissertação de Mestrado em Botânica Tropical). Universidade Federal Rural da Amazônia e Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, 2009.

MEDEIROS, T. D. S; QUARESMA, A. C. & SILVA, J. B. F. As orquídeas. In: (JARDIM, M. A. G., org.) **Diversidade biológica das áreas de proteção ambiental Ilhas do Combu e Algodão-Maiandeuá, Pará, Brasil**. MPEG/MCT/CNPq, pg. 41-59, Belém, 2009.

MEHLTRETER, K.; FLORES-PALACIOS, A. & GARCIA-FRANCO, J. G. Host preferences of low-trunk vascular epiphytes in a cloud forest of Veracruz, Mexico. **Journal of Tropical Ecology**, 21:651-660, 2005.

MORAN, R. C.; KLIMAS, S. & CARLSEN, M. Low-trunk epiphytic ferns on tree ferns versus angiosperms in Costa Rica. **Biotropica**, 35:48-56, 2003.

MÜLLER, S. C. & WAECHTER, J. L. Estrutura sinusal dos componentes herbáceo e arbustivo de uma floresta costeira subtropical. **Revista Brasileira de Botânica**, 24:263-272, 2001.

NADKARNI, N. M. Diversity of species and interactions in the upper tree canopy of forest ecosystems. **American Zoologist**, 34(1):70-78, 1994.

NIEDER, J.; ENGWALD, S.; KLAUW, M. & BARTHOLOTT, W. Spatial distribution of vascular epiphytes (including hemiepiphytes) in a lowland Amazonian rain forest (Surumoni crane plot) of southern Venezuela. **Biotropica**, 32:385-396, 2000.

NIEDER, J.; PROSPERI, J. & MICHALOUD, G. Epiphytes and their contribution to canopy diversity. **Plant Ecology**, 153:51-63, 2001.

OLIVEIRA, A. N. & AMARAL, I. L. Aspectos florísticos, fitossociológicos e ecológicos de um sub-bosque de terra-firme na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, 35(1):1-16, 2005.

PALMA, C. B.; INÁCIO, C. D. & JARENKOW, J. A. Florística e estrutura da sinúcia herbácea terrícola de uma floresta estacional de encosta no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, 6(3):151-158, 2008.

PARRA, M. J.; ACUÑA, K.; CORCUERA, L. J. & SALDAÑA, A. Vertical distribution of Hymenophyllaceae species among host tree microhabitats in a temperate rain forest in Southern Chile. **Journal of Vegetation Science**, 20:588-595, 2009.

PIETROBOM, M. R.; MACIEL, S.; COSTA, J. M.; SOUZA, M. G. C.; TRINDADE, M. J. & FONSECA, M. S. S. Licófitas ocorrentes na Floresta Nacional de Caxiuanã, estado do Pará, Brasil: Lycopodiaceae e Selaginellaceae. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Ciências Naturais, Belém**, 4(1):37-45. 2009.

PPBIO: Programa de Pesquisa em Biodiversidade/Amazônia. **Documento Técnico do Programa**. Manaus: INPA/MPEG, 30 p. 2006.

POULSEN, A. D. Species richness and density of ground herbs within a plot of lowland rainforest in north-west Borneo. **Journal of Tropical Ecology**, 12:177-190, 1996.

POULSEN, A. D. & BALSLEV, H. Abundance and cover of ground herbs in an Amazonian rain forest. **Journal of Vegetation Science**, 2:315-322, 1991.

POULSEN, A. D. & NIELSEN, I. H. How many ferns are there in one hectare of tropical rain forest? **American Fern Journal**, 85(1):29-35, 1995.

QUARESMA, A. C. & MEDEIROS, T. D. S. As bromélias. In: (JARDIM, M. A. G., org.) **Diversidade biológica das áreas de proteção ambiental Ilhas do Combu e Algodal-Maiandeuá, Pará, Brasil**. MPEG/MCT/CNPq, pg. 71-78, Belém, 2009.

RIBEIRO, J. E. L. S.; HOPKINS, M. J. G.; VICENTINI, A.; SOTHERS, C. A.; COSTA, M. A. S.; BRITO, J. M.; SOUZA, M. A. D.; MARTINS, L. H. P.; LOHMANN, L. G.; ASSUNÇÃO, P. A. C. L.; PEREIRA, E. C.; SILVA, C. F.; MESQUITA, M. R. & PROCÓPIO, L. C. **Flora da Reserva Ducke: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia Central**. Manaus: INPA/DFID, 816 p. 1999.

RICHARDS, P. W. Ground herbs and dependent synusia. In: Richards, P. W.; Walsh, R. P. D.; Baillie, I. C. & Greig-Smith, P. (eds.) **The tropical rain forest: an ecological study**. Cambridge: Cambridge University Press. 2^a ed., p. 121-155. 1996.

RODRIGUES, S. T.; ALMEIDA, S. S.; ANDRADE, L. H. C.; BARROS, I. V. C & VAN DEN BERG, M. E. Composição florística e abundância de pteridófitas em três ambientes da bacia do rio Guamá, Belém, Pará, Brasil. **Acta Amazonica**, 34(1):35-42, 2004.

RUOKOLAINEN, K. A.; LINNA, A. & TUOMISTO, H. Use of Melastomataceae and pteridophytes for revealing phytogeographical patterns in an Amazonian rain forest. **Journal of Tropical Ecology**, 13:243-256, 1997.

RUOKOLAINEN, K.; TUOMISTO, H.; MACÍA, M.J.; HIGGINS, M.A. & YLI-HALLA, M. Are floristic and edaphic patterns in Amazonian rain forests congruent for trees, pteridophytes and Melastomataceae? **Journal of Tropical Ecology**, 23:13-25, 2007.

SABATIER, D.; GRIMALDI, M.; PRÉVOST, M-F.; GUILLAUME, J.; GORDÓN, M.; DOSSO, M. & CURMI, P. The influence of soil cover organization on the floristic and structural heterogeneity of a Guianan rain Forest. **Plant Ecology**, 131:81-108, 1997.

SCHUETTPELZ, E. & TRAPNELL, D. W. Exceptional epiphyte diversity on a single tree in Costa Rica. **Selbyana**, 27(1):65-71, 2006.

SILVA, M. R. P. & ROSÁRIO, S. M. Licófitas e monilófitas (Pteridophyta) da Floresta Nacional de Caxiuanã, estado do Pará, Brasil: chave para as famílias e as espécies de Aspleniaceae e Blechnaceae. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Ciências Naturais, Belém**, 3(2):151-163, 2008.

SOARES-FILHO, B. S.; NEPSTAD, D. C.; CURRAN, L. M.; CERQUEIRA, G. C.; GARCIA, R. A.; RAMOS, C. A.; VOLL, E.; MCDONALD, A.; LEFEBVRE, P. & SCHLESINGER, P. Modelling conservation in the Amazon basin. **Nature**, 440(23):520-523, 2006.

SVENNING, J. C. Microhabitat specialization in a species rich palm community in Amazonia Ecuador. **Journal of Ecology**, 87:55-65, 1999.

TER STEEGE, H. & CORNELISSEN, J. H. C. Distribution and ecology of vascular epiphytes in lowland rain forest of Guyana. **Biotropica**, 21(4):331-339, 1989.

TREMBLAY, R. L. & CASTRO, J. V. Circular distribution of an epiphytic herb on trees in a subtropical rain forest. **Tropical Ecology**, 50(2):211-217, 2009.

TUOMISTO, H. & POULSEN, A. D. Influence of edaphic specialization on pteridophyte distribution in Neotropical rain forests. **Journal of Biogeography**, 23:283-293, 1996.

TUOMISTO, H. & POULSEN, A. D. Pteridophyte diversity and species composition in four Amazonian rain forests. **Journal of Vegetation Science**, 11:383-396, 2000.

TUOMISTO, H. & RUOKOLAINEN, K. Distribution of pteridophyta and Melastomataceae along an edaphic gradient in an Amazonian rain forest. **Journal of Vegetation Science**, 5(1):25-34, 2002.

TUOMISTO, H. & RUOKOLAINEN, K. Analyzing or explaining beta diversity? Understanding the targets of different methods of analysis. **Ecology**, 87(11):2697-2708, 2006.

TUOMISTO, H.; RUOKOLAINEN, K.; AGUILAR, M. & SARMIENTO, A. Floristic patterns along a 43-km long transect in an Amazonian rain forest. **Journal of Ecology**, 91(5):743-756, 2003.

TURNER, I. I.; TAN, H. T. W. & CHUA, K. S. Relationships between herb layer and canopy composition in a tropical rain forest successional mosaic in Singapore. **Journal of Tropical Ecology**, 12:843-851, 1996.

VORMISTO, J.; PHILLIPS, O. L.; RUOKOLAINEN, K.; TUOMISTO, H. & VÁSQUEZ, R. A comparison of fine-scale distribution patterns of four plant groups in an Amazonian rainforest. **Ecography**, 23:349-259, 2000.

WAECHTER, J. L. Epifitismo vascular em uma floresta de restinga do Brasil subtropical. **Revista Ciência e Natura**, 20:43-66, 1998.

WATKINS, J. E.; CARDELÚS, C.; COLWELL, R. K. & MORAN, R. C. Species richness of ferns along an elevational gradient in Costa Rica. **American Journal of Botany**, 93(1):73-83, 2006.

WESTOBY, M.; FALSTER, D. S.; MOLES, A. T.; VESK, P. A. & WRIGHT, I. J. Plant ecological strategies: some leading dimensions of variation between species. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, 33:125-159, 2002.

WHITMORE, T. C.; PERALTA, R. & BROWN, K. Total species count in a Costa Rican rain forest. **Journal of Tropical Ecology**, 1:375-378, 1985.

WOLF, J. & FLAMENCO-S, A. Patterns in species richness and distribution of vascular epiphytes in Chiapas, Mexico. **Journal of Biogeography**, 30:1689-1707, 2003.

WRIGHT, S. J. Plant diversity in tropical forest: a review of mechanisms of species coexistence. **Oecologia**, 130:1-14, 2002.

ZIMMERMAN, J. K. & OLMSTED, I. C. Host tree utilization by vascular epiphytes in a seasonally inundated forest (Tintal) in Mexico. **Biotropica**, 24(3):402-407, 1992.

ZOTZ, G. & VOLLRATH, B. The epiphyte vegetation of the palm *Socratea exorrhiza* – correlations with tree size, tree age and bryophyte cover. **Journal of Tropical Ecology**, 19:81-90, 2003.

ZOTZ, G. & SCHULTZ, S. The vascular epiphytes of a lowland forest in Panama – species composition and spatial structure. **Plant Ecology**, 195:131-141, 2008.

ZUQUIM, G.; COSTA, F. R. C.; PRADO, J. & TUOMISTO, H. **Guia de samambaias e licófitas da REBIO Uatumã, Amazônia Central**. Manaus: INPA, 316 p. 2008.

ZUQUIM, G.; COSTA, F. R.; PRADO, J. & BRAGA-NETO, R. Distribution of pteridophyte communities along environmental gradients in Central Amazonia, Brazil. **Biodiversity and Conservation**, 18:151-166, 2009.

Capítulo 2 da presente dissertação de mestrado no formato de artigo científico em língua portuguesa da revista
*Biota Neotropica**

CAPÍTULO 2

DISTRIBUIÇÃO DE PLANTAS HERBÁCEAS TERRESTRES EM RELAÇÃO A VARIACIONES DE SOLO E TOPOGRAFIA NA FLONA DE CAXIUANÃ, AMAZÔNIA ORIENTAL

CHAPTER 2

DISTRIBUTION OF GROUND HERB PLANTS IN RELATION TO VARIATION OF SOIL AND TOPOGRAPHY IN CAXIUANÃ NATIONAL FOREST, EASTERN AMAZONIA

José Leonardo Lima Magalhães², Maria Aparecida Lopes¹

¹Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Biológicas, UFPA.
Rua Augusto Corrêa 1, 66075-110, Belém, PA, Brasil.

²Programa de pós-graduação em Botânica, área de concentração Botânica Tropical,
Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) e Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG),
Coordenação de Botânica, Av. Perimetral, 1901, 66077-830, Belém, PA, Brasil.

Autor para correspondência: José Leonardo Lima Magalhães, e-mail: jleo_bio@yahoo.com.br

*Exceto: posicionamento e numeração de figuras e tabelas, tamanho das fontes do corpo do texto, ausência dos agradecimentos e hierarquia de títulos e subtítulos.

RESUMO

Distribuição de plantas herbáceas terrestres em relação a variações de solo e topografia na Floresta Nacional de Caxiuanã, Amazônia Oriental

Existem poucos estudos sobre comunidades herbáceas terrestres na Amazônia e suas relações com o solo e a topografia em escalas locais ainda são pouco compreendidas. O objetivo deste trabalho foi investigar a distribuição e abundância das espécies em relação à topografia e fertilidade do solo. O estudo foi conduzido na Floresta Nacional de Caxiuanã, em uma grade de trilhas de 25 km² pertencente ao Programa de Pesquisa em Biodiversidade/Amazônia Oriental. O levantamento foi realizado em 30 transecções de 2 x 100 m (0,6 ha no total) distantes em média por um quilômetro, cada uma seguindo topossequência para minimizar as variações de solo. As espécies que ocorreram em no mínimo cinco transecções foram utilizadas para capturar o padrão de distribuição em relação às variações observadas na topografia e fertilidade do solo através de ordenações diretas. A associação entre o número de espécies e de indivíduos por transecção com a fertilidade do solo e a topografia foram avaliadas através de regressão múltipla. Foram amostrados 5421 indivíduos pertencentes a 36 espécies, sendo 1 licófito, 7 monilófitas e 28 magnoliófitas. A família Marantaceae apresentou os maiores valores de riqueza de espécies, abundância e frequência. Entre as espécies analisadas (20 no total), a maioria ocorreu em quase todas as transecções e não apresentaram associação com a fertilidade do solo, exceto *Selaginella conduplicata*, *Ischnosiphon martianus* e *Ischnosiphon gracilis* que apresentaram maior abundância relativa em locais com menor fertilidade e *Adiantum cajennense* em locais com maior fertilidade. No gradiente de topografia, as espécies apresentaram padrão de distribuição uniforme, exceto *Ischnosiphon martianus*, *Ischnosiphon gracile* e *Calathea aberrans* que apresentaram tendência de associação com altitudes menos elevadas. Em termos gerais, a composição e a estrutura da comunidade herbácea estudada foram similares as de outras comunidades em florestas neotropicais. Na escala espacial avaliada (25 km²), não houve correlação da variação do número de espécies por transecção com a topografia ou com a fertilidade do solo, enquanto que a abundância das espécies foi menor tanto em locais mais férteis quanto em locais mais elevados.

Palavras chave: composição específica, riqueza de espécies, fitossociologia, PPBio, floresta ombrófila densa.

ABSTRACT

Distribution of ground herb plants in relation to variation of soil and topography in Caxiuanã National Forest, Eastern Amazonia

The ground herb community has a lack of studies in the lowland tropical rain forest of Amazonia and its relations with soil and topographical factors are still little known. The aim of this study was to investigate the distribution and abundance patterns of the species in relation to soil fertility and topography. The study was conducted in the Caxiuanã National Forest, in a grid of 25 km², that is included in the brazilian project Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio/Eastern Amazonia). The sampling in 30 transects of 2 x 100 m (0.6 ha in total), each one following topossequence to minimize soil variations and distant 1 km each other in average, resulted in 5421 individuals belonging to 36 ground-herb species, being 1 licophyte, 7 monilophyte and 28 magnoliophytes. The family Marantaceae accounted for the majority of the species richness, abundance and cover. Among the species analyzed (20 in total), most occurred in nearly all transects and were not associated with soil fertility, except *Selaginella conduplicata*, *Ischnosiphon martianus* and *Ischnosiphon gracilis* that showed an higher relative abundance at sites with low soil fertility and *Adiantum cajennense* in places with high soil fertility. In the topographic gradient, the species showed uniform distribution pattern, except *Ischnosiphon martianus*, *Ischnosiphon gracile* and *Calathea aberrans* that showed an association trend with low altitudes. In general, the composition and structure of the sampled ground herb community were similar to other sites in Amazonia. In the spatial scale evaluated (25 km²), there was no correlation between the variation in the number of species per transect with the topography or soil fertility, while the abundance of species was lower both in low fertility soils as in high altitude places.

Key-words: specific composition, species richness, phytosociology, PPBio, lowland tropical rain forest.

2.1. INTRODUÇÃO

A contribuição de plantas herbáceas terrestres para a riqueza das florestas tropicais ainda é subestimada se comparada com outros hábitos mais estudados, principalmente o arbóreo (Gentry & Dodson 1987, Gentry 1988, Poulsen & Balslev 1991). Devido a seu porte menor, plantas herbáceas são mais fáceis de amostrar (Gentry & Emmons 1987, Poulsen 1996) e devem responder a variações ambientais em escalas menores que aquelas percebidas pelas árvores (Vormisto et al 2000). Ainda são restritos os estudos documentando a diversidade e distribuição destas espécies de plantas em relação a variações do solo e a topografia.

Poucos estudos avaliaram a diversidade de plantas herbáceas terrestres em florestas tropicais. Alguns incluíram toda a vegetação (Hall & Swaine 1976, Whitmore et al. 1985, Gentry & Dodson 1987, Turner et al 1996, Oliveira & Amaral 2005), outros apenas o componente herbáceo (Poulsen & Balslev 1991, Poulsen & Nielsen 1995, Poulsen 1996, Costa 2004, Rodrigues et al 2004), e outros ainda se restringiram a habitats específicos como clareiras (Dirzo et al 1992). Destes, apenas três abrangeram toda a comunidade herbácea terrestre: Poulsen (1996) em Bornéu, Poulsen & Balslev (1991) no Equador e Costa (2004) na Amazônia Central.

Diferenças na estrutura e composição florística entre comunidades de habitats contrastantes como, por exemplo, florestas inundáveis e não inundáveis já são bem conhecidas (Tuomisto et al. 1995, Tuomisto et al. 2003). No entanto, dentro de cada uma dessas grandes categorias de habitats, os fatores ambientais que determinam diferenças florísticas entre comunidades necessitam de mais estudos (Tuomisto & Ruokolainen 2002, Tuomisto et al. 2003, Costa et al. 2005).

Segundo alguns autores, as espécies de plantas herbáceas terrestres mostram relações de especificidade com gradientes de fertilidade do solo e a topografia (Gentry & Emmons 1987, Poulsen 1996, Seghieri et al. 1997). Ervas terrestres tendem a ter demandas por microhabitats específicos e apresentar limitações na dispersão (Svenning & Skov 2002, Wright 2002), o que leva a uma forte auto correlação espacial entre comunidades. Parcelas amostrais com solo e topografia semelhantes tendem a ter o mesmo número de espécies (Costa 2004), porém, como estes fatores também apresentam auto correlação, se torna difícil separar os efeitos das variações ambientais daqueles da limitação de dispersão (Costa et al. 2005).

Estudos sobre os padrões de distribuição de espécies vegetais na Amazônia têm enfocado grupos específicos de plantas como melastomatáceas (Tuomisto & Ruokolainen 1994, Tuomisto et al. 1995, Ruokolainen et al. 1997), pteridófitas (Tuomisto & Ruokolainen 1994, Tuomisto et al. 1995, Poulsen & Nielsen 1995, Ruokolainen et al. 1997, Costa et al. 2005) ou marantáceas (Costa et al. 2005) e suas relações com variáveis ambientais em diferentes escalas espaciais

A riqueza de espécies tende a ser maior em locais com ampla heterogeneidade ambiental e maior disponibilidade de microhabitats (Wright 2002). Evidências de relações entre fatores ambientais e a distribuição de espécies vegetais têm se acumulado para a Amazônia Ocidental e Central, porém no leste da Amazônia, região de ambiente relativamente mais homogêneo, estas relações ainda são desconhecidas. A influência dos fatores ambientais na distribuição das plantas tem sido tema de intensos debates na literatura científica atual (Tuomisto et al. 2003, Costa et al. 2005, Zuquim et al. 2009) e entender os padrões de variação na composição das comunidades ao longo de gradientes ambientais é fundamental para o planejamento da conservação de florestas tropicais (Tuomisto et al. 2003).

O objetivo deste trabalho foi investigar como as espécies estão distribuídas em relação a variações de solo e topografia na Floresta Nacional de Caxiuanã (FNC), Amazônia Oriental.

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1. Área de estudo

A Floresta Nacional de Caxiuanã (FNC) está localizada na região noroeste do estado do Pará, nos municípios de Melgaço e Portel, a 400 km de Belém e apresenta área aproximada de 324 mil hectares. O presente estudo foi conduzido na região central da FNC ($1^{\circ}57'36.7920''\text{S}$ e $51^{\circ}36'55.0800''\text{W}$) em uma grade trilhas pertencente ao Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio)/Amazônia Oriental do Ministério de Ciência e Tecnologia, que consiste de um circuito de trilhas de 5 km de comprimento (Figura 2.1).

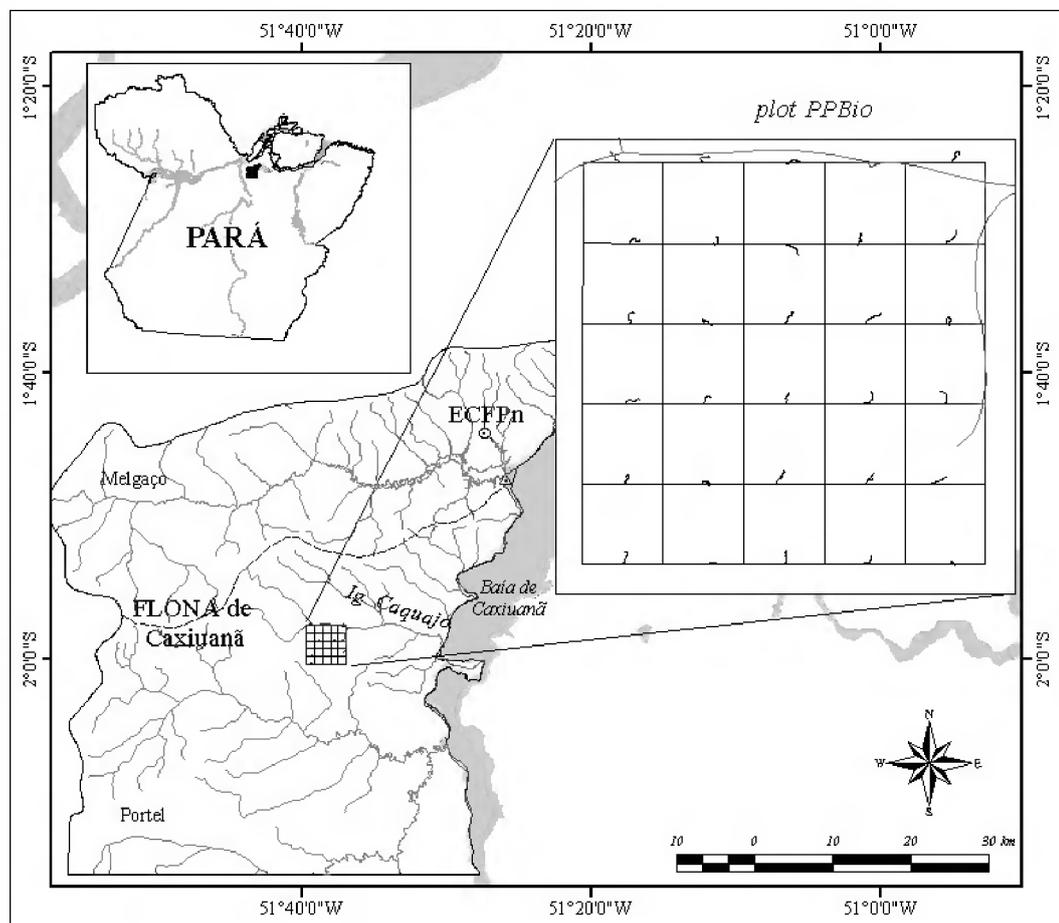


Figura 2.1: Localização da grade de trilhas pertencente ao PPBio, onde foi realizado o presente trabalho, situada no centro da Floresta Nacional de Caxiuanã, a 400 km de Belém, Pará. Em destaque a grade de trilhas com as 30 parcelas distantes entre si, em média por um quilômetro.

Figure 2.1: Localization of the PPBio plot, where the present study was conducted, in the center of the Caxiuanã National Forest, 400 km distant from Belém, Pará. In Highlights the grid trail with 30 plots that are, in average, one kilometer far apart.

O clima da região de Caxiuanã é do tipo A_{mi} , segundo Köppen, tropical úmido e com precipitação média anual de 1900 mm (Costa & Moraes, 2002; Oliveira et al., 2008). A temperatura média durante o ano é 26°C, sendo os meses mais quentes de outubro a dezembro (Costa *et al.*, 2009; Oliveira et al., 2008).

A classificação da vegetação é Floresta Ombrófila Densa com árvores que variam de trinta a quarenta metros de altura (Lisboa et al. 1997). O relevo é plano e ondulado, sem grandes elevações. Os solos nas áreas de terra firme estão representados pelos tipos Argisol, enquanto que os terrenos inundáveis apresentam associações de solos Hidromórficos, como os Glei Pouco Húmico e Aluvial (Lisboa & Ferraz, 1999). De modo geral, os solos possuem baixa fertilidade devido a sua origem geológica (Formação Alter-do-Chão) e intensa lixiviação, tornando-os de ácidos a muito ácidos, exceto aqueles de origem antropogênica (terra preta arqueológica) utilizados pelas populações tradicionais que lá residem (Costa et al., 2009).

A drenagem principal da região é composta pelo rio Anapu e bacia de Caxiuanã. Essa bacia é um grande lago de terra firme, formado em decorrência das últimas transgressões marinhas (Lisboa & Ferraz, 1999). Na classificação das águas da Amazônia elaborada por Harald Sioli, a bacia de Caxiuanã corresponde aos rios de águas pretas (Lisboa & Ferraz, 1999).

2.2.2. Amostragem

As ervas terrestres foram amostradas em 30 transecções de 2 x 100 m (0,6 ha no total) separadas, em média, por um quilômetro de distância (Figura 2.1). O maior lado das transecções seguiu as curvas de nível topográfico do terreno para minimizar as possíveis variações de solo (Luizão et al. 2004), seguindo protocolo RAPELD (Magnusson *et al.*, 2005). As coletas no campo ocorreram entre março e setembro de 2009.

A comunidade herbácea foi definida segundo Poulsen & Balslev (1991), todas as espécies que permanecem todo o seu ciclo de vida no chão da floresta (terrestres obrigatórias) foram contadas; espécies epifíticas, hemiepifíticas e saprofíticas, mesmo enraizadas, não foram incluídas. Todos os indivíduos acima de cinco centímetros de altura foram contados e separados em morfotipos quando não foi possível a identificação. As espécies clonais foram contadas através do número de caules ou rosetas, não importando se eram indivíduos geneticamente diferentes ou não. O material botânico de todas as espécies foi coletado para confirmação através de literatura específica e comparação com material botânico depositado

no Herbário João Murça Pires (MG) do Museu Paraense Emílio Goeldi. A identificação das famílias seguiu o proposto por Smith et al. (2006) para as Licophyta e Monilophyta e APG II (2003) para as Magnoliophyta.

Os dados sobre o solo e a altitude para cada transecção foram obtidos do banco de dados do PPBio/Amazônia Oriental (<http://marTE.museu-goeldi.br/ppbio/ppbio15>). Os dados referem-se a amostras de solo coletadas nos primeiros cinco centímetros de profundidade em dois pontos, um no início e outro distante 100 m de cada transecção, com o auxílio de trado holandês. Detalhes metodológicos para análise do solo seguiram protocolos usuais do manual de métodos de análise do solo da EMBRAPA (EMBRAPA, 1997). Como as características estruturais, físicas e químicas do solo foram significativamente correlacionadas ($r > 0,5$; $p < 0,05$), no presente trabalho só foram utilizadas os valores médios da soma das bases trocáveis ($SB = Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^{+} + K^{+}$) para cada transecção, daqui em diante denominada fertilidade. A altitude para cada transecção foi inferida das medidas obtidas para as linhas da grade de trilhas no ponto da trilha onde se inicia as transecções que, por sua vez, seguem curvas de nível do terreno. As medições das cotas do terreno sobre as linhas foram obtidas a cada 50 m com auxílio de teodolito e estação total.

2.2.3. Análise dos dados

Ordenações diretas foram utilizadas para capturar o padrão de distribuição das espécies em relação a variações observadas na altitude e fertilidade do solo. Para minimizar os efeitos do acaso na amostragem, foram utilizadas somente as espécies que ocorreram no mínimo em cinco transecções. As relações do número de espécies e de indivíduos com a fertilidade do solo e altitude, em nível das transecções, foram avaliadas através de regressão múltipla. Nesta última análise, a variável fertilidade sofreu transformação (logaritmo natural) para diminuir a sua assimetria. O nível de significância estipulado foi $p < 0,05$. Nenhuma espécie ou transecção foi excluída ao executar esta análise. Os valores das variáveis analisadas para todas as transecções estão resumidos no Anexo 2.1. Curva cumulativa de espécies foi comparada a um estimador de riqueza (*bootstrap*) para avaliar a representatividade do esforço amostral.

A curva cumulativa e o estimador de riqueza foram calculados no programa EstimateS 8.2 (Colwell 2006), ambos com 50 permutações. As análises de ordenação direta foram feitas com o programa R v.2.10 (R Development Core Team 2009), pacote Vegan. A regressão múltipla foi calculada no *software* Systat 12 (Systat Software Inc., 2007).

2.3. RESULTADOS

Foram encontradas 32 espécies e 4 morfoespécies de 23 gêneros e 16 famílias (Tabela 2.1) nos 0,6 ha amostrados. Todas as morfoespécies foram contadas como espécies distintas nas análises. As Magnoliophyta, todas Liliopsida, representaram 11 famílias, as Monilophyta cinco e as Licophyta uma. O número total de indivíduos foi 5421 e variou de 34 a 403 por transecção, com média de 180,7 (\pm 102). Já a riqueza de espécies variou de 7 a 16, com média de 11 (\pm 2,6). A família mais representativa foi Marantaceae que apresentou o maior número de espécies, os maiores valores relativos de densidade (66%) e frequência (38%).

Tabela 2.1: Lista das espécies da comunidade herbácea terrestre amostrada na Floresta Nacional de Caxiuanã, Pará, Brasil. Os números de coleta (NCOL) são do autor principal.

Table 2.1: Species list of the ground-herb community sampled in the National Forest of Caxiuanã, Pará, Brazil. The collect numbers (NCOL) are from the main author.

Divisão/Família/Espécie	NCOL
LICOPHYTA	
Selaginellaceae	
<i>Selaginella conduplicata</i> Spring	*
MONILOPHYTA	
Hymenophyllaceae	
<i>Trichomanes pinnatum</i> Hedw.	160,161
<i>Trichomanes vittaria</i> DC. Ex. Poir.	159
Lindsaeaceae	
<i>Lindsaea lancea</i> (L.) Bedd.	68
Polypodiaceae	
<i>Serpocaulon</i> sp.	*
Pteridaceae	
<i>Adiantum cajennense</i> Willd. ex Klotzsch	*
<i>Adiantum dolosum</i> Kunze	48
<i>Adiantum tomentosum</i> Klotzsch	153
Tectariaceae	
<i>Triplophyllum dicksonioides</i> (Fée) Holttum	30
MAGNOLIOPHYTA	
Araceae	
<i>Caladium</i> sp	*
<i>Dieffenbachia picta</i> Schott	100,104
<i>Dieffenbachia</i> sp.	*
Bromeliaceae	
<i>Bromelia</i> sp.	*
Commelinaceae	
<i>Buforrestia candolleana</i> C.B. Clarke	122

(cont.)

Divisão/Família/Espécie	NCOL
Costaceae	
<i>Costus arabicus</i> L.	115
Cyperaceae	
<i>Calyptracarya bicolor</i> (H. Pfeiff.) T. Koyama	42
<i>Calyptracarya longifolia</i> (Rudge) Kunth	144
<i>Diplasia karatifolia</i> Rich.	56
Heliconiaceae	
<i>Heliconia acuminata</i> Rich.	147
<i>Heliconia psittacorum</i> L. f.	146
Marantaceae	
<i>Calathea aberrans</i> Huber	47
<i>Calathea altissima</i> (Poepp. & Endl.) Körn.	33,37
<i>Calathea microcephala</i> (Poepp. & Endl.) Körn.	77
<i>Calathea panamensis</i> Rowlee ex Standl.	45
<i>Ischnosiphon hirsutus</i> Petersen	132
<i>Ischnosiphon gracilis</i> (Rudge) Körn.	139
<i>Ischnosiphon martianus</i> Eichler ex. Petersen	31
<i>Monotagma laxum</i> (Poepp. & Endl.) K. Schum.	126
<i>Monotagma spicatum</i> (Aubl.) J.F. Macbr.	67
Orchidaceae	
<i>Palmorchis caxiuanensis</i> A. Rocha, S.S. Almeida & M. Freitas	*
Poaceae	
<i>Ichnanthus panicoides</i> P. Beauv.	50,53
<i>Pariana campestris</i> Aubl.	39
<i>Pariana radicyflora</i> Sagot ex Döll.	43
Rapateaceae	
<i>Rapatea paludosa</i> Aubl.	46
<i>Spathanthus unilateralis</i> (Rudge) Desv.	145
Zingiberaceae	
<i>Renalmia floribunda</i> K. Schum.	148

* Espécies não apresentaram material botânico fértil.

As cinco espécies mais abundantes (*Calathea aberrans*, *Ischnosiphon. martianus*, *Ischnosiphon gracilis*, *Trichomanes pinnatum* e *Calathea altissima*) somaram 70 % dos indivíduos (Tabela 2.2). *Calathea aberrans* foi a única espécie que ocorreu em todas as transecções amostradas, enquanto *Ischnosiphon martianus* e *Ischnosiphon gracilis* não ocorreram em apenas uma. As 10 espécies mais abundantes ocorreram na maioria das transecções, com exceção de *Calathea altissima* e *Selaginella conduplicata*, que ocorreram em 16 e cinco transecções, respectivamente, apesar de representadas por cerca de 400 indivíduos cada uma (Tabela 2.2). Nove espécies ocorreram em apenas uma transecção e cinco espécies ocorreram em duas.

Tabela 2.2: Abundância (N), densidade relativa (DR) e frequência (F) das espécies herbáceas terrestres amostradas na Floresta Nacional de Caxiuanã, Amazônia Oriental. Espécies estão ordenadas pela abundância.

Table 2.2: Abundance (N), relative density (DR) and frequency (F) of the ground-herb community sampled on the Caxiuanã National Forest, Eastern Amazonia. Species are ranked by abundance.

Espécies/Morfoespécies	N	DR	F
<i>Calathea aberrans</i>	1590	29.33	100.0
<i>Ischnosiphon martianus</i>	836	15.42	96.6
<i>Ischnosiphon gracilis</i>	536	9.89	96.6
<i>Trichomanes pinnatum</i>	478	8.82	73.3
<i>Calathea altissima</i>	463	8.54	53.3
<i>Selaginella conduplicata</i>	388	7.16	16.6
<i>Pariana campestris</i>	225	4.15	90.0
<i>Heliconia acuminata</i>	181	3.34	76.6
<i>Adiantum cajennense</i>	166	3.06	76.6
<i>Pariana radiceflora</i>	127	2.34	60.0
<i>Ischnosiphon hirsutus</i>	83	1.53	26.6
<i>Ichnanthus panicoides</i>	71	1.31	53.3
<i>Calathea microcephala</i>	55	1.01	16.6
<i>Triplophyllum dicksonioides</i>	46	0.85	53.3
<i>Trichomanes vittaria</i>	25	0.46	33.3
<i>Rapatea paludosa</i>	18	0.33	6.6
<i>Adiantum tomentosum</i>	17	0.31	20.0
<i>Monotagma spicatum</i>	15	0.28	23.3
<i>Costus arabicus</i>	15	0.28	16.6
<i>Monotagma laxon</i>	14	0.26	10.0
<i>Bromelia sp.</i>	10	0.18	3.3
<i>Spathanthus unilateralis</i>	9	0.17	3.3
<i>Palmorchis caxiuanensis</i>	8	0.15	16.7
<i>Dieffenbachia sp 2</i>	8	0.15	16.7
<i>Heliconia psittacorum</i>	7	0.13	13.3
<i>Renealmia floribunda</i>	7	0.13	6.7
<i>Buforrestia candolleana</i>	5	0.09	3.3
<i>Calyptracaria longifolia</i>	4	0.07	6.7
<i>Adiantum dolosum</i>	3	0.06	6.7
<i>Calyptracaria bicolor</i>	3	0.06	3.3
<i>Dieffenbachia sp 1</i>	2	0.04	6.7
<i>Lindsaea lancea</i>	2	0.04	3.3
<i>Calathea panamensis</i>	1	0.02	3.3
<i>Caladium sp.</i>	1	0.02	3.3
<i>Diplasia karatifolia</i>	1	0.02	3.3
<i>Serpocaulon sp.</i>	1	0.02	3.3

Na curva acumulativa de espécies (Figura 2.2) não observou-se assíndota, porém nota-se tendência a estabilização. A riqueza de espécies estimada para a comunidade herbácea terrestre foi de 38 espécies, portanto, o presente estudo atingiu cerca de 95 % da riqueza esperada.

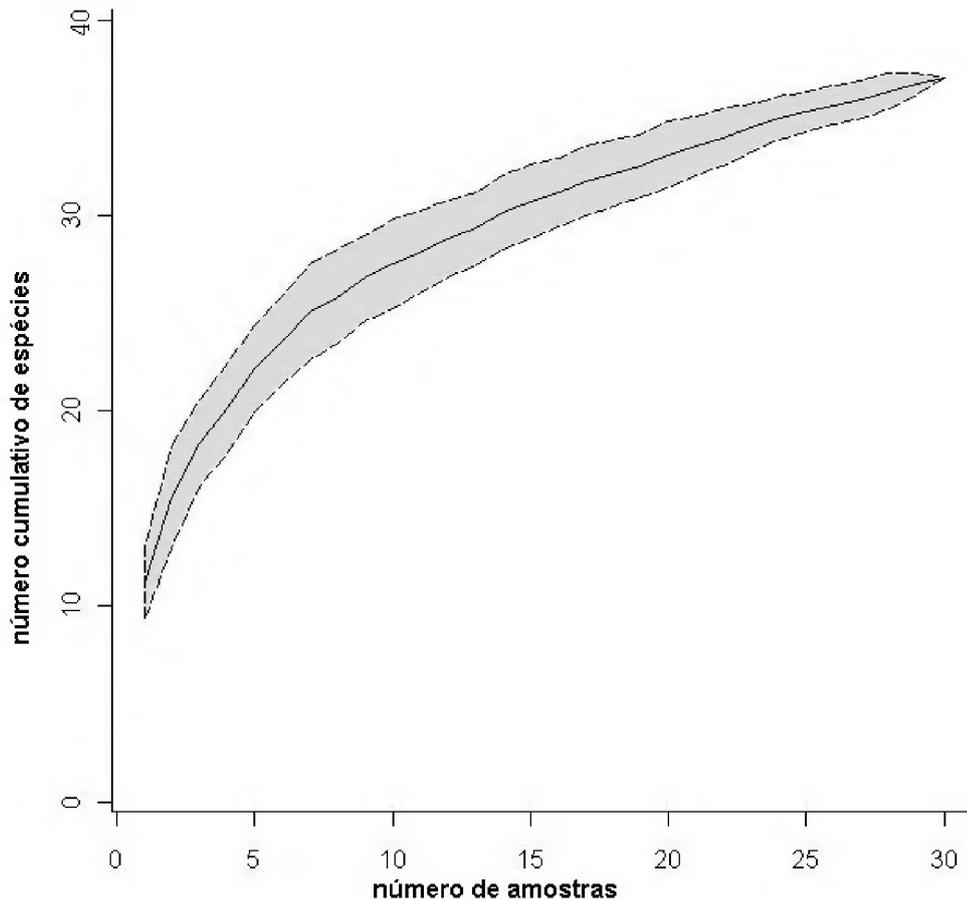


Figura 2.2: Curva cumulativa de espécies para a área de estudo e seu respectivo intervalo de confiança a 95%. A curva foi aleatorizada 50 vezes.

Figure 2.2: Species accumulation curve for the present study area and its respective confidence interval at 95%. The curve was based on 50 randomizations.

O padrão de distribuição das espécies que ocorreram em no mínimo cinco transecções (20 espécies) ao longo dos gradientes de fertilidade do solo (Figura 2.3) e topografia (Figura 2.4) foi similar já que em ambos os casos a maioria das espécies ocorreu em grande parte do gradiente. No caso do gradiente de fertilidade, as exceções foram *Selaginella conduplicata*, *Ischnosiphon martianus* e *Ischnosiphon gracilis* que apresentaram tendência de distribuição associada a locais com menor concentração de bases e *Adiantum cajennense* que esteve associado a locais com maior concentrações de base. No gradiente de

topografia as exceções foram *Ischnosiphon martianus*, *Ischnosiphon gracilis* e *Calathea aberrans* que apresentaram tendência de associação com altitudes menos elevadas.

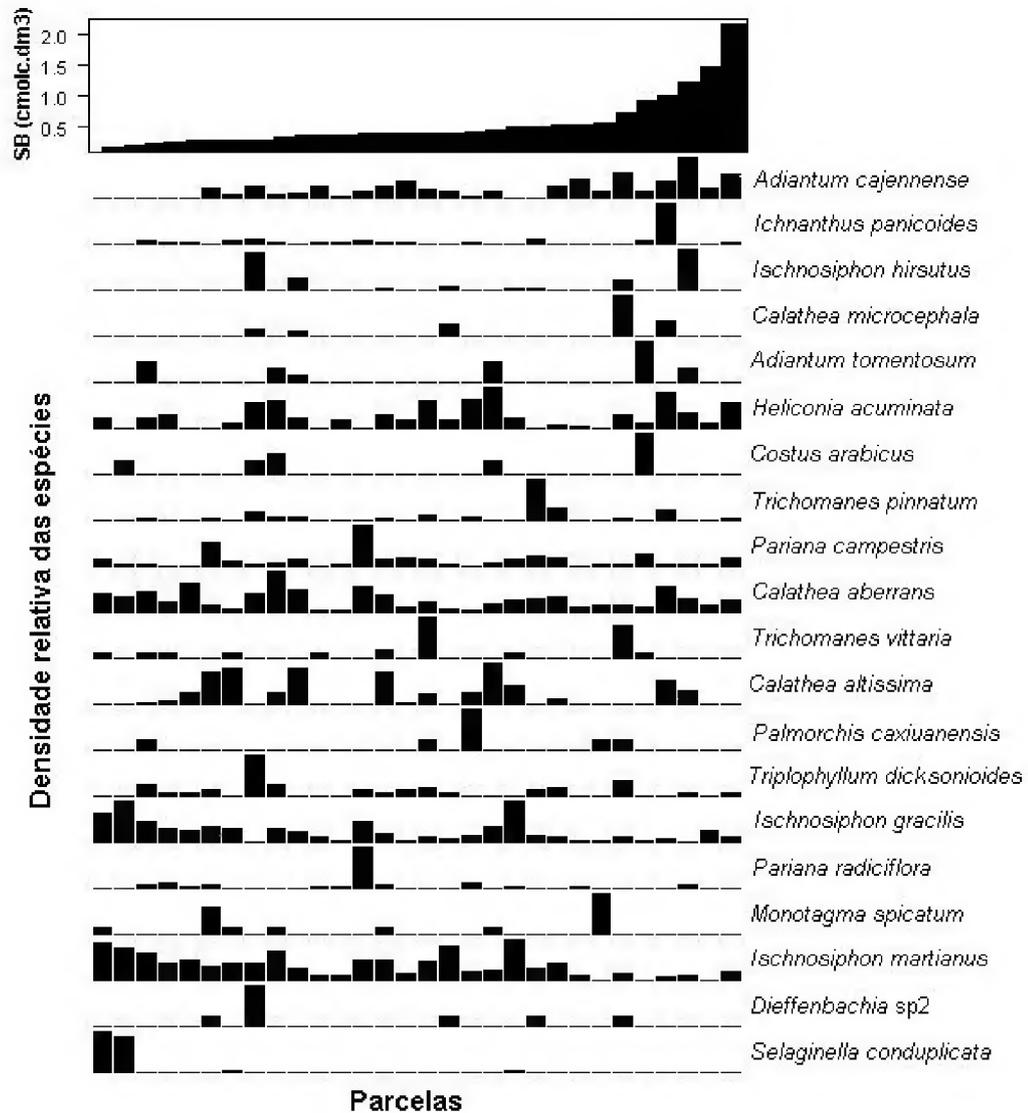


Figura 2.3: Distribuição das espécies ao longo do gradiente de fertilidade do solo (SB) para a área de estudo.

Figure 2.3: Distribution of the species along the soil gradient of fertility (SB) at the study area.

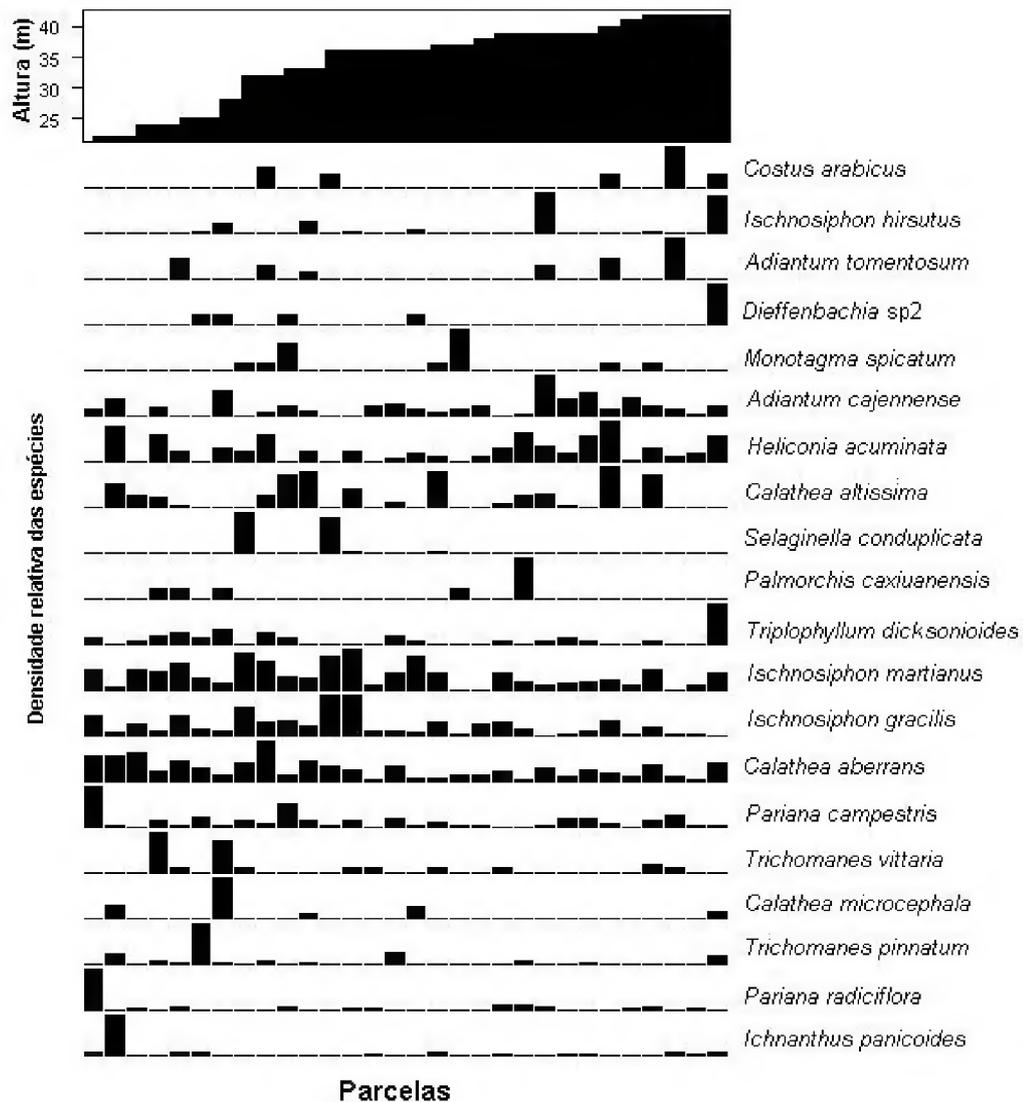


Figura 2.4: Distribuição das espécies ao longo do gradiente de altitude (metros) na área de estudo.

Figure 2.4: Distribution of the species along the gradient of altitude (meters) at the study area.

O número de espécies por transecção não esteve associado com a variação na fertilidade do solo ($p = 0,75$) ou na altitude ($p = 0,33$). A regressão parcial da fertilidade do solo (Figura 2.5a), ou seja a variação na riqueza de espécies explicada por esta variável controlando-se o efeito da altitude, e a regressão parcial da altitude (Figura 2.5b), controlando-se o efeito da fertilidade do solo, não apresentaram associações evidentes. Por outro lado, o número de indivíduos por transecção apresentou um claro padrão negativo tanto para a fertilidade do solo ($p = 0,05$) (Figura 2.5c) quanto para a altitude ($p = 0,005$) (Figura 2.5d). No caso do número de indivíduos e a fertilidade do solo (Figura 2.5c), o modelo polinomial explicou quase o dobro da variação explicada pelo modelo linear.

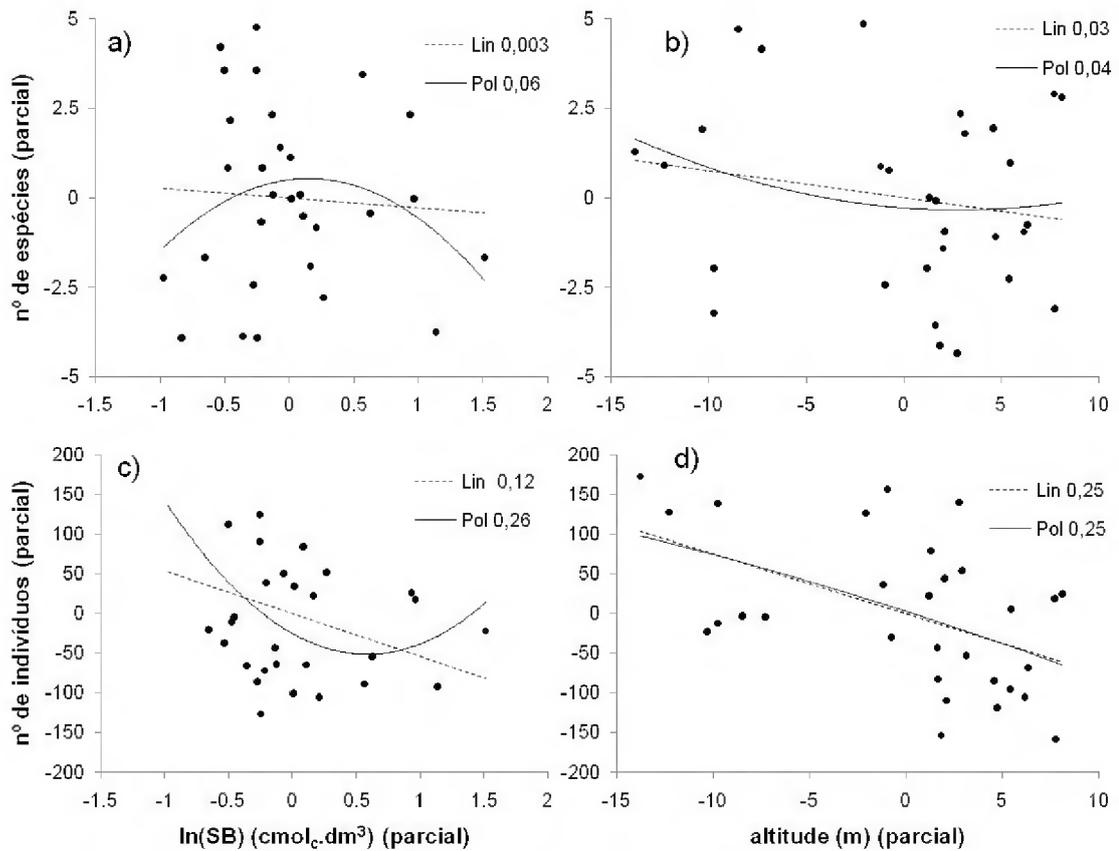


Figura 2.5: Regressões parciais para o número de espécies (a e b) e de indivíduos (c e d) em relação ao logaritmo natural da soma das bases trocáveis (SB) e à altitude para cada transecção. As regressões lineares são linhas tracejadas e as polinomiais linhas inteiras.

Figure 2.5: Partial regressions for the number of species (a and c) and individuals (b and d) in relation to the exchangeable sum of the soil bases for each transect. The line regressions are dashed and the polynomials are solid lines.

2.4. DISCUSSÃO

O número de espécies herbáceas terrestres registrado (36 em 0,6 ha) foi similar ao encontrado por Costa (2004) e maior do que o relatado por Oliveira & Amaral (2005), ambos na Amazônia Central, 34 (em 0,88 ha) e 18 (0,05 ha) espécies, respectivamente. Gentry & Dodson (1987) encontraram o mesmo número de espécies herbáceas terrestres (50) em dois sítios, um úmido e outro seco, e apenas 18 espécies em ambiente intermediário (em 0,1 ha cada) de floresta no Equador. Poulsen & Balslev (1991) amostraram 1 ha de floresta também no Equador e encontraram 96 espécies, incluindo herbáceas terrestres e facultativas.

Diferenças no desenho amostral, particularmente no tamanho da amostra e no critério de inclusão das espécies, dificultam comparações entre estudos de comunidades herbáceas terrestres na Amazônia. Apesar destas diferenças, em todos os estudos supracitados Marantaceae foi a família que apresentou os maiores valores de densidade e cobertura, seguida por Monilophyta (todas as famílias), Poaceae, Heliconiaceae e em menor escala Cyperaceae.

Apenas cinco espécies somaram 70 % dos indivíduos e quase 80 % da cobertura da comunidade herbácea terrestre. Segundo Oliveira & Amaral (2005), a concentração de poucas espécies representando as comunidades vegetais é recorrente para o sub-bosque em ambientes florestais na Amazônia Central. Gentry & Emmons (1987) afirmam que essa representação estaria associada a uma organização não aleatória das comunidades, apesar de as espécies não serem as mesmas nos diferentes sítios.

No presente trabalho, a maioria das espécies não apresentou distribuição restrita a determinado intervalo dos gradientes de fertilidade e altitude, embora algumas tenham apresentado tendência de ocorrência em alguma parte dos gradientes. No sítio estudado por Poulsen & Balslev (1991), a distribuição das espécies apresentou associação com o gradiente altitudinal (a amplitude naquele estudo foi de 19 metros), estando algumas espécies restritas às regiões mais baixas e outras às mais altas. O fato das espécies ocorrerem em grande parte nos gradientes de fertilidade de solo e topografia pode estar relacionado à amplitude relativamente pequena das variações edáficas e topográficas na área de estudo, quando comparada a áreas de tamanho similar em outras partes da Amazônia (Costa *et al.* 2005, Zuquim *et al.* 2009), principalmente no sopé dos Andes (Tuomisto & Ruokolainen 2002). Alternativamente, as espécies presentes podem ser generalistas, em termos destas variáveis ambientais.

Tal qual observaram Tuomisto & Ruokolainen (2002) para pteridófitas e melastomáceas em regiões com características edáficas relativamente homogêneas, a

comunidade de plantas herbáceas terrestres na FNC está distribuída de maneira uniforme e pouco variou em termos de composição. A distribuição uniforme também aparece na falta de associação da riqueza de espécies, que variou muito pouco (7-16 espécies por transecção), com a fertilidade do solo ou com a altitude. Em termos de abundância, o número de indivíduos por transecção apresentou relação negativa com ambas as variáveis explanatórias. Tuomisto & Ruokolainen (2002) também observaram esta mesma relação negativa em uma escala próxima a do presente estudo (25 km e 7 km entre as parcelas mais distantes, respectivamente).

A porcentagem de variação do número de indivíduos por transecção explicada pela fertilidade do solo e pela altitude não ultrapassou 26 % e 25 %, respectivamente. Alguns autores indicam que na escala espacial investigada, fatores edáficos e topográficos são importantes fontes de variação na abundância relativa de espécies de plantas em florestas tropicais (Poulsen & Balslev 1991, Tuomisto & Ruokolainen 1994, Vormisto et al. 2000, Tuomisto & Ruokolainen 2002, Costa et al. 2005, Zuquim et al. 2009), embora não sejam os únicos responsáveis por estas variações. Fatores como umidade (Gentry & Emmons 1987, Gentry & Dodson 1988), textura do solo (Tuomisto & Ruokolainen 2002), luminosidade (Inácio & Jarenkow 2008, Zuquim et al. 2009) e distância de corpos d'água (Pabst & Spies 1998) têm sido citados como outros fatores importantes, entretanto não foram investigados no presente trabalho.

Em conclusão, a comunidade herbácea terrestre na área de estudo apresentou número de espécies similar ao encontrado em outros sítios de florestas neotropicais. Na escala espacial avaliada (25 km²), não houve correlação da variação do número de espécies por transecção com a topografia ou com a fertilidade do solo, enquanto que a abundância das espécies foi menor tanto em locais mais férteis quanto em locais mais elevados. Estudos incluindo mais variáveis ambientais e escalas maiores são necessários para melhor compreender a distribuição das espécies herbáceas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APG II 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Bot. J. Linn. Soc.* 141:399-436.
- BROWER, J.E, ZAR, J.H., VON ENDE, C.N. 1997. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. 4. ed. New York: McGraw-Hill.
- BULLOCK, J. 2006. Plants. In *Ecological Census Techniques* (W.J. Sutherland, ed.). Cambridge University Press, Cambridge, 2 ed., p.111–138.
- COLWELL, R.K. 2006. EstimateS: Estatistical estimation of species richness and shared species from samples. Versão 8.0. <http://purl.oclc.org/estimates> (último acesso em 16/10/2009).
- COSTA, F.R.C. 2004. Structure and composition of the ground-herb community in a terra-firme Central Amazonian forest. *Acta amazon.* 34(1):53-59.
- COSTA, F.R.C., MAGNUSSON, W.E. & LUIZÃO, R.C. 2005. Mesoscale distribution patterns of Amazonian understorey herbs in relation to topography, soil and watersheds. *J. Ecol.* 93: 863-878.
- COSTA, J.P.R.; MORAES, J.C. 2002. Médias mensais de variáveis metereológicas (1996-1999). In *Caxiuanã* (P. L. LISBOA, org.). MPEG, Belém, p. 225-232.
- COSTA, J.A., RODRIGUES, T.W. & KERN, D.C. 2009. Os solos da estação científica Ferreira Penna, Caxiuanã. In *Caxiuanã, desafios para a conservação de uma Floresta Nacional na Amazônia*. (P.L. LISBOA, org.). Belém, MPEG, p. 117-128.
- DIRZO, R., HORVITZ, C.C., QUEVEDO, H. & LÓPEZ, M.A. 1992. The effects of gap size and age on the understory herb community of a tropical Mexican rain forest. *J. Ecol.* 80:809-822.
- EMBRAPA. 1997. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solo. *Manual de métodos de análise de solo*. 2ª ed. ver. Atual. Rio de Janeiro.
- GENTRY, A.H. 1988. Changes in plant community diversity and floristic composition on environment and geographical gradients. *Ann. Mo. Bot. Gard.* 75: 1-34.
- GENTRY, A.H. & EMMONS, L.H. 1987. Geographical variation in fertility, phenology, and composition of the understorey of neotropical forests. *Biotropica* 19(3): 216-227.
- GENTRY, A.H. & DODSON, H.C. 1987. Contribution of non-trees to species richness of tropical rain forest. *Biotropica* 19: 149-156.
- HALL, J.B. & SWAINE, M.D. 1976. Classification and ecology of closed canopy forest in Ghana. *J. Ecol.* 64: 913-951.

- INÁCIO, C.D. & JARENKOW, J.A. 2008. Relações entre a estrutura da sinúsia herbácea terrícola e a cobertura do dossel em floresta estacional no sul do Brasil. *Revista Brasil. Bot.* 31(1): 41-51.
- LISBOA, P.L., ALMEIDA, S.S., SILVA, A.S.L. 1997. Florística e estrutura dos ambientes. In Caxiuanã. (P.L. LISBOA, org.). MPEG, Belém, p. 163-193.
- LISBOA, P.L. & FERRAZ, M.G. 1999. Estação Científica Ferreira Penna: Ciência & Desenvolvimento Sustentável na Amazônia. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi.
- LUIZÃO, R.C.C., LUIZÃO, F.J., PAIVA, R.Q., MONTEIRO, T.F., SOUSA, L.S. & KRUIJ, B. 2004. Variation of carbon and nitrogen cycling processes along a topographic gradient in a central Amazonian forest. *Glob. Change Biol.* 10: 592–600.
- MAGNUSSON, W.E., LIMA, A.P., LUIZÃO, R., LUIZÃO, F., COSTA, F.R.C., CASTILHO, C.V. & KINUPP, V.F. 2005. RAPELD: a modification of the Gentry method for biodiversity surveys in long-term ecological research sites. *Biota Neotrop.* 5(2): 1-6.
- OLIVEIRA, A.N. & AMARAL, I.L. 2005. Aspectos florísticos, fitossociológicos e ecológicos de um sub-bosque de terra-firme na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. *Acta amazon.* 35(1):1-16.
- OLIVEIRA, L.L., COSTA, R.F., SOUSA, F.A.S., COSTA, A.C.L. & BRAGA, A.P. 2008. Precipitação efetiva e interceptação em Caxiuanã, na Amazônia Oriental. *Acta amazon.* 48(4): 723-732.
- PABST, R.J. & SPIES, T.A. 1998. Distribution of herbs and shrubs in relation to landform and canopy cover in riparian forests of coastal Oregon. *Can. J. Bot.* 76(2): 298-315.
- POULSEN, A.D. 1996. Species richness and density of ground herbs within a plot of lowland rainforest in north-west Borneo. *J. Trop. Ecol.* 12:177-190.
- POULSEN, A.D. & BALSLEV, H. 1991. Abundance and cover of ground herbs in an Amazonian rain forest. *J. Veg. Sci.* 2:315-322.
- POULSEN, A.D. & NIELSEN, I.H. 1995. How many ferns are there in one hectare of tropical rain forest? *Am. Fern J.* 85(1):29-35.
- R Development Core Team, 2009. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Version 2.10. <http://www.r-project.org> (último acesso em 20/10/2009).
- RODRIGUES, S.T., ALMEIDA, S.S., ANDRADE, L.H.C., BARROS, I.V.C & VAN DEN BERG, M.E. 2004. Composição florística e abundância de pteridófitas em três ambientes da bacia do rio Guamá, Belém, Pará, Brasil. *Acta amazon.* 34(1):35-42.
- RUOKOLAINEN, K.A., LINNA, A. & TUOMISTO, H. 1997. Use of Meslastomataceae and pteridophytes for revealing phytogeographical patterns in an Amazonian rain forest. *J. Trop. Ecol.* 13, 243-256.

- SEGHIERI, J.; GALLE, S., RAJOT, J.L. & EHRMANN, M. 1997. Relationships between soil moisture and growth of herbaceous plants in a natural vegetation mosaic in Niger. *J. Arid Envir.* 36:87-102.
- SMITH, A.R., PRYER, K.M., SCHUETTEL, E., KORALL, P., SCHNEIDER, H. & WOLF, P.G. 2006. A classification for extant ferns. *Taxon* 55(3):705-731.
- SVENNING, J.C. & SKOV, F. 2002. Mesoscale distribution of understorey plants in temperate forest (Kalo, Denmark): the importance of environmental and dispersal. *P. Ecol.* 160:169-185.
- SYSTAT SOFTWARE, INC. 2007. Systat 12. Systat Software, Inc.. San Jose, CA.
- TURNER, I.I., TAN, H.T. W. & CHUA, K.S. 1996. Relationships between herb layer and canopy composition in a tropical rain forest successional mosaic in Singapore. *J. Trop. Ecol.* 12:843-851.
- TUOMISTO, H., RUOKOLAINEN, K., KALLIOLA, R., LINNA, A., DANJOY, W. & RODRIGUEZ, Z. 1995. Dissecting amazonian biodiversity. *Science* 269:63-66.
- TUOMISTO, H. & RUOKOLAINEN, K. 1994. Distribution of Pteridophyta and Melastomataceae along an edaphic gradient in an Amazonian rain forest. *J. Veg. Sci.* 5: 25–34.
- TUOMISTO, H. & RUOKOLAINEN, K. 2002. Distribution and diversity of pteridophytes and melastomataceae along edaphic gradients in Yasuní National Park, Ecuadorian Amazonia. *Biotropica* 34(4):516-533.
- TUOMISTO, H., RUOKOLAINEN, K., AGUILAR, M. & SARMIENTO, A. 2003. Floristic patterns along a 43-km long transect in an Amazonian rain forest. *J. Ecol.* 91(5):743-756.
- VORMISTO, J., 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* 23:349-259.
- WHITMORE, T.C., PERALTA, R. & BROWN, K. 1985. Total species count in a Costa Rican rain forest. *J. Trop. Ecol.* 1:375-378.
- WRIGHT, S.J. 2002. Plant diversity in tropical forest: a review of mechanisms of species coexistence. *Oecologia* 130:1-14.
- ZUQUIM, G., COSTA, F.R., PRADO, J. & BRAGA-NETO, R. 2009. Distribution of pteridophyte communities along environmental gradients in Central Amazonia, Brazil. *Biodivers. Conserv.* 18: 151-166.

ANEXO I

Nornas da Revista *Biota Neotropica*

ISSN 1676-0603 *versão online em português*

ISSN 1676-0611 *versão online em inglês*

ISSN 1678-7927 *versão online em espanhol*

Escopo e política. Serão considerados para publicação trabalhos cujo conteúdo, no todo ou em parte, não tenha sido e não venha a ser publicado em outro periódico, pois os direitos autorais dos trabalhos publicados passam a ser da **Biota Neotropica** conforme Termo de Transferência assinado pelo(s) autores(as). Serão considerados trabalhos nas seguintes categorias:

- Artigos;
- Inventários;
- Short Communications/Notas;
- Revisões Temáticas;
- Revisões Taxonômicas;
- Chaves de Identificação

Na versão on line também serão aceitos, para divulgação, resumos de Dissertações e Teses. A instituição responsável por esta publicação eletrônica é o Centro de Referência em Informação Ambiental/CRIA, sediado em Campinas, São Paulo. A revista **BIOTA NEOTROPICA** é publicada apenas online, via internet, usando a rede mundial de computadores como plataforma. Visando cumprir as exigências dos códigos nomenclaturais, 20 exemplares da **BIOTA NEOTROPICA** são impressos e depositados em bibliotecas de referência o link deve ser para <http://www.biotaneotropica.org.br/v9n1/pt/libraries> no Brasil e no exterior.

Serão aceitos para publicação trabalhos em português, espanhol ou inglês. Todos os trabalhos, em qualquer categoria, deverão ter, obrigatoriamente, um título, resumo e palavras-chave em inglês e os mesmos itens a escolher entre português e espanhol. Para maiores detalhes, consulte o item normas. Excepcionalmente, em 2001 foi publicado apenas um número da *Biota Neotropica*, por isso todo material disponibilizado eletronicamente até 31 de dezembro de 2001 faz parte do volume 1, número 1/2.

De 2002 a 2005 foram publicados dois números por ano, em 2006 e 2007 foram publicados três números por ano, mas em função do crescimento da demanda qualificada de trabalhos submetidos à publicação, a partir de 2008 serão publicados 4 números por ano. Todo material aprovado pela assessoria "ad hoc" e pela Comissão Editorial até 30 de março fará parte do número 1 do ano em curso, todo material aprovado até 30 de junho fará parte do número 2, todo material aprovado até 30 de setembro parte do número 3 e todos trabalhos aprovados até 30 de dezembro farão parte do número 4. Com exceção dos Resumos de Dissertação ou Tese, cuja publicação é uma reprodução exata e fiel do texto impresso na respectiva tese ou dissertação, todos os trabalhos submetidos à publicação na **BIOTA NEOTROPICA** serão avaliados por pelo menos dois assessores "ad hoc".

Na fase de implantação da **Biota Neotropica**, e de desenvolvimento das ferramentas eletrônicas a associadas, o apoio financeiro da FAPESP e do CNPq cobria o custo de produção dos PDF, o custo de impressão das 20 cópias impressas, depositadas em bibliotecas de referência no Brasil e no Exterior para atender as exigências dos Códigos Nomenclaturais, e os custos de postagem destas cópias. Agora que a revista está implantada e, rapidamente se transformou em uma referência nacional para esta grande área que a caracterização e o uso sustentável da biodiversidade da região Neotropical abrange, é necessário desenvolvermos

mecanismos de sustentabilidade da **Biota Neotropica** a médio e longo prazo. Neste sentido a Comissão Editorial da Biota Neotropica instituiu, a partir de 1º de março de 2007, a cobrança de uma taxa por página impressa de cada artigo publicado. A partir de 1º de julho de 2008 esta taxa passa a ser de R\$ 30,00 (trinta reais) por página impressa e publicada a partir do volume 8(3). Este valor cobre os custos de produção do PDF, bem como da impressão e envio das cópias impressas às bibliotecas de referência. Os demais custos - de manutenção do site e das ferramentas eletrônicas - continuarão a depender de auxílios das agências de fomento à pesquisa. A taxa por página publicada será paga diretamente a empresa responsável pela produção do PDF. Os detalhes para o pagamento serão comunicados aos autores no estágio final de editoração do trabalho aceito para publicação.

A taxa por página publicada será paga diretamente a empresa responsável pela produção do PDF. Os detalhes para o pagamento serão comunicados aos autores no estágio final de editoração do trabalho aceito para publicação. Visando atender as exigências dos Códigos Nomenclaturais de Botânica e Zoologia 20 cópias impressas da **Biota Neotropica** são depositadas em bibliotecas de referência no Brasil e no Exterior. **Os autores de novos nomes ou combinações devem verificar se este procedimento atende às normas específicas do seu grupo taxonômico antes da submissão do manuscrito, pois a Comissão Editorial não se responsabiliza por esta verificação. Esta publicação é financiada com recursos da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo/FAPESP (Processo 07/50856-8).**

Forma e preparação de manuscritos Os trabalhos submetidos à revista **BIOTA NEOTROPICA** devem ser enviados exclusivamente através do site de submissão eletrônica de manuscritos <http://biota.submitcentral.com.br/login.php> Manuscritos que estejam de acordo com as normas serão enviados a assessores científicos selecionados pela Comissão Editorial. Em cada caso, o parecer será transmitido anonimamente aos autores. A aceitação dos trabalhos depende da decisão da Comissão Editorial. Ao submeter o manuscrito, defina em que categoria (Artigo, Short Communication etc.) deseja publicá-lo e indique uma lista de, no mínimo, quatro possíveis assessores(as), 2 do exterior no caso de trabalhos em inglês, com as respectivas instituições e e-mail. No caso de manuscritos em inglês, indicar pelo menos 2 revisores estrangeiros, de preferência de países de língua inglesa. O trabalho somente receberá data definitiva de aceitação após aprovação pela Comissão Editorial, quanto ao mérito científico e conformidade com as normas aqui estabelecidas. Essas normas valem para trabalhos em todas as categorias.

Desde 1º de março de 2007 a Comissão Editorial da **Biota Neotropica** instituiu a cobrança de uma taxa por página impressa de cada artigo publicado. A partir de 1º de julho de 2008 esta taxa passa a ser de R\$ 30,00 (trinta reais) por página impressa e publicada a partir do volume 8(3). Este valor cobre os custos de produção do PDF, bem como da impressão e envio das cópias impressas às bibliotecas de referência. Os demais custos - de manutenção do site e das ferramentas eletrônicas - continuarão a depender de auxílios das agências de fomento à pesquisa.

Ao submeter o manuscrito através do site de submissão eletrônica: a) defina em que categoria (Artigo, Short Communication etc.) deseja publicá-lo; b) indique uma lista de, no mínimo, quatro possíveis assessores(as), com as respectivas instituições e e-mail; **c) no local apropriado, manifeste por escrito a concordância com o pagamento da taxa de R\$ 30,00 (trinta reais) por página impressa, caso seu trabalho seja aceito para publicação na Biota Neotropica.**

No caso de citações de espécies, as mesmas devem obedecer aos respectivos Códigos Nomenclaturais. Na área de Zoologia todas as espécies citadas no trabalho devem estar, obrigatoriamente, seguidas do autor e a data da publicação original da descrição. No caso da

área de Botânica devem vir acompanhadas do autor e/ou revisor da espécie. Na área de Microbiologia é necessário consultar fontes específicas como o International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology.

Os trabalhos deverão ser enviados em arquivos em formato DOC (MS-Word for Windows versão 6.0 ou superior). Os trabalhos poderão conter os links eletrônicos que o autor julgar apropriados. A inclusão de links eletrônicos é encorajada pelos editores por tornar o trabalho mais rico. Os links devem ser incluídos usando-se os recursos disponíveis no MS-Word para tal. Antes de serem publicados, todos os trabalhos terão sua formatação gráfica refeita, de acordo com padrões pré-estabelecidos pela Comissão Editorial, para cada categoria, antes de serem publicados. As imagens e tabelas pertencentes ao trabalho serão inseridas no texto final, a critério dos Editores, de acordo com os padrões previamente estabelecidos. Os editores se reservam o direito de incluir links eletrônicos apenas às referências internas a figuras e tabelas citadas no texto, assim como a inclusão de um índice, quando julgarem apropriado. O PDF do trabalho em sua formatação final será apresentado ao autor para que seja aprovado para publicação. Fica reservado ainda aos editores, o direito de utilização de imagens dos trabalhos publicados para a composição gráfica do site.

Editorial Para cada volume da **BIOTA NEOTROPICA**, o Editor Chefe convidará um(a) pesquisador(a) para escrever um Editorial abordando tópicos relevantes, tanto do ponto de vista científico quanto do ponto de vista de formulação de políticas de conservação e uso sustentável da biodiversidade. O Editorial, com no máximo 3000 palavras, deverá ser escrito em português ou espanhol e em inglês. As opiniões nele expressas são de inteira responsabilidade do(s) autor(es).

Pontos de Vista Esta seção servirá de fórum para a discussão acadêmica de um tema relevante para o escopo da revista. A convite do Editor Chefe um(a) pesquisador(a) escreverá um artigo curto, expressando de uma forma provocativa o(s) seu(s) ponto(s) de vista sobre o tema em questão. A critério da Comissão Editorial, a revista poderá publicar respostas ou considerações de outros pesquisadores(as) estimulando a discussão sobre o tema. As opiniões expressas no Ponto de Vista e na(s) respectiva(s) resposta(s) são de inteira responsabilidade do(s) autor(es).

Ao serem submetidos, os trabalhos enviados à revista **BIOTA NEOTROPICA** devem ser divididos em dois arquivos: um primeiro arquivo contendo todo o texto do manuscrito, incluindo o corpo principal do texto (primeira página, resumo, introdução, material, métodos, resultados, discussão, agradecimentos e referências) e as tabelas, com os respectivos títulos em português e inglês; um segundo arquivo DOC contendo as figuras e as respectivas legendas em português e inglês. Estas deverão ser submetidas em baixa resolução (e.g., 72 dpi para uma figura de 9 x 6 cm), de forma que o arquivo de figuras não exceda 2 MBytes. Em casos excepcionais, poderão ser submetidos mais de um arquivo de figuras, sempre respeitando o limite de 2 MBytes por arquivo. É imprescindível que o autor abra os arquivos que preparou para submissão e verifique, cuidadosamente, se as figuras, gráficos ou tabelas estão, efetivamente, no formato desejado.

Após o aceite definitivo do manuscrito o(s) autor(es) deverá(ão) subdividir o trabalho em um conjunto específico de arquivos, com os nomes abaixo especificados, de acordo com seus conteúdos, devem ser escritos em letras minúsculas e não devem apresentar acentos, hífen, espaços ou qualquer caractere extra. Nesta submissão final, as figuras deverão ser apresentadas em alta resolução. Em todos os textos deve ser utilizada, como fonte básica, Times New Roman, tamanho 10. Nos títulos das seções usar tamanho 12. Podem ser utilizados negritos, itálicos, sublinhados, subscritos e superscritos, quando pertinente. Evite,

porém, o uso excessivo desses recursos. Em casos especiais (ver fórmulas abaixo), podem ser utilizadas as seguintes fontes: Courier New, Symbol e Wingdings.

Documento principal Um único arquivo chamado Principal.rtf ou Principal.doc com os títulos, resumos e palavras-chave em português ou espanhol e inglês, texto integral do trabalho, referências bibliográficas e tabelas. Esse arquivo não deve conter figuras, que deverão estar em arquivos separados, conforme descrito a seguir. O manuscrito deverá seguir o seguinte formato:

Título conciso e informativo Títulos em português ou espanhol e em inglês (Usar letra maiúscula apenas no início da primeira palavra e quando for pertinente, do ponto de vista ortográfico ou de regras científicas pré-estabelecidas);

Título resumido

Autores

Nome completo dos autores com numerações (sobrescritas) para indicar as respectivas filiações.

Filiações e endereços completos, com links eletrônicos para as instituições. Indicar o autor para correspondência e respectivo e-mail;

Resumos/Abstract - com no máximo 350 palavras

Título em inglês e em português ou espanhol

Resumo em inglês (**Abstract**)

Palavras-chave em inglês (**Keywords**) evitando a repetição de palavras já utilizadas no título

Resumo em português ou espanhol

Palavras-chave em português ou espanhol evitando a repetição de palavras já utilizadas no título. As palavras-chave devem ser separadas por vírgula e não devem repetir palavras do título. Usar letra maiúscula apenas quando for pertinente, do ponto de vista ortográfico ou de regras científicas pré-estabelecidas.

Corpo do Trabalho

1. Seções

Introdução (Introduction)

Material e Métodos (Material and Methods)

Resultados (Results)

Discussão (Discussion)

Agradecimentos (Acknowledgments)

Referências bibliográficas (References)

Tabelas

A critério do autor, no caso de Short Communications, os itens Resultados e Discussão podem ser fundidos. Não use notas de rodapé, inclua a informação diretamente no texto, pois torna a leitura mais fácil e reduz o número de links eletrônicos do manuscrito.

2. Casos especiais

No caso da categoria "Inventários" a listagem de espécies, ambientes, descrições, fotos etc., devem ser enviadas separadamente para que possam ser organizadas conforme formatações específicas. Além disso, para viabilizar o uso de ferramentas eletrônicas de busca, como o XML, a Comissão Editorial enviará aos autores dos trabalhos aceitos para publicação instruções específicas para a formatação da lista de espécies citadas no trabalho. Na categoria "Chaves de Identificação" a chave em si deve ser enviada separadamente para que possa ser formatada adequadamente. No caso de referência de material coletado é obrigatória a citação das coordenadas geográficas do local de coleta. Sempre que possível a citação deve ser feita em graus, minutos e segundos (Ex. 24°32'75" S e 53°06'31" W). No caso de referência a espécies ameaçadas especificar apenas graus e minutos.

3. Numeração dos subtítulos

O título de cada seção deve ser escrito sem numeração, em negrito, apenas com a inicial maiúscula (Ex. Introdução, Material e Métodos etc.). Apenas dois níveis de subtítulos serão permitidos, abaixo do título de cada seção. Os subtítulos deverão ser numerados em algarismos arábicos seguidos de um ponto para auxiliar na identificação de sua hierarquia quando da formatação final do trabalho. Ex. Material e Métodos; 1. Subtítulo; 1.1. Sub-subtítulo).

4. Citações bibliográficas

Colocar as citações bibliográficas de acordo com o seguinte padrão:

Silva (1960) ou (Silva 1960)

Silva (1960, 1973)

Silva (1960a, b)

Silva & Pereira (1979) ou (Silva & Pereira 1979)

Silva et al. (1990) ou (Silva et al. 1990)

(Silva 1989, Pereira & Carvalho 1993, Araújo et al. 1996, Lima 1997)

Citar referências a resultados não publicados ou trabalhos submetidos da seguinte forma: (A.E. Silva, dados não publicados). Em trabalhos taxonômicos, detalhar as citações do material examinado, conforme as regras específicas para o tipo de organismo estudado.

5. Números e unidades

Citar números e unidades da seguinte forma:

- escrever números até nove por extenso, a menos que sejam seguidos de unidades;
- utilizar, para número decimal, vírgula nos artigos em português ou espanhol (10,5 m) ou ponto nos escritos em inglês (10.5 m);
- utilizar o Sistema Internacional de Unidades, separando as unidades dos valores por um espaço (exceto para porcentagens, graus, minutos e segundos);
- utilizar abreviações das unidades sempre que possível. Não inserir espaços para mudar de linha caso a unidade não caiba na mesma linha.

6. Fórmulas

Fórmulas que puderem ser escritas em uma única linha, mesmo que exijam a utilização de fontes especiais (Symbol, Courier New e Wingdings), poderão fazer parte do texto. Ex. $a = p.r2$ ou Na_2HPO_4 , etc. Qualquer outro tipo de fórmula ou equação deverá ser considerada uma figura e, portanto, seguir as regras estabelecidas para figuras.

7. Citações de figuras e tabelas

Escrever as palavras por extenso (Ex. **Figura 1, Tabela 1, Figure 1, Table 1**)

8. Referências bibliográficas

Adotar o formato apresentado nos seguintes exemplos, colocando todos os dados solicitados, na seqüência e com a pontuação indicadas, não acrescentando itens não mencionados:

FERGUSON, I.B. & BOLLARD, E.G. 1976. The movement of calcium in woody stems. *Ann. Bot.* 40(6):1057-1065.

SMITH, P.M. 1976. *The chemotaxonomy of plants*. Edward Arnold, London.

SNEDECOR, G.W. & COCHRAN, W.G. 1980. *Statistical methods*. 7 ed. Iowa State University Press, Ames.

SUNDERLAND, N. 1973. Pollen and anther culture. In *Plant tissue and cell culture* (H.F. Street, ed.). Blackwell Scientific Publications, Oxford, p.205-239.

BENTHAM, G. 1862. Leguminosae. Dalbergiae. In *Flora Brasiliensis* (C.F.P. Martius & A.G.

Eichler, eds). F. Fleischer, Lipsiae, v.15, pars 1, p.1-349.

MANTOVANI, W., ROSSI, L., ROMANIUC NETO, S., ASSAD-LUDEWIGS, I.Y., WANDERLEY, M.G.L., MELO, M.M.R.F. & TOLEDO, C.B. 1989. Estudo fitossociológico de áreas de mata ciliar em Mogi-Guaçu, SP, Brasil. In Simpósio sobre mata ciliar (L.M. Barbosa, coord.). Fundação Cargil, Campinas, p.235-267.

STRUFFALDI-DE VUONO, Y. 1985. Fitossociologia do estrato arbóreo da floresta da Reserva Biológica do Instituto de Botânica de São Paulo, SP. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

FISHBASE. <http://www.fishbase.org/home.htm> (último acesso em dd/mmm/aaaa)

Abreviar títulos dos periódicos de acordo com o "World List of Scientific Periodicals" (<http://library.caltech.edu/reference/abbreviations/>) ou conforme o banco de dados do Catálogo Coletivo Nacional (CCN -IBICT) (busca disponível em <http://ccn.ibict.br/busca.jsf>).

Para citação dos trabalhos publicados na **BIOTA NEOTROPICA** seguir o seguinte exemplo:

PORTELA, R.C.Q. & SANTOS, F.A.M. 2003. Alometria de plântulas e jovens de espécies arbóreas: copa x altura. Biota Neotrop. 3(2): <http://www.biotaneotropica.org.br/v3n2/pt/abstract?article+BN00503022003> (último acesso em dd/mm/aaaa)

Todos os trabalhos publicados na **BIOTA NEOTROPICA** têm um endereço eletrônico individual, que aparece imediatamente abaixo do(s) nome(s) do(s) autor(es) no PDF do trabalho. Este código individual é composto pelo número que o manuscrito recebe quando submetido (005 no exemplo acima), o número do volume (03), o número do fascículo (02) e o ano (2003).

9 - Tabelas

Nos trabalhos em português ou espanhol os títulos das tabelas devem ser bilíngües, obrigatoriamente em português/espanhol e em inglês, e devem estar na parte superior das respectivas tabelas. O uso de duas línguas facilita a compreensão do conteúdo por leitores do exterior quando o trabalho está em português. As tabelas devem ser numeradas sequencialmente com números arábicos. Caso uma tabela tenha uma legenda, essa deve ser incluída nesse arquivo, contida em um único parágrafo, sendo identificada iniciando-se o parágrafo por Tabela N, onde N é o número da tabela.

10 - Figuras

Mapas, fotos, gráficos são considerados figuras. As figuras devem ser numeradas sequencialmente com números arábicos. Na submissão inicial do trabalho, as imagens devem ser enviadas na menor resolução possível, para facilitar o envio eletrônico do trabalho para assessoria "ad hoc". O tamanho da imagem deve, sempre que possível, ter uma proporção de 3x2 ou 2x3 cm entre a largura e altura. No caso de pranchas os textos inseridos nas figuras devem utilizar fontes sans-serif, como Arial ou Helvética, para maior legibilidade. Figuras compostas por várias outras devem ser identificadas por letras (Ex. Figura 1a, Figura 1b). Utilize escala de barras para indicar tamanho. As figuras não devem conter legendas, estas deverão ser especificadas em arquivo próprio. Quando do aceite final do manuscrito, as

figuras deverão ser apresentadas com alta resolução e em arquivos separados, que serão encaminhados diretamente a Cubomultimidia, empresa responsável pela produção dos PDFs.

As legendas das figuras devem fazer parte do arquivo texto Principal.rtf ou Principal.doc. inseridas após as referências bibliográficas. Cada legenda deve estar contida em um único parágrafo e deve ser identificada, iniciando-se o parágrafo por Figura N, onde N é o número da figura. Figuras compostas podem ou não ter legendas independentes. Nos trabalhos em português ou espanhol todas as legendas das figuras devem ser bilíngües, obrigatoriamente, em português/espanhol e em inglês. O uso de duas línguas facilita a compreensão do conteúdo por leitores do exterior quando o trabalho está em português.

Envio de manuscritos Os trabalhos submetidos à revista **BIOTA NEOTROPICA** devem ser enviados exclusivamente através do site de submissão eletrônica de manuscritos <http://biota.submitcentral.com.br/login.php>

Capítulo 3 da presente dissertação de mestrado no formato de artigo científico em língua portuguesa da *Revista Brasileira de Botânica**

CAPÍTULO 3

COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE EPÍFITAS VASCULARES DE FUSTE BAIXO NA FLONA DE CAXIUANÁ, AMAZÔNIA ORIENTAL

CHAPTER 3

COMPOSITION AND STRUCTURE OF LOW-TRUNK VASCULAR EPIPHYTE COMMUNITY IN THE CAXIUAN, NATIONAL FOREST, EASTERN AMAZONIA

José Leonardo Lima Magalhães², Maria Aparecida Lopes¹

¹Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Biológicas, UFPA
Rua Augusto Corrêa 1, 66075-110, Belém, PA, Brasil.

²Programa de Pós-graduação em Botânica, área de concentração Botânica Tropical,
Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) e Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG),
Coordenação de Botânica, Av. Perimetral, 1901, 66077-830, Belém, PA, Brasil.
Autor para correspondência: José Leonardo Lima Magalhães, e-mail: jleo_bio@yahoo.com.br

* Com exceção da disposição e numeração de figuras e tabelas, ausência dos agradecimentos e hierarquia de títulos e subtítulos.

RESUMO

As plantas herbáceas epifíticas são recorrentes em todos os ambientes tropicais úmidos no mundo e contribuem com até 50% do total das espécies vasculares em algumas regiões, porém poucos estudos são direcionados a este componente. O presente estudo descreveu a composição e a estrutura da comunidade herbácea epifítica de fuste baixo (até oito metros de altura), sua distribuição vertical em forófitos arbóreos e investigou a frequência de ocorrência de epífitas em árvores de diferentes tamanhos. Foram inventariadas 30 transecções de 2 x 100 m (0,6 ha no total) as quais seguiam, no seu maior eixo, curva de nível topográfico para minimizar as variações do solo. As ervas epifíticas de fuste baixo foram amostradas em todos os suportes até oito metros de altura. A identificação do material botânico coletado foi realizada com o auxílio de literatura especializada, além de comparação com exsicatas do Herbário MG. No total foram identificadas 37 morfoespécies de ervas epifíticas (1093 indivíduos em 741 forófitos). Devido à grande parte dos indivíduos epifíticos incluídos no inventário estarem em estádios juvenis ou sem estruturas reprodutivas, somente 28 morfoespécies (72%) puderam ser identificadas até o nível taxonômico mais específico. Araceae foi a família mais representativa com mais 60% das morfoespécies, tendo ocorrido ao longo dos oito metros amostrados. *Polytaenium guianense* e *Heteropsis flexuosa* foram as espécies de maior densidade. *Polytaenium guianense* e *Hecistopteris pumila* foram significativamente mais frequentes em árvores com DAP < 10 cm e *Philodendron* sp.2 em árvores com DAP > 10 cm.

Palavras-chave: Araceae, distribuição vertical, tamanho de forófito, Amazônia Oriental.

ABSTRACT

Epiphytic herbaceous plants are recurrent in all moist tropical environments in the world and contribute up to 50% of all vascular plant species in some regions, but few studies are directed to this component. This study described the composition and structure of low trunk epiphytic herb species (until eight feet tall), its vertical distribution in phorophytes trees and investigated the frequency of occurrence of epiphytes on trees of different sizes. Were surveyed 30 transects of 2 x 100 m (0.6 ha in total) which followed in its longest axis, topographic contour to minimize variations in the soil. The low trunk epiphytic herbs were sampled in all hosts who possessed such plants to a height of eight meters. The identification of botanical material was accomplished with the aid of specialized literature, and comparing with herbarium specimens of herbarium MG. A total of 37 epiphytic herb morphospecies were identified (1093 individuals in 741 phorophytes). Due to the large portion of epiphytic individuals included in the inventory were in juvenile stages or without reproductive structures, only 28 morphospecies (72%) could be identified to the more specific taxonomic level. Araceae was the most representative family with over 60% of morphospecies, occurring over the eight meters sampled. *Polytaenium guayanense* and *Heteropsis flexuosa* were the species of greatest density. *Polytaenium guayanense* and *Hecistopteris pumila* were significantly more frequent in trees with DBH <10 cm and *Philodendron* sp.2 in trees with DBH > 10 cm.

Keywords: Araceae, vertical distribution, size of host tree, the eastern Amazon.

3.1. INTRODUÇÃO

As plantas epifíticas são recorrentes em todos os ambientes tropicais úmidos (Richards 1996), compreendendo cerca de um terço dos indivíduos e 10% das espécies em florestas tropicais (Kress 1986, Benzing 1990). Em alguns locais de florestas submontanas nos Andes e de Mata Atlântica no sul do Brasil, as epífitas podem contribuir com até 50% da riqueza de espécies (Gentry & Dodson 1987a, Kersten & Silva 2006). A abundância e a distribuição vertical das espécies refletem gradientes ambientais em escala local e regional (Gentry & Dodson 1987a, Ter Steege & Cornelissen 1989, Nieder *et al.* 2000).

O hábito epifítico surgiu paralelamente em vários grupos vegetais para alcançar os recursos disponíveis em diferentes estratos na floresta (Benzing 1987, Gentry & Dodson 1987b, Richards 1996). Entretanto, esta estratégia de vida significa suportar variações muitas vezes extremas de temperatura e umidade (Ter Steege & Cornelissen 1989, Nieder *et al.* 2001), levando-as a se adaptar aos diferentes microhabitats disponíveis em diferentes alturas nas suas plantas suporte (Wolf & Flamenco-S 2003).

De acordo com Benzing (1990) e Wolf & Flamenco-S (2003) quase 80% das espécies epifíticas ocorrem na copa das árvores, e menor número nas partes inferiores dos suportes e conseqüentemente no sub-bosque. Esta diferença está relacionada à menor disponibilidade de substratos e de incidência luminosa, apesar da maior umidade no sub-bosque (Ter Steege & Cornelissen 1989). Devido ao microclima, espécies mais sensíveis à dessecação e indivíduos hemi-epifíticos buscando níveis fóticos apropriados são os mais abundantes no sub-bosque (Nieder *et al.* 2000).

Várias características são citadas como importantes para a colonização e permanência de plantas epifíticas nas suas respectivas plantas suporte (Ter Steege & Cornelissen 1989, Callaway *et al.* 2002). Entre elas as principais são: rugosidade, pH e capacidade de retenção de umidade do súber; ângulo de inclinação de troncos e galhos; quantidade de Bryophyta; e disponibilidade de luz. Para os suportes arbóreos o diâmetro do tronco é correlacionado positivamente com o número de espécies e indivíduos epifíticos (Nieder *et al.* 2000, Mehltreter *et al.* 2005). Árvores com diâmetros à altura do peito (DAP) maiores teriam maior área de superfície que árvores menores e árvores mais antigas estariam disponíveis como suporte há mais tempo que as mais jovens para a colonização de epífitas (Mehltreter *et al.* 2005, Flores-Palacios & García-Franco 2006).

A região neotropical, com toda sua heterogeneidade ambiental, apresenta relativamente poucos estudos direcionados às plantas epífitas em geral (Ibisch *et al.* 1996).

Estudos sobre as comunidades epifíticas foram realizados em diversas localidades da América central (Zotz & Vollrath 2003, Watkins *et al.* 2006, Schuettpelz & Trapnell 2006, Flores-Palacios & García-Franco 2006, Zotz & Schultz 2008), Guianas (Ter Steege & Cornelissen 1989, Freiberg 1996), Amazônia Ocidental (Nieder *et al.* 2000, Bussmann 2001, Leimbeck & Balslev 2001, Kreft *et al.* 2004, Küper *et al.* 2004, Benavides *et al.* 2005, Arévalo & Betancur 2006) e sul do continente americano (Muñoz *et al.* 2003, Parra *et al.* 2009). No Brasil, a maioria dos estudos concentra-se na região sul (Kersten & Silva 2002, 2006, Gonçalves & Waechter 2003, Giongo & Waechter 2004, Bonnet & Queiroz 2006, Buzzato *et al.* 2008, Dettke *et al.* 2008, Fraga *et al.* 2008, Kersten *et al.* 2009). Até o presente, apenas um trabalho foi publicado sobre a composição da comunidade de epífitas na Amazônia brasileira (Gottsberger & Morawetz 1993), resultado de um estudo desenvolvido numa área de savana no município de Humaitá, no estado do Amazonas.

A relação entre espécie de forófito e espécie vascular epifítica tem sido investigada por alguns autores em florestas tropicais (Zimmerman & Olmsted 1992, Moran *et al.* 2003, Zotz & Vollrath 2003, Mehltreter *et al.* 2005, Flores-Palacios & Garcia-Franco 2006, Tremblay & Castro 2009). Entretanto, a relação entre o tamanho dos forófitos e a espécie vascular epifítica ainda não foi muito investigada. De modo geral, árvores maiores e mais velhas tendem a ter maior riqueza e abundância de espécies epífitas que as de menor diâmetro e mais jovens devido a maior área superficial e ao maior tempo disponíveis como substratos para a colonização, respectivamente (Flores-Palacios & Garcia-Franco 2006).

Moran *et al.* (2003) e Mehltreter *et al.* (2005) estudaram a ocorrência de espécies epifíticas no fuste baixo de dois tipos de forófitos (angiospermas e pteridófitas arborescentes). Os estudos foram realizados na Costa Rica e no México, respectivamente. No estudo realizado no México, a riqueza e abundância de epífitas foram maiores em pteridófitas arborescentes 5-10 cm DAP devido à maior disponibilidade de microhábits nestes forófitos do que encontrado em angiospermas de mesmo diâmetro; forófitos de 10-20 cm DAP não apresentaram correlação. No trabalho da Costa Rica, a riqueza de espécies e o percentual de cobertura das epífitas não apresentaram correlação com o diâmetro dos dois tipos de forófitos analisados.

Neste contexto, este estudo tem como objetivos descrever a composição e a estrutura da comunidade herbácea epifítica de sub-bosque da Floresta Nacional de Caxiuanã (FNC), com ênfase nas espécies epífitas ocorrentes na parte inferior do tronco de seus suportes, e testar a seguinte hipótese: a ocorrência de espécies epifíticas de fuste baixo é independente do DAP de forófitos arbóreos.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1. Área de estudo

A Floresta Nacional de Caxiuanã (FNC) está localizada nos municípios de Melgaço e Portel, Pará, a 400 km de Belém, e apresenta área aproximada de 324 mil hectares (Lisboa *et al.* 1997). O presente trabalho foi realizado em uma grade de trilhas de 25 km² (Figura 3.1) do Programa de Pesquisa em Biodiversidade (*plot* PPBio), localizada no centro da FNC (1°57'36''S e 51°36'55''W).

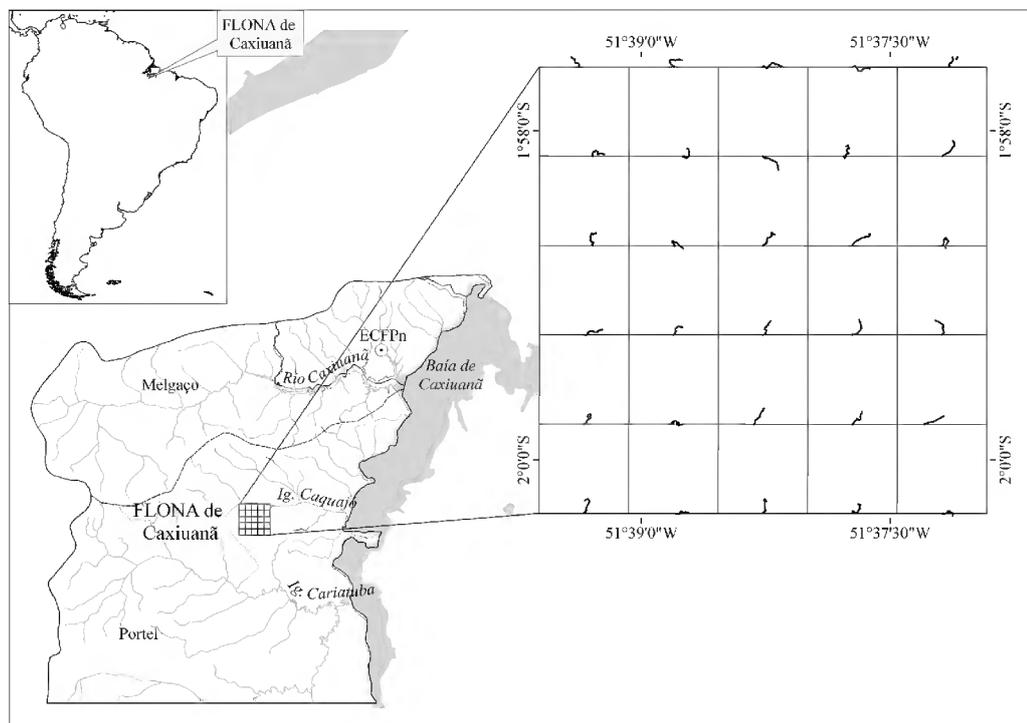


Figura 3.1: Localização do *plot* PPBio, onde foi realizado o presente trabalho, situado no centro da Floresta Nacional de Caxiuanã, a 400 km de Belém, Pará. Em destaque a grade de trilhas com as 30 parcelas distantes entre si, em média por um quilômetro.

O clima da região de Caxiuanã é do tipo Am_i, tropical úmido, segundo a classificação de Köppen, com precipitação pluviométrica mais intensa nos meses de dezembro a junho, média anual de 1.900 mm e temperatura média anual em torno dos 26°C (Costa & Moraes 2002, Oliveira *et al.* 2008). O relevo é plano e ondulado, sem grandes elevações (Lisboa *et al.* 1997) e os principais tipos de solos encontrados são Argisolos, Gleis Pouco Húmicos e Aluviais (Lisboa & Ferraz 1999). De modo geral, os solos apresentam baixa fertilidade e intensa lixiviação que os torna ácidos a muito ácidos, exceto aqueles de origem

antropogênica (terra preta arqueológica) utilizados pelas populações tradicionais residentes (Costa *et al.* 2009).

O dossel da FNC é denso e fechado, com árvores de trinta a quarenta metros de altura, algumas com grande área basal (Lisboa *et al.* 1997). As principais espécies arbóreas encontradas são: *Dinizia* sp. (angelim-vermelho), *Manilkara* sp. (maçaranduba), *Vouacapoua* sp. (acapú) e *Couratari* sp. (tauari) (Lisboa *et al.* 1997, Amaral *et al.* 2009). O sub-bosque é esparso, com a presença de algumas lianas como *Bauhinia* sp., *Tetracera* sp., *Doliocarpus* sp., *Desmoncus* sp. (Amaral *et al.* 2009), e herbáceas terrestres, como *Ischmosiphon* sp., *Calathea* sp., *Pariana* sp (J. L. L. Magalhães, dados não publicados).

3.2.2. Coleta e análise dos dados

Entre os meses de Março e Setembro de 2009, trinta transecções de 2 x 100 m (6.000 m² no total), separadas sistematicamente por um quilômetro de distância (Figura 3.1), foram utilizadas para inventariar a comunidade herbácea epifítica. Dentro destas transecções foram examinados os caules de todas as plantas lenhosas com DAP \geq 1 cm, incluindo árvores, arbustos e cipós, além de troncos de árvores mortas em pé ou caídas. Em todos os casos foram examinadas apenas a parte inferior dos troncos, até 8 m de altura. Para as árvores, tal parte foi denominada fuste baixo (modificado de Ter Steege & Cornelissen 1989). A medida do DAP dos forófitos (plantas que suportam epífitas) arbóreos foi obtida do banco de dados do PPBio/Amazônia Oriental. Todos os indivíduos herbáceos epifíticos encontrados foram contados e morfotipados e a altura onde cada um ocorreu foi anotada para o metro mais próximo. O material botânico, com amostras férteis, sempre que possível de todas as morfoespécies foi coletado e seco para posterior identificação.

A identificação foi realizada em laboratório com o auxílio de literatura especializada (Steyermark *et al.* 1995, Mayo *et al.* 1997, Ribeiro *et al.* 1999, Silva & Rosário 2008, Zuquim *et al.* 2008) e por comparação com material de herbário. No caso do material fértil, as exsiccatas foram depositadas no Herbário João Murça Pires (MG) do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG). A identificação das Monilophyta seguiu o proposto por Smith *et al.* (2006) e Magnoliophyta pela APG II (2003). Os nomes das espécies e dos autores foram checados no site TROPICOS (2010) e os sinônimos no *World Checklist of Selected Plant Families* (2010).

Cada espécie de epífita foi classificada segundo a sua fidelidade ao substrato (*sensu* Benzing, 1990) como holoepíta (E), hemiepífita (primária [HEP] e secundária [HES]), epífita facultativa (EF) e epífita acidental (EA). Foram calculadas a frequência ($F = [n_i \cdot nt^{-1}] \cdot 100$, onde n_i = número de forófitos com a espécie i ; nt = número total de forófitos) e densidade

relativa ($DR_i = [ne_i.nte^{-1}].100$, onde ne_i = número de indivíduos epifíticos da espécie i ; n_{te} = número total de indivíduos epifíticos) para cada espécie e o quociente epifítico ($QE = ne_c.nt_c^{-1}$, onde ne_c = número total de indivíduos epifíticos sobre os forófitos da classe c ; nt_c = número total de forófitos da classe c) para cada classe de forófito (modificados de Waechter 1998). A distribuição vertical foi avaliada para as famílias herbáceas epifíticas que apresentaram pelo menos 10 indivíduos ao longo do gradiente vertical dos forófitos arbóreos analisados. A curva cumulativa de espécies e o teste não-paramétrico *bootstrap* foram utilizados para avaliar a representatividade do esforço amostral (Magurran 2004).

Os forófitos foram divididos em três classes (C): C1 = árvores com $1 \text{ cm} \leq \text{DAP} < 10 \text{ cm}$; C2 = árvores com $\text{DAP} \geq 10 \text{ cm}$; C3 = forófitos não arbóreos (incluindo arbustos e cipós) e árvores caídas ou mortas em pé. Para testar a hipótese de que a ocorrência de determinada espécie epifítica de fuste baixo é independente do DAP de forófitos arbóreos, O número de ocorrência (NO), em termos de presença ou ausência, de cada espécie epifítica foi comparada entre as classes C1 e C2 por meio de tabela de contingência 2 x 2, aplicando-se teste qui-quadrado (X^2) (Sokal & Rolf, 1995). Foram incluídas apenas espécies epifíticas com no mínimo cinco ocorrências em forófitos que apresentavam epífitas. O nível de significância para rejeitar a hipótese nula foi $p < 0,05$. As análises foram feitas com os programas STATISTICA 7.1 (Statsoft Inc. 2005), R 2.10 (R Development Core Team 2009) e EstimateS 8.0 (Colwell 2006).

3.3 RESULTADOS

No total foram amostrados 1.038 indivíduos herbáceos epifíticos distribuídos em 10 famílias e 37 morfoespécies que incluem no mínimo 30 espécies (Tabela 3.1). Foram registradas apenas uma forma dos gêneros *Micrograma* e *Catasetum*, portanto pode-se afirmar que existe uma espécie de cada gênero na área amostrada, embora a forma não tenha sido identificada até o nível taxonômico mais específico. Cerca de 70% dos indivíduos estavam em estádios juvenis e destes 40% puderam ser identificados apenas como morfoespécies. Todas as morfoespécies foram consideradas como diferentes espécies nas análises.

Tabela 3.1: Lista das espécies e morfoespécies herbáceas epifíticas presentes na Floresta Nacional de Caxiuanã, Pará, Brasil e suas categorias ecológicas (CAT) (E = holopifitas; HES = hemiepifitas secundárias). Os números de coleta (NCOL) são do autor principal.

DIVISÃO/FAMÍLIA/ESPÉCIE	CAT	NCOL
MONILOPHYTA		
Aspleniaceae		
<i>Asplenium juglandifolium</i> Lam.	E	150
<i>Asplenium serratum</i> L.	E	36, 63
Hymenophyllaceae		
<i>Trichomanes ankersii</i> C. Parker ex Hook. & Grev.	E	*
Lomariopsidaceae		
<i>Lomariopsis japurensis</i> (Mart.) J. Sm.	HES	156
<i>Lomariopsis prieuriana</i> Fée	HES	157
Polypodiaceae		
<i>Campyloneurum repens</i> (Aubl.) C. Presl	E	41
<i>Micrograma</i> sp.	E	26
Pteridaceae		
<i>Hecistopteris pumila</i> (Spreng.) J. Sm.	E	*
<i>Polytaenium guayanense</i> (Hieron.) Alston	E	80, 117
<i>Polytaenium cajenense</i> (Desv.) Benedict	E	138
MAGNOLIOPHYTA		
Araceae		
<i>Anthurium bonplandii</i> G. S. Bunting	HES	*
<i>Anthurium gracile</i> (Rudge) Schott	E	108
<i>Anthurium sinuatum</i> Benth. Ex Schott	HES	40
<i>Anthurium</i> sp. 1	HES	*
<i>Anthurium</i> sp. 2	HES	64
<i>Heteropsis flexuosa</i> (Kunth) G. S. Bunting	HES	51,52
<i>Heteropsis spruceana</i> Schott	HES	91,93
<i>Monstera adansonii</i> Schott	HES	*
<i>Monstera obliqua</i> Miq.	HES	*
<i>Philodendron ecordatum</i> Schott.	HES	*
<i>Philodendron fragrantissimum</i> (Hook.) G. Don	HES	*
<i>Philodendron linnaei</i> Kunth.	HES	*

(cont.)

DIVISÃO/FAMÍLIA/ESPÉCIE	CAT	NCOL
Araceae	HES	*
<i>Philodendron melinonii</i> Brongn. ex Regel		
<i>Philodendron pedatum</i> (Hook.) Kunth	HES	*
<i>Philodendron platypodium</i> Gleason	HES	*
<i>Philodendron rudgeanum</i> Schott	HES	120
<i>Philodendron squamiferum</i> Poepp.	HES	*
<i>Philodendron surinamense</i> (Miq.) Engl.	HES	*
<i>Philodendron</i> sp. 1	HES	*
<i>Philodendron</i> sp. 2	HES	*
<i>Philodendron</i> sp. 3	HES	*
<i>Philodendron</i> sp. 4	HES	*
<i>Philodendron</i> sp. 5	HES	*
Bromeliaceae		
<i>Aechmea bromeliifolia</i> (Rudge) Baker	E	*
Cyclanthaceae		
<i>Evodianthus funifer</i> (Poit.) Lindm.	HES	65
Gesneriaceae		
<i>Codonanthe calcarata</i> (Miq.) Hanst.	E	109
Orchidaceae		
<i>Catasetum</i> sp.	E	*

(*) = Espécies não apresentaram material botânico fértil.

Doze espécies foram categorizadas como holoepifíticas, 25 como hemiepifíticas secundárias e não houve registros de espécies epifíticas facultativas, acidentais ou hemiepifíticas primárias (Tabela 3.1). Em Araceae, só uma espécie não foi hemiepifítica (*Anthurium gracile*). Esta espécie apresentou associação com formigas assim como outras duas espécies, *Aechmea bromeliifolia* (Bromeliaceae) e *Codonanthe calcarata* (Gesneriaceae).

A família botânica que apresentou a maior riqueza foi Araceae com 23 morfoespécies (62% do total), seguida de Pteridaceae com três (8%). As três famílias mais abundantes foram Araceae, Pteridaceae e Lomariopsidaceae as quais corresponderam juntas a 99% dos indivíduos amostrados (Tabela 3.2). As famílias restantes contribuíram com 1-2 espécies e no máximo 12 indivíduos.

O número total de forófitos amostrados foi 664 nas três classes. A classe 1 e a classe 3 apresentaram, respectivamente, os maiores e os menores números de ocorrências (345 e 200) e de indivíduos epifíticos (447 e 247). O quociente epifítico (QE) das três classes foi similar apresentando valores em torno de 1,2 indivíduos por forófito (Tabela 3.2).

Tabela 3.2: Densidade relativa (DR), frequência (F), número de ocorrências de espécies epifíticas (NO) e número de indivíduos epifíticos (NI) por classe de forófito. Níveis de significância (p) para o teste qui-quadrado (X^2) da hipótese analisada e quociente epifítico (QE) para todas as classes de forófitos.

Morfoespécies	DR	F	C1		C2		C3		X^2	p
			NO	NI	NO	NI	NO	NI		
<i>Polytaenium guayanense</i>	21,1	17,6	74	103	36	58	35	58	7,54	< 0,01*
<i>Heteropsis flexuosa</i>	15,4	19,0	78	80	57	59	21	21	0,37	0,54
<i>Lomariopsis japurensis</i>	11,8	13,3	45	52	32	38	32	32	0,31	0,57
<i>Philodendron surinamense</i>	8,1	8,0	23	25	29	43	14	16	2,90	0,09
<i>Philodendron platypodium</i>	7,8	9,4	28	29	26	28	23	24	0,31	0,58
<i>Hecistopteris pumila</i>	6,5	1,2	7	53	-	-	3	14	5,68	< 0,01*
<i>Heteropsis spruceana</i>	4,2	5,1	15	16	16	17	11	11	1,49	0,22
<i>Philodendron</i> sp. 2	4,1	3,9	9	12	19	27	4	4	6,46	< 0,01*
<i>Monstera obliqua</i>	3,6	3,5	11	14	12	16	6	7	0,56	0,45
<i>Philodendron</i> sp. 1	3,3	4,0	17	17	6	6	10	11	3,29	0,07
<i>Philodendron rudgeanum</i>	2,0	1,2	2	8	5	6	3	7	2,07	0,15
<i>Philodendron linnaei</i>	1,3	1,6	2	2	6	7	5	5	3,05	0,08
<i>Asplenium serratum</i>	1,3	1,6	6	6	3	3	4	4	0,46	0,50
<i>Monstera adansonii</i>	1,3	1,3	3	3	2	3	6	7	NA	NA
<i>Campyloneurum repens</i>	1,2	1,3	8	8	2	3	1	1	2,48	0,12
<i>Philodendron squamiferum</i>	1,2	1,3	-	-	4	4	7	8	NA	NA
<i>Philodendron melinonii</i>	0,7	0,6	-	-	2	3	3	4	NA	NA
<i>Philodendron pedatum</i>	0,7	0,6	3	5	1	1	1	1	NA	NA
<i>Evodianthus funifer</i>	0,6	0,6	1	1	3	4	1	1	NA	NA
<i>Codonanthe calcarata</i>	0,5	0,6	3	3	2	2	-	-	NA	NA
<i>Philodendron fragrantissimum</i>	0,5	0,6	2	2	3	3	-	-	NA	NA
<i>Anthurium</i> sp. 2	0,4	0,2	1	1	1	3	-	-	NA	NA
<i>Philodendron ecordatum</i>	0,4	0,5	1	1	2	2	1	1	NA	NA
<i>Anthurium gracile</i>	0,3	0,4	-	-	1	1	2	2	NA	NA
<i>Lomariopsis prieuriana</i>	0,3	0,4	1	1	1	1	1	1	NA	NA
<i>Polytaenium cajenense</i>	0,3	0,4	1	1	1	1	1	1	NA	NA
<i>Asplenium juglandifolium</i>	0,2	0,2	1	1	-	-	1	1	NA	NA
<i>Micrograma</i> sp.	0,2	0,2	-	-	1	1	1	1	NA	NA
<i>Philodendron</i> sp. 3	0,2	0,1	-	-	-	-	1	2	NA	NA
<i>Trichomanes ankersii</i>	0,2	0,2	1	1	1	1	-	-	NA	NA
<i>Aechmea bromeliifolia</i>	0,1	0,1	1	1	-	-	-	-	NA	NA
<i>Anthurium bonplandii</i>	0,1	0,1	-	-	1	1	-	-	NA	NA
<i>Anthurium sinuatum</i>	0,1	0,1	-	-	1	1	-	-	NA	NA
<i>Anthurium</i> sp. 1	0,1	0,1	-	-	1	1	-	-	NA	NA
<i>Catasetum</i> sp.	0,1	0,1	-	-	-	-	1	1	NA	NA
<i>Philodendron</i> sp. 4	0,1	0,1	1	1	-	-	-	-	NA	NA
<i>Philodendron</i> sp. 5	0,1	0,1	-	-	-	-	1	1	NA	NA
QE			1,3		1,2		1,2			

(*) = Diferença significativa no teste X^2 ; (-) = Sem registro; (NA) = Não aplicável.

A distribuição vertical das famílias de epífitas no fuste baixo de forófitos arbóreos está ilustrada na Figura 3.2. Entre as famílias que apresentaram mais de dez indivíduos a ocorrência nos troncos foi, em geral, restrita aos dois metros inferiores. Araceae e Polypodiaceae apresentaram as maiores amplitudes verticais e Aspleniaceae e Lomariopsidaceae as menores (Figura 3.2).

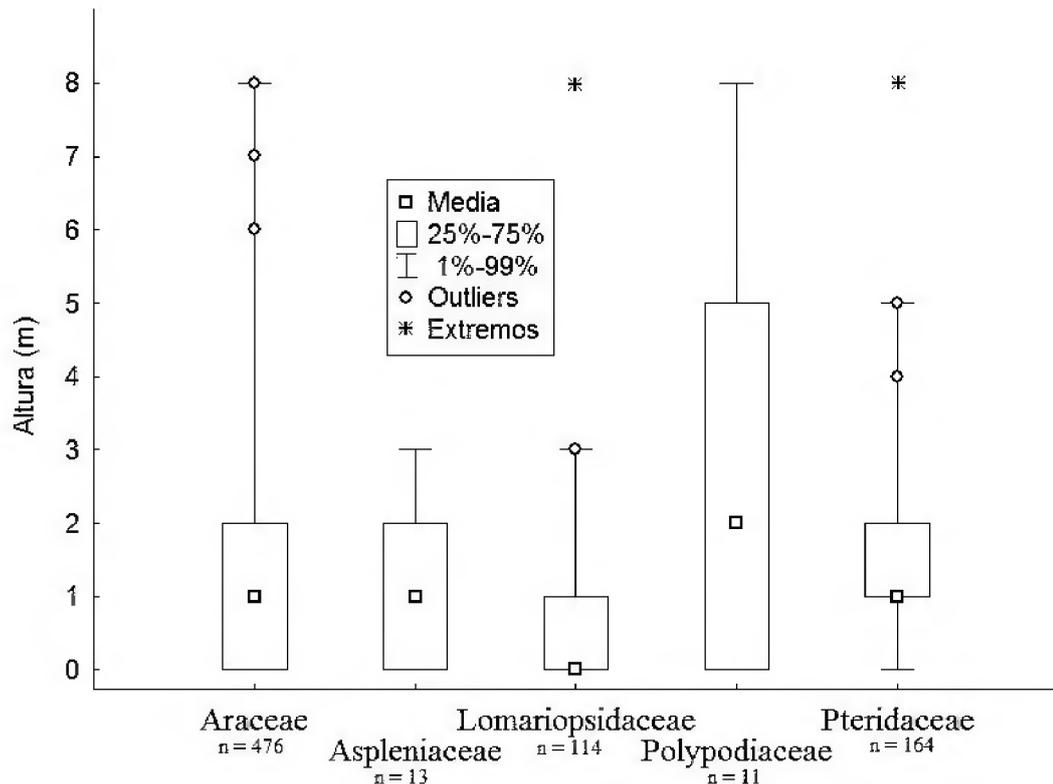


Figura 3.2: Distribuição vertical das famílias de herbáceas epífitas amostradas nos oito metros inferiores do tronco de forófitos arbóreos. O número de indivíduos (n) por família está representado abaixo dos nomes das mesmas.

A curva cumulativa de espécies (Figura 3.3) não apresentou assíntota visível, porém nota-se tendência à estabilização. Com o teste estatístico não-paramétrico *bootstrap* estimou-se uma riqueza equivalente a 41 espécies \pm 8 espécies, portanto o presente estudo teria atingido cerca de 90% da riqueza esperada.

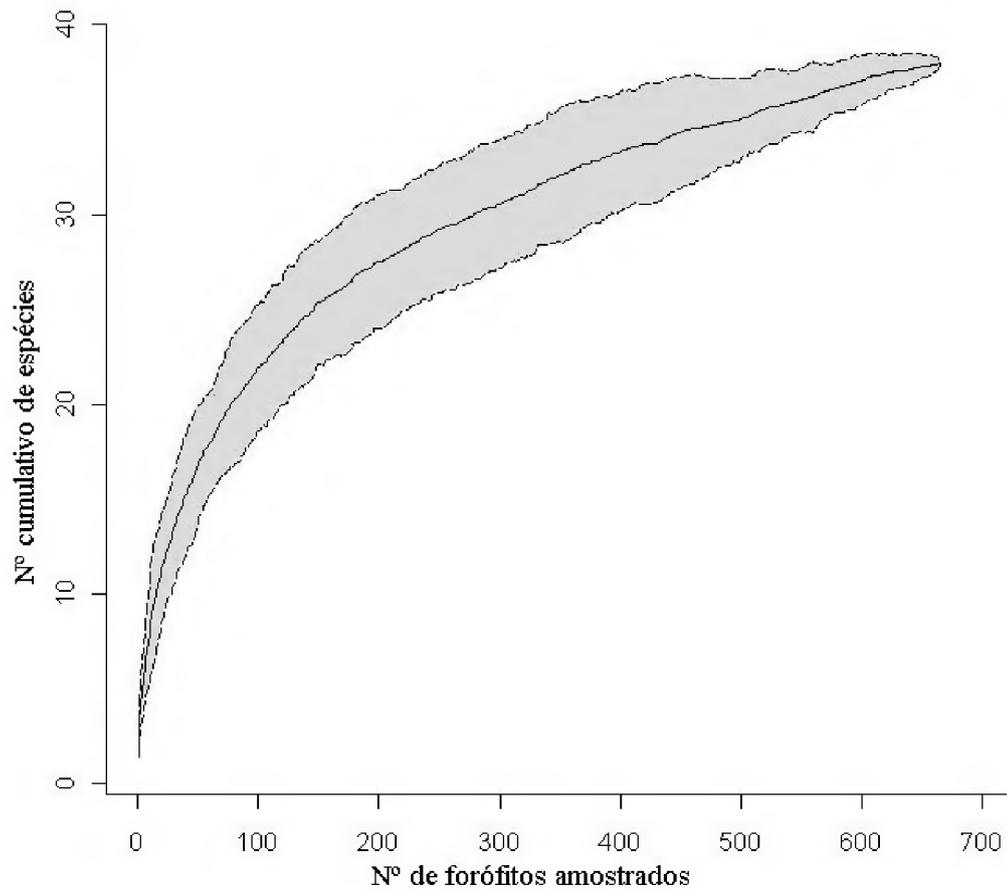


Figura 3.3: Curva cumulativa de espécies baseada em 50 replicações (linha cheia) e intervalo de confiança a 95% (linha tracejada).

A hipótese de que a ocorrência de espécies epifíticas de fuste baixo é independente do DAP de forófitos arbóreos (C1 e C2), pôde ser testada em 17 espécies de epifitas (Tabela 4). Destas, diferenças significativas foram encontradas em apenas três espécies (Tabela 4). *Polytaenium guayanense* e *Hecistopteris pumila*, ambas Monilophyta, tiveram mais ocorrências em forófitos da classe 1 e *Philodendron* sp. 2 da classe 2.

3.4. DISCUSSÃO

A comunidade herbácea epifítica na FNC apresentou um número de espécies relativamente baixo (30-37) se comparado com trabalhos na Amazônia Ocidental (Nieder *et al.* 2000, Bussmann 2001, Leimbeck & Balslev 2001, Kreft *et al.* 2004, Küper *et al.* 2004, Benavides *et al.* 2005, Arévalo & Betancur 2006) e Guianas (Ter Steege & Cornelissen 1989, Freiberg 1996). Entretanto, antes de qualquer comparação, deve-se levar em consideração que o presente estudo examinou apenas uma parte do gradiente vertical (tronco) e das espécies epifíticas (ervas). Nos troncos, a riqueza de espécies de epífitas costuma ser menor que nas partes superiores de um mesmo forófito (Ter Steege & Cornelissen 1989). Mehltreter *et al.* (2005) amostraram microhabitat semelhante e encontraram 18 espécies a mais (55 no total) que na FNC em floresta de altitude em Veracruz no México. Segundo Gentry & Dodson (1987b) a contribuição das espécies epifíticas para a diversidade como um todo varia em diferentes tipos de florestas e costuma ser menor em florestas de baixa altitude como é o caso da FNC.

Como também foi observado por Ter Steege & Cornelissen (1989) na Guiana e Nieder *et al.* (2000) na Venezuela, os grupos mais representativos da comunidade de epífitas nos troncos foram Araceae e Monilophyta na FNC. A concentração das espécies em poucas famílias reflete sua especialização para os microhabitats existentes no sub-bosque (Gentry & Dodson 1987a, Nieder *et al.* 2001). O baixo número ou a ausência de famílias tipicamente relatadas para o hábito epifítico como Orchidaceae e Bromeliaceae está associada ao fato de estas famílias ocuparem estratos mais altos com maior amplitude de umidade e temperatura, para o qual possuem adaptações morfológicas e fisiológicas (Ter Steege & Cornelissen 1989, Benzing 1990, Callaway *et al.* 2002).

O predomínio de espécies hemiepifíticas encontradas (28) nos tronco dos forófitos também foi relatado para microhabitats semelhantes de outros estudos na Amazônia (Ter Steege & Cornelissen 1989, Nieder *et al.* 2000, Bussman, 2001, Leimbeck & Balslev, 2001, Arévalo & Betancur, 2006). Segundo Nieder *et al.* (2000), o predomínio destas espécies é recorrente nas florestas de planície na Amazônia. Além disso, a maioria das espécies e dos indivíduos epifíticos de fuste baixo encontrados na FNC concentrou-se nos dois metros inferiores dos troncos arbóreos amostrados devido, principalmente, a este alto número de espécies hemiepifíticas secundárias, espécies estas que dependem de contato com o chão em algum momento de seu ciclo de vida (Benzing 1990), e por isso, ao escalarem um suporte próximo de onde germinam, seus estádios juvenis foram amostrados em grande número.

O número médio de indivíduos epifíticos encontrados por forófito no presente estudo (1,2) foi baixo se comparado com outros estudos (Mehltreter *et al.* 2005,) Segundo Nieder *et al.* (2000), um baixo número de indivíduos epifíticos, e conseqüentemente de espécies, está ligado a escassez de substratos favoráveis à fixação de epífitas.

No presente estudo, apenas três espécies de epífitas apresentaram ocorrência significativamente diferente nas classes de forófitos arbóreos analisadas (C1 e C2). Um baixo número de espécies com ocorrência diferenciada conforme o DAP de seus forófitos também foi registrado em outros estudos na Colômbia (Arévalo & Betancur 2004) e no México (Mehltreter *et al.* 2005, Flores-Palacios & Garcia-Franco, 2006). Estes mesmos estudos ressaltam que mesmo árvores maiores (com maior área superficial) e mais velhas (há mais tempo disponíveis como suportes), se não possuírem locais adequados à fixação, serão relativamente pobres em espécies. Alguns autores (Ter Steege & Cornelissen 1989, Zimmerman & Olmsted 1992, Mehltreter *et al.* 2005) ainda citam que a maioria das espécies do fuste baixo, principalmente as hemiepifíticas, são generalistas para o diâmetro de seus forófitos arbóreos, ocorrendo independentemente do DAP dos seus forófitos.

Os grupos mais representativos da comunidade de epífitas de fuste baixo na FNC foram Araceae e Monilophyta. O número de indivíduos e de espécies de epífitas foi relativamente baixo, se comparados aos levantamentos de comunidades epifíticas realizados ao longo de todo o gradiente vertical. A maioria das espécies e dos indivíduos epifíticos concentrou-se nos dois metros inferiores dos hospedeiros. Por outro lado, a maioria das espécies ocorreu independentemente do tamanho dos forófitos arbóreos. Os resultados sugerem que outros fatores além do DAP devem influenciar a quantidade de indivíduos e a presença de espécies nos mesmos, indicando a necessidade de mais investigações. O fato de a curva cumulativa de espécies não ter se estabilizado indica que mais espécies da comunidade herbácea epifítica de fuste baixo ainda podem ser encontradas no local.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APG II. 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 141:399-436.
- AMARAL, D.D., ALMEIDA, S.S. & COSTA, D.C.T. 2009. Contribuições ao manejo florestal de espécies de valor madeireiro e não madeireiro na Floresta Nacional de Caxiuanã. *In* Caxiuanã, desafios para a conservação de uma Floresta Nacional na Amazônia. (P.L.B. LISBOA, org.). Belém, MPEG, p. 199-228.
- ARÉVALO, R. & BETANCUR, J. 2006. Vertical distribution of vascular epiphytes in four Forest types of the Serranía de Chiribiquete, Colombian Guyana. *Selbyana* 27(2): 175-185.
- BENAVIDES, A.M.D., DUQUE, A.J., DUIVENVOORDEN, J.F., VASCO, G.A. & CALLEJAS, R. 2005. A first quantitative census of vascular epiphytes in rain forests of colombian Amazonia. *Biodiversity and Conservation* 14: 739-758.
- BENZING, D.H. 1987. Vascular epiphytism: taxonomic participation and adaptative diversity. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 74(2): 183-204.
- BENZING, D.H. 1990. Vascular epiphytes. Cambridge University Press, Cambridge.
- BONNET, A. & QUEIROZ, M.H. 2006. Estratificação vertical de bromélias epifíticas em diferentes estádios sucessionais da Floresta Ombrófila Densa, Ilha de Santa Catarina, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 29(2): 217-228.
- BUSSMANN, R.W. 2001. Epiphyte diversity in a tropical Andean Forest – Reserva Biológica San Francisco, Zamora-Chinchipe, Ecuador. *Ecotropica* 7: 43-59.
- BUZATTO, C.R., SEVERO, B.M.A. & WAECHTER, J.L. 2008. Composição florística e distribuição ecológica de epífitos vasculares na Floresta Nacional de Passo Fundo, Rio Grande do Sul. *Iheringia* 63(2): 231-239.
- CALLAWAY, R.M., REINHART, K.O., MOORE, G.W., MOORE, D.J. & PENNINGS, S.C. 2002. Epiphyte host preferences and host traits: mechanisms for species-specific interactions. *Oecologia* 132: 221-230.
- COLWELL, R.K. 2006. EstimateS: Estatistical estimation of species richness and shared species from samples. Versão 8.0.
- COSTA, J.A., RODRIGUES, T.W. & KERN, D.C. 2009. Os solos da estação científica Ferreira Penna, Caxiuanã. *In* Caxiuanã, desafios para a conservação de uma Floresta Nacional na Amazônia. (P.L.B. LISBOA, org.). Belém, MPEG, p. 117-128.
- COSTA, J.P.R. & MORAES, J.C. 2002. Médias mensais de variáveis metereológicas (1996-1999). *In* Caxiuanã (P.L.B. LISBOA, org.). MPEG, Belém, p. 225-232.

- DETTKE, G.A., ORFINI, A.C. & MILANEZE-GUTIERRE, M.A. 2008. Composição florística e distribuição de epífitas vasculares em um remanescente alterado de Floresta Estacional Semidecidual no Paraná, Brasil. *Rodriguésia* 59(4): 859-872.
- FLORES-PALACIOS, A. & GARCÍA-FRANCO, J. 2006. Habitat isolation changes the beta diversity of the vascular epiphyte community in lower montane Forest, Veracruz, Mexico. *Biodiversity and Conservation* 17: 191-207.
- FRAGA, L.L., SILVA, L.B. & SCHMITT, J.L. 2008. Composição e distribuição vertical de pteridófitas epifíticas sobre *Dicksonia sellowiana* Hook. (Dicksoniaceae), em floresta ombrófila mista no sul do Brasil. *Biota Neotropica* 8(4): 123-129.
- FREIBERG, M. 1996. Spatial distribution of vascular epiphytes on three emergent canopy trees in French Guiana. *Biotropica* 28(3): 345-355.
- GENTRY, A.H. & DODSON, C.H. 1987a. Contribution of non-trees to species richness of tropical rain forest. *Biotropica*, 19(2): 149-156.
- GENTRY, A.H. & DODSON, C.H. 1987b. Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 74:205-233.
- GIONGO, C. & WAECHTER, J.L. 2004. Composição florística e estrutura comunitária de epífitos vasculares em uma floresta de galeria na Depressão Central do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Botânica* 27(3): 563-572.
- GONÇALVES, C.N. & WAECHTER, J.L. 2003. Aspectos florísticos e ecológicos de epífitos vasculares sobre figueiras isoladas no norte da planície costeira do Rio Grande do Sul. *Acta Botanica Brasílica* 17(1): 89-100.
- GOTTSBERGER, G. & MORAWETZ, W. 1993. Development and distribution of the epiphytic flora in an Amazonian savanna in Brazil. *Flora* 1: 145-151.
- IBISCH, P.L., BOEGNER, A., NIEDER, J. & BARTHLOTT, H. 1996. How diverse are neotropical epiphytes? An analysis based on the "Catalogue of the flowering plants and gymnosperms of Peru". *Ecotropica* 2: 13-28.
- KERSTEN, R.A. & SILVA, S.M. 2002. Florística e estrutura do componente epifítico vascular em floresta ombrófila mista aluvial do rio Barigüi, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 25(3): 259-267.
- KERSTEN, R.A. & SILVA, S.M. 2006. The floristic compositions of vascular epiphytes of a seasonally inundated Forest on the coastal plain of Ilha do Mel Island, Brazil. *Revista Biología Tropical* 54(3): 935-942.
- KERSTEN, R.A., BORGIO, M. & SILVA, S.M. 2009. Diversity and distribution of vascular epiphytes in an insular Brazilian coastal forest. *Revista Biología Tropical* 57(3): 749-759.
- KREFT, H., KÖSTER, N., KÜPER, W., NIEDER, J. & BARTHLOTT, W. 2004. Diversity and biogeography of vascular epiphytes in Western Amazonia, Yasuní, Ecuador. *Journal of Biogeography* 31: 1463-1476.

- KRESS, J. W. 1986. The systematic distribution of vascular epiphytes: an update. *Selbyana* 9:2-22.
- KÜPER, W., KREFT, H., NIEDER, J., KÖRTER, N. & BARTHLOTT, W. 2004. Large-scale diversity patterns of vascular epiphytes in Neotropical montane rain forests. *Journal of Biogeography* 31: 1477-1487.
- LEIMBECK, R.M. & BALSLEV, H. 2001. Species richness and abundance of epiphytic Araceae on adjacent floodplain and upland forest in Amazonian Ecuador. *Biodiversity and Conservation* 10: 1579-1593.
- LISBOA, P.L., ALMEIDA, S.S. & SILVA, A.S.L. 1997. Florística e estrutura dos ambientes. *In* Caxiuanã (P.L.B. LISBOA, org.). MPEG, Belém, p. 163-193.
- LISBOA, P.L. & FERRAZ, M.G. 1999. Estação Científica Ferreira Penna: Ciência & Desenvolvimento Sustentável na Amazônia. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi.
- MAGURRAN, A. 2004. Measuring biological diversity. Blackwell Science, London.
- MAYO, S.J., BOGNER, J. & BOYCE, P.C. 1997. The genera of Araceae. Royal Botanic Gardens, Kew.
- MEHLTRETER, K., FLORES-PALACIOS, A. & GARCÍA-FRANCO, J.G. 2005. Host preferences of low-trunk vascular epiphytes in a cloud Forest of Veracruz, Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 21:651-660.
- MORAN, R.C., KLIMAS, S. & CARLSEN, M. 2003. Low-trunk epiphytic ferns on tree ferns versus angiosperms in Costa Rica. *Biotropica* 35(1): 48-56.
- MUÑOZ, A.A., CHACÓN, P., PÉREZ, F., BARNERT, E.S. & ARMESTO, J.J. 2003. Diversity and host tree preferences of vascular epiphytes and vines in a temperate rainforest in southern Chile. *Australian Journal of Botany* 51:381-391.
- NIEDER, J., ENGWALD, S., KLAUN, M. & BARTHLOTT, W. 2000. Spatial distribution of vascular epiphytes (including hemiepiphytes) in a lowland Amazonian rain forest (Surumoni Crane Plot) of Southern Venezuela. *Biotropica* 32(3): 385-396.
- NIEDER, J., PROSPERÍ, J. & MICHALOUD, G. 2001. Epiphytes and their contribution to canopy diversity. *Plant Ecology* 153(2): 51-63.
- OLIVEIRA, L.L., COSTA, R.F., SOUSA, F.A.S., COSTA, A.C.L. & BRAGA, A.P. Precipitação efetiva e interceptação em Caxiuanã, na Amazônia Oriental. *Acta Amazonica* 48(4): 723-732. 2008.
- PARRA, M.J., ACUÑA, K., CORCUERA, L.J & SALDAÑA, A. 2009. Vertical distribution of Hymenophyllaceae species among host tree microhabitats in a temperate rain Forest in Southern Chile. *Journal of Vegetation Science* 20:588-595.

- R Development Core Team. 2010. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Version 2.10.
- RIBEIRO, J.E.L.S., HOPKINS, M.J.G., VICENTINI, A., SOTHERS, C.A., COSTA, M.A.S., BRITO, J.M., SOUZA, M.A.D., MARTINS, L.H.P., LOHMANN, L.G., ASSUNÇÃO, P.A.C.L., PEREIRA, E.C., SILVA, C.F., MESQUITA, M.R., PROCÓPIO, L.C. 1999. Flora da Reserva Ducke: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia Central. INPA/DFID, Manaus, Brasil.
- RICHARDS, P.W. 1996. Ground herbs and dependent synusia. *In* The tropical rain forest: an ecological study. (P.W. Richards, R.P.D. Walsh, I.C. Baillie, P. Greig-Smith, eds.). Cambridge University Press. 2ª ed. p. 121-155.
- SCHUETTPELZ, E. & TRAPNELL, D.W. 2006. Exceptional epiphyte diversity on a single tree in Costa Rica. *Selbyana* 27(1): 65-71.
- SILVA, M R P. & ROSÁRIO, S.M. 2008. Licófitas e monilófitas (Pteridophyta) da Floresta Nacional de Caxiuanã, estado do Pará, Brasil: chave para as famílias e as espécies de Aspleniaceae e Blechnaceae. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Ciências Naturais* 3(2):151-163.
- SMITH, A.R., PRYER, K.M., SCHUETTPELZ, E., KORALL, P., SCHNEIDER, H. & WOLF, P.G. 2006. A classification for extant ferns. *Taxon* 55(3):705-731.
- SOKAL, R.R. & ROHLF, F.J. 1995. *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research*. 3ª edition. W. H. Freeman and Co., New York.
- STATSOFT, INC. 2005. STATISTICA (data analysis software system), version 7.1.
- STEYERMARK, J.S., BERRY, P.E. & HOLST, B.K. 1995. *Flora of the Venezuelan Guayana*. Portland, Timber Press, vls.2-4,7.
- TER STEEGE, H. & CORNELISSEN, J.H.C. 1989. Distribution and ecology of vascular epiphytes in lowland rain forest of Guyana. *Biotropica* 21(4): 331-339.
- TROPICOS 2010 Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. <http://www.tropicos.org> (último acesso em 10/01/2010).
- WAECHTER, J.L. 1998. Epifitismo vascular em uma floresta de restinga do Brasil Subtropical. *Revista Ciência e Natura* 20:43-66.
- WATKINS, J.E., CARDELÚS, C., COLWELL, R.K. & MORAN, R.C. 2006. Species richness and distribution of ferns along an elevational gradient in Costa Rica. *American Journal of Botany* 93(1): 73-83.
- WOLF, J.H.D. & FLAMENCO-S, A. 2003. Patterns in species richness and distribution of vascular epiphytes in Chiapas, Mexico. *Journal of Biogeography* 30: 1689-1707.
- World Checklist of Selected Plant Families. 2010. The Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew. <http://www.kew.org/wcsp/> (último acesso em 10/01/2010).

ZIMMERMAN, J.K. & OLMSTED, I.C. 1992. Host tree utilization by vascular epiphytes in a seasonally inundated forest (Tintal) in Mexico. *Biotropica* 24(3):402-407.

ZOTZ, G. & SCHULTZ, S. 2008. The vascular epiphytes of a lowland forest in Panama – species composition and spatial structure. *Plant Ecology* 195: 131-141.

ZOTZ, G. & VOLLRATH, B. 2003. The epiphyte vegetation of the palm *Socratea exorrhiza* – correlations with tree size, tree age and bryophyte cover. *Journal of Tropical Ecology* 19:81-90.

ZUQUIM, G., COSTA, F.R.C., PRADO, J. & TUOMISTO, H. 2008. Guia de samambaias e licófitas da REBIO Uatumã, Amazônia Central. Manaus, INPA

ANEXO II

Normas da Revista Brasileira de Botânica

ISSN 0100-8404 *versão impressa*

ISSN 1806-9959 *versão on-line*

Objetivo. A **Revista Brasileira de Botânica** é a publicação oficial da Sociedade Botânica de São Paulo - **SBSP**, cujo objetivo é publicar artigos originais de pesquisa científica em Botânica, em português, espanhol ou inglês.

Normas editoriais. Os manuscritos completos (incluindo figuras e tabelas), **em quatro cópias**, devem ser enviados ao **Editor Responsável** da **Revista Brasileira de Botânica** no **endereço abaixo**. A aceitação dos trabalhos depende da decisão do Corpo Editorial. Os artigos devem conter as informações estritamente necessárias para a sua compreensão.

Artigos que excedam 15 páginas impressas (cerca de 30 páginas digitadas, incluindo figuras e tabelas), poderão ser publicados, a critério do Corpo Editorial, **devendo o(s) autor(es) cobrir(em) o custo adicional de sua publicação**. Igualmente, **fotografias coloridas** poderão ser publicadas a critério do Corpo Editorial, **devendo o(s) autor(es) cobrir(em) os custos de publicação** das mesmas. As notas científicas deverão apresentar contribuição científica ou metodológica original e não poderão exceder 10 páginas digitadas, incluindo até 3 ilustrações (figuras ou tabelas).

Notas científicas seguirão as mesmas normas de publicação dos artigos completos. Serão fornecidas gratuitamente 20 separatas dos trabalhos nos quais pelo menos um dos autores seja sócio quite da SBSP. Para os demais casos, as separatas poderão ser solicitadas por ocasião da aceitação do trabalho e fornecidas mediante pagamento.

Instruções aos autores. Preparar todo o manuscrito com numeração seqüencial das páginas utilizando: Word for Windows versão 6.0 ou superior; papel A4, todas as margens com 2 cm; fonte Times New Roman, tamanho 12 e espaçamento duplo. Deixar apenas um espaço entre as palavras e não hifenizá-las. Usar tabulação (tecla Tab) apenas no início de parágrafos. Não usar negrito ou sublinhado. Usar itálico apenas para nomes científicos ou palavras e expressões em latim.

Formato do manuscrito

Primeira página - Título: conciso e informativo (em negrito e apenas com as iniciais maiúsculas); nome completo dos autores (em maiúsculas); filiação e endereço completo como nota de rodapé, indicando autor para correspondência e respectivo e-mail; título resumido. Auxílios, bolsas recebidas e números de processos, quando for o caso, devem ser referidos no item Agradecimentos.

Segunda página - ABSTRACT (incluir título do trabalho em inglês), RESUMO (incluir título do trabalho em português), Key words (até 5, em inglês). O Abstract e o Resumo devem conter no máximo 250 palavras.

Texto - Iniciar em nova página colocando seqüencialmente: Introdução, Material e métodos, Resultados/ Discussão, Agradecimentos e Referências bibliográficas.

Citar cada figura e tabela no texto em ordem numérica crescente. Colocar as citações bibliográficas de acordo com os exemplos: Smith (1960) / (Smith 1960); Smith (1960, 1973); Smith (1960a, b); Smith & Gomez (1979) / (Smith & Gomez 1979); Smith *et al.* (1990) / (Smith *et al.* 1990); (Smith 1989, Liu & Barros 1993, Araujo *et al.* 1996, Sanches 1997).

Em trabalhos taxonômicos, detalhar as citações de material botânico, incluindo ordenadamente: local e data de coleta, nome e número do coletor e sigla do herbário, conforme os modelos a seguir: BRASIL: Mato Grosso: Xavantina, s.d., H.S. Irwin s.n. (HB 3689). São Paulo: Amparo, 23/12/1942, J.R. Kuhlmann & E.R. Menezes 290 (SP); Matão, ao longo da BR 156, 8/6/1961, G. Eiten *et al.* 2215 (SP, US).

Citar referências a resultados não publicados ou trabalhos submetidos da seguinte forma: (S.E. Sanchez, dados não publicados).

Citar números e unidades da seguinte forma:

- Escrever números até nove por extenso, a menos que sejam seguidos de unidades ou indiquem numeração de figuras ou tabelas.
- Utilizar, para número decimal, vírgula nos artigos em português ou espanhol (10,5 m) ou ponto nos artigos escritos em inglês (10.5 m).
- Separar as unidades dos valores por um espaço (exceto para porcentagens, graus, minutos e segundos de coordenadas geográficas); utilizar abreviações sempre que possível.
- Utilizar, para unidades compostas, exponenciação e não barras (Ex.: mg.dia⁻¹ ao invés de mg/dia, Omol.min⁻¹ ao invés de Omol/min).

Não inserir espaços para mudar de linha, caso a unidade não caiba na mesma linha.

Não inserir figuras no arquivo do texto.

Referências bibliográficas - Indicar ao lado da referência, a lápis, a página onde a mesma foi citada. Adotar o formato apresentado nos seguintes exemplos:

ZAR, J.H. 1999. Biostatistical analysis. Prentice-Hall, New Jersey.

YEN, A.C. & OLMSTEAD, R.G. 2000. Phylogenetic analysis of *Carex* (Cyperaceae): generic and subgeneric relationships based on chloroplast DNA. *In* Monocots: Systematics and Evolution (K.L. Wilson & D.A. Morrison, eds.). CSIRO Publishing, Collingwood, p.602-609.

BENTHAM, G. 1862. Leguminosae. Dalbergiae. *In* Flora brasiliensis (C.F.P. Martius & A.G. Eichler, eds.). F. Fleischer, Lipsiae, v.15, pars 1, p.1-349.

DÖBEREINER, J. 1998. Função da fixação de nitrogênio em plantas não leguminosas e sua importância no ecossistema brasileiro. *In* Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros (S. Watanabe, coord.). ACIESP, São Paulo, v.3, p.1-6.

FARRAR, J.F., POLLOCK, C.J. & GALLAGHER, J.A. 2000. Sucrose and the integration of metabolism in vascular plants. *Plant Science* 154:1-11.

Citar dissertações ou teses **somente em caráter excepcional**, quando as informações nelas contidas forem imprescindíveis ao entendimento do trabalho e quando não estiverem publicadas na forma de artigos científicos. Nesse caso, utilizar o seguinte formato:

SANO, P.T. 1999. Revisão de *Actinocephalus* (Koern.) Sano - Eriocaulaceae. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Não citar resumos de congressos.

Tabelas. Usar os recursos de criação e formatação de tabela do Word for Windows. Evitar abreviações (exceto para unidades). Colocar cada tabela em página separada e o título na parte superior conforme exemplo:

Tabela 1. Produção de flavonóides totais e fenóis totais (% de peso seco) em folhas de *Pyrostegia venusta*.

Não inserir linhas verticais; usar linhas horizontais apenas para destacar o cabeçalho e para fechar a tabela. Em tabelas que ocupem mais de uma página, acrescentar na(s) página(s) seguinte(s) "(cont.)" no início da página, à esquerda.

Figuras. Submeter **um conjunto de figuras originais** em preto e branco e **três cópias** com alta resolução. Enviar ilustrações (pranchas com fotos ou desenhos, gráficos mapas, esquemas) no **tamanho máximo de 15 x 21 cm**, incluindo-se o espaço necessário para a legenda. Não serão aceitas figuras que ultrapassem o tamanho estabelecido ou que apresentem qualidade gráfica ruim. Figuras digitalizadas podem ser enviadas, desde que possuam nitidez e que sejam impressas em papel fotográfico ou "glossy paper". Gráficos ou outras figuras que possam ser publicados em uma única coluna (7,2 cm) serão reduzidos; atentar, portanto, para o tamanho de números ou letras, para que continuem visíveis após a redução. Tipo e tamanho da fonte, tanto na legenda quanto no gráfico, deverão ser os mesmos utilizados no texto. Gráficos e figuras confeccionados em planilhas eletrônicas **devem vir acompanhados do arquivo com a planilha original**.

Colocar cada figura em página separada e o conjunto de legendas das figuras, seqüencialmente, em outra(s) página(s). Utilizar escala de barras para indicar tamanho. A escala, sempre que possível, deve vir à esquerda da figura; o canto inferior direito deve ser reservado para o número da(s) figura(s).

Detalhes para a elaboração do manuscrito são encontrados nas últimas páginas de cada fascículo. Sempre que houver dúvida consulte o fascículo mais recente da Revista. O trabalho somente receberá data definitiva de aceitação após aprovação pelo Corpo Editorial, tanto quanto ao mérito científico como quanto ao formato gráfico. A versão final do trabalho, aceita para publicação, deverá ser enviada em uma via impressa e em disquete, devidamente identificados.

4.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O intuito desta dissertação foi contribuir com o aumento do conhecimento das plantas herbáceas na Amazônia Oriental através do estudo de sua composição e estrutura na Floresta Nacional de Caxiuanã, norte do estado do Pará. Apenas as plantas terrestres e epífitas de fuste baixo (até 8 m de altura) foram investigadas. No total foram encontradas 69 espécies, das quais 32 são terrestres e 37 epifíticas. Das 23 famílias botânicas encontradas, três ocorreram tanto como terrestres quanto como epífitas (Araceae, Hymenophyllaceae e Pteridaceae).

Entre as terrestres, Marantaceae foi a família mais representativa e apresentou a espécie (*Calathea aberrans*) com maior abundância que totalizou quase um terço de todos os indivíduos. Entre as epífitas *Polytaenium guayanense* com pouco mais de um quinto dos indivíduos foi a espécie mais abundante e a família a qual ela pertence (Pteridaceae) foi a mais representativa.

Entre as espécies terrestres analisadas (20 no total), a maioria ocorreu em quase todas as transecções e não apresentaram associação com a fertilidade do solo, exceto *Selaginella conduplicata*, *Ischnosiphon martianus* e *Ischnosiphon gracilis* que apresentaram maior abundância relativa em locais com menor fertilidade e *Adiantum cajennense* em locais com maior fertilidade. No gradiente de topografia, as espécies também não apresentaram padrão de associação, exceto *Ischnosiphon martianus*, *Ischnosiphon gracile* e *Calathea aberrans* que apresentaram tendência de associação com altitudes menos elevadas.

Na escala espacial avaliada (25 km²), não houve correlação da variação do número de espécies por transecção com a topografia ou com a fertilidade do solo, enquanto que a abundância das espécies foi menor tanto em locais mais férteis quanto em locais mais elevados. Estudos incluindo mais variáveis ambientais e escalas maiores são necessários para melhor compreender a distribuição das espécies herbáceas.

A maioria das espécies e dos indivíduos epifíticos de fuste baixo concentrou-se nos dois metros inferiores dos hospedeiros e a maioria das espécies ocorreu independentemente do tamanho, em termos de DAP, dos forófitos arbóreos. Outros fatores podem estar influenciando o número de indivíduos e de espécies por forófito, indicando a necessidade de mais investigações.

Trabalhos como este são essenciais para que a biodiversidade seja conhecida e eventualmente, nos casos apropriados, utilizada para o bem da sociedade. Este trabalho contribui com conhecimento sobre a vegetação amazônica, incluindo relações da composição,

riqueza e diversidade de espécies com variações de fatores ambientais como topografia e fertilidade do solo, em escala local. Estas informações são críticas para o desenvolvimento de estratégias de conservação, particularmente o planejamento do uso da Floresta Nacional de Caxiuanã que se tornou nos últimos anos importante local de estudos sobre a biodiversidade amazônica com a implantação de programas de pesquisa como o PPBIO.