

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM
Programa Integrado de Pós-Graduação em Diversidade Biológica- PPG-DB

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE EPÍFITAS VASCULARES NA AMAZÔNIA
CENTRAL**

JEFFERSON JOSÉ VALSKO DA SILVA

Manaus, Amazonas
Fevereiro, 2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM
Programa Integrado de Pós-Graduação em Diversidade Biológica- PPG-DB

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE EPÍFITAS VASCULARES NA AMAZÔNIA
CENTRAL**

JEFFERSON JOSÉ VALSKO DA SILVA

ORIENTADORA: VERIDIANA VIZONI SCUDELLER

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Diversidade Biológica pela Universidade Federal do Amazonas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre diversidade biológica.

Manaus, Amazonas

Ficha Catalográfica

(Catalogação realizada pela Biblioteca Central da Ufam)

Silva, Jefferson José Valsko da

S586d

Distribuição espacial de epífitas vasculares na Amazônia Central / Jefferson José Valsko da Silva. - Manaus: UFAM, 2012.

67 f.; il. color.

Dissertação (Mestrado em Diversidade Biológica) — Universidade Federal do Amazonas, 2012.

Orientadora: Veridiana Vizoni Scudeller

1. Epífitas vasculares 2. Orquídeas 3. Floresta ombrófila I. Scudeller, Veridiana Vizoni (Orient.) II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

CDU 582.594(811.3)(043.3)

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa cedida, a qual ajudou no desenvolvimento desse trabalho.

Ao Projeto PNAD/CAPES 518/2010, pelo financiamento dos custos de campo na RDS do Tupé.

À Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica, os quais eu cito os integrantes: Doutor Jaydione, Prof. Ivone e o secretário Igo, que com seus esforços o curso vem ganhando destaque na Amazônia.

Agradeço a minha orientadora Doutora Veridiana Vizoni Scudeller, primeiramente, pela amizade e paciência na orientação desse trabalho, pela confiança em me aceitar como orientado. E a sua família, Nelson, Luisa e Pedro.

A turma do laboratório de botânica, Cristiano, Raydson, Rafael, Genise, Luisa e Marcos, pela troca de informações e pela grande amizade que foi criada nesses anos.

A Pedro Ivo Soares Braga, em memória, pelos ensinamentos sobre as orquídeas na Amazônia.

Ao senhor Jaumir, morador da RDS do Tupé, por nos navegar até as trilhas de trabalho e com a preocupação de nossa segurança no local.

Aos amigos Webber e Marcos por serem meus “Bons Amigos”.

Agradeço ao grande amigo Paulo Rubim, pelas pescarias na Amazônia (e que ainda virão muitas), pelo companheirismo nos campos das helicônias e pelas experiências de “uca-uca”, onde nesse contexto entra nosso amigo Osmaildo (Bakuzinho), das altas pescarias de traíras no igarapé Grande da Dimona, por sempre nos proporcionar a “galisteu” e, ainda, pelas conversas, nas quais aprendi muito sobre a floresta.

A minha mãe Lúcia de Fátima que sem ela eu não teria chegado até aqui, por tudo que ela fez por mim e para meus irmãos, sempre nos amando, sendo ela uma guerreira que nos ensinou a vida.

Ao meu pai Roberto Santos que sempre me apoiou nas escolhas, me levando para os lugares em que eu gostava, para o “meio do mato”. As nossas conversas de homem e ao grande amor que eu tenho por ele.

Ao meu irmão Bruno o qual sempre esteve presente em minha vida, sempre me ajudando, apresentando a Monik, sua companheira que se tornou minha amiga e que me fez virar tio, trazendo o Júlio Cesar para esse mundo, podendo ele virar biólogo um dia.

A minha irmã Giovanna Carla, que conseguia me tirar do sério, mas que eu a amo profundamente.

Meu irmãozinho Pedro Augusto, que morando distante fica a saudade, mas que quando estou em minha cidade natal ele é meu companheirinho de todas as horas.

Ao grande amigo Amauri Krahl, pelas nossas conversas sobre Orchidaceae, pelas ideias de conquistar o mundo dessas plantas e pela ajuda nos trabalhos.

A minha companheira Ana Sofia, que me ajuda em todos os momentos, pela grande pessoa que essa mulher é para mim, pelo seu grande conhecimento na botânica, me fazendo conhecer outras famílias botânicas. A nossa vontade de juntos, conhecermos a Amazônia e ao grande amor que eu tenho por ela.

A Amazônia, por me mostrar que na vida existem muito mais coisas do que imaginei.

A todos os amigos que passaram pela minha vida e compartilharam momentos inesquecíveis nessa jornada.

E por fim a Deus, pela saúde, pelo dom da vida, pela força de viver, pela minha família, por colocar todas essas pessoas em minha vida e por mais uma etapa realizada.

EPÍGRAFE

“Aquele que já não consegue sentir espanto nem surpresa está, por assim dizer, morto; os seus olhos estão apagados”

Albert Einstein

RESUMO GERAL

O presente estudo teve como objetivo caracterizar a distribuição espacial (horizontal e vertical) de epífitas vasculares ao longo duas cotas altitudinais de 57 e 67 metros de altitude ao nível do mar de uma vertente na Floresta Ombrófila Densa na Amazônia Central, situada Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé na zona rural no município de Manaus, à margem esquerda do rio Negro, aproximadamente 25km em linha reta do centro da cidade, a uma altitude média 20m acima do nível do mar. Para a amostragem da área foi utilizado o método de ponto-quadrante, abrangendo 1,076 ha. O componente epifítico foi quantificado em 32 forófitos com (DAP \geq 30 cm) com presença de epífitas. Foi classificada como CoA (cota alta com altitude de 67 m) e CoB (cota baixa com altitude de 57m). No estudo da distribuição horizontal as epífitas foram classificadas de acordo com sua característica de fixação ao substrato (hemiepífitas e holoepífitas), também foi analisada seu tipo de dispersão (zoocórica ou anemocórica). Para o estudo da distribuição vertical, os forófitos foram divididos em quatro zonas de estratificação vertical. Para o levantamento das epífitas foi utilizado o método de escalada com o auxílio de equipamento de rapel. O agrupamento vegetativo de uma espécie de epífita foi determinado como 1 indivíduo . Todo o material fertil coletado foi herborizado e depositado no Herbário da Universidade Federal do Amazonas (HUAM). Para verificar se havia diferença da composição de epífitas entre as cotas altimétricas (distribuição horizontal) foi utilizado análises de agrupamento PCA, Two-way Cluster Analysis e Twinspan no programa PCORD 6. Já para a análise de distribuição vertical foi utilizada análise de similaridade (Cluster Analysis) e Análise de Correspondência Retificada ou DCA (Detrended Correspondence Analysis), também pelo PCORD 6. No levantamento total, foram encontradas 36 espécies de epífitas em 9 famílias. Orchidaceae e Araceae foram as que apresentaram maior riqueza, sendo que *Codonanthe crassifolia* (Gesneriaceae) foi a espécie que obteve maior número de indivíduos. Nesse estudo foi encontrado uma maior porcentagem de epífitas com o hábito holoepifítico (67%) e com dispersão de sementes do tipo anemocórica (53%) Os resultados das análises multivariadas mostram uma distinção das duas cotas altimétricas, dividindo-a em cota alta (CoA) e cota baixa (CoB). A riqueza de epífitas das cotas altimétricas foi de ($H' = 2,87017$) para a CoB e ($H' = 2,11417$) para a CoA. Houve um maior porcentagem de espécies anemocóricas (59%) na CoB e um maior maior porcentagem de espécies zoocóricas (66%) na CoA, confirmando que existe diferença na composição de epífitas em diferentes cotas altimétricas na Amazônia Central.

Entretanto na distribuição vertical a zona 3 foi a mais abundante em número de indivíduos e, posteriormente, a ela foi a zona 2, porém com um maior índice de ($H'=2,83164$). Apesar da porcentagem de explicação das análises de similaridade e DCA de ambas as cotas serem baixas, indicou que a CoA apresenta-se uma distribuição vertical mais significativa, podendo estar relacionada com a alta umidade e luminosidade nesse ambiente. Já para a CoB, a análise de similaridade indicou formação de gradiente para a distribuição vertical. Isso pode ter ocorrido pelo fato da pouca entrada de luz nesse ambiente e a alta umidade que parece estar agindo de forma semelhante nas quatro zonas de estratificação, podendo alguns indivíduos estabelecerem em alturas diferentes da sua preferência. Apesar disso, observou-se que as zonas 1 e 2 apresentavam semelhanças, ocorrendo o mesmo para as zonas 3 e 4. Contudo o estudo da distribuição espacial das epífitas na Amazônia Central pode estar relacionado com os fatores abióticos umidade e luminosidade que foi percebido em cada ambiente.

Palavras-chave: ombrófila densa, vertente, forófito, estratificação, horizontal e vertical

GENERAL ABSTRACT

The present study aimed to characterize the spatial distribution (horizontal and vertical) vascular epiphytes along two altitudes of 57 and 67 meters above sea level in a tropical rain forest slope in Central Amazonia, located Sustainable Development Reserve Tupé in the rural area in the city of Manaus, on the left bank of the Rio Negro, about 25km in a straight line from the city center, at an average altitude of 20m above sea level. For the sampling the area was used the method of point-quadrant, covering 1.076 ha. The epiphyte component was quantified in 32 phorophytes with ($DAP \geq 30$ cm) with epiphytes. Was classified as CoA (quota with high altitude 67m) and CoB (quota with low altitude of 57m). In the study of horizontal distribution the epiphytes were classified according to their characteristic of attachment to the substrate (hemiepiphytes and holoepiphytes) and was also analyzed its dispersion type (zoochoric or anemocoric). To study the vertical distribution, the phorophytes were divided into four zones of vertical stratification. To survey the epiphytes was used the method of climbing with the aid of rappelling material. The vegetative grouping of a species of epiphyte was determined as an individual. All material collected was herborized and deposited in the herbarium of the Universidade Federal do Amazonas (HUAM). To check whether there were differences in the composition of epiphytes

between altitudes (horizontal distribution) was used a cluster analysis PCA, Two-way cluster analysis and Twinspan in the program PCORD 6. For the analysis of vertical distribution was used similarity analysis (Cluster Analysis) and detrended correspondence analysis or DCA (Detrended Correspondence Analysis), also by PCORD 6. In the survey total, 36 species of epiphytes found in 9 families. Orchidaceae and Araceae showed the greatest wealth, and *Codonanthe crassifolia* (Gesneriaceae) was the species with highest number of individuals. This study found a higher percentage of epiphytic with habit holoepipítico (67%) and with type seed dispersal anemocoric (53%). The results of multivariate analyzes show a distinction between the two altitudes, dividing it into high elevation (CoA) and low elevation (CoB). The richness of epiphytes in the altitudes was ($H' = 2.87017$) for CoB and ($H' = 2.11417$) for the CoA. There was a higher percentage of wind dispersed species (59%) in CoB and greater of animal dispersed species (66%) in the CoA, confirming that there are differences in the composition of epiphytes at different altitudes in the Central Amazon. However the vertical distribution in the zone 3 was the most abundant in number of individuals, and later it was zone 2, but with a higher index ($H' = 2.83164$). Although the percentage of explanation of the analysis of similarity and DCA both quotas are low, indicated that the CoA has a vertical distribution is more significant, possibly due to the high humidity and light in this environment. For the CoB, the similarity analysis indicated the formation of gradient to the vertical distribution. This may have occurred because of low light input in this environment and high humidity that seems to be acting similarly in the four areas of stratification and can establish some individuals at different times of your choice. Nevertheless, it was observed that Zones 1 and 2 were similar, the same occurs for zones 3 and 4. However the study of the spatial distribution of epiphytes in Central Amazonia may be related to abiotic factors as moisture and light that each environment and microhabitat features.

SUMÁRIO

Introdução Geral	1
Referências	2
Capítulo 1. Epífitas vasculares em uma floresta ombrófila densa na Amazônia	
Central-AM	10
Resumo	10
Abstract	11
Introdução	12
Material e Métodos	14
Área de estudo	14
Procedimento amostral	15
Análise de dados	16
Resultados	17
Discussão	27
Conclusão	31
Referências	32
Capítulo 2. Distribuição vertical de epífitas vasculares na Amazônia Central.	40
Resumo	40
Abstract	41
Introdução	42
Material e Métodos	43
Área de estudo	43
Procedimento amostral	45
Análise de dados	47
Resultados	48

Discussão	55
Conclusão	58
Referências	59

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

- Figura 1:** Localização da área de trabalho na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé. Imagem de satélite destacando a região do baixo Rio Negro..... 15
- Figura 2.** Riqueza e abundância das famílias de epífitas vasculares na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé nas duas cotas altimétricas em uma vertente de floresta ombrófila densa. 18
- Figura 3.** Porcentagem da categoria ecológica (Epífita e Hemiepífita) em uma vertente de uma floresta ombrófila densa na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé-AM.
..... 20
- Figura 4.** Porcentagem da categoria ecológica (epífita e hemiepífita) em CoA e CoB de uma vertente de uma floresta ombrófila densa na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé-AM. 20
- Figura 5.** Porcentagem do tipo de dispersão (anemocórica e zoocórica) em vertente de uma floresta ombrófila densa na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé-AM.
..... 21
- Figura 6.** Porcentagem do tipo de dispersão em CoA e CoB em vertente de uma floresta ombrófila densa na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé-AM.
..... 21
- Figura 7.** Número de espécies mais abundantes na área amostrada. Espécies com número abaixo de 15 indivíduos não foram representadas. 22
- Figura 8.** Curva de análise de esforço amostral em floresta ombrófila densa na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé-AM. 23

Figura 9. Análise de componentes principais com os agrupamentos circundados.	24
Figura 10. Análise Two-way, mostrando dendrograma das epífitas na parte superior, cluster de forófitos na lateral esquerda e uma matriz quadriculada com a presença das epífitas nos forófitos.	26
Figura 11. Dendrograma baseado nos resultados da análise dupla de espécies indicadoras (TWINSPAN).	27

Capítulo 2

Figura 1: Localização da área de trabalho na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé.	44
Figura 2. Zonas de estratificação vertical no forófito.	46
Figura 3. Riqueza e abundância das famílias de epífitas vasculares na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé.	48
Figura 4. Número de indivíduos por zonas de estratificação vertical nos forófitos de uma vertente.	49
Figura 5. Gráfico de radar da distribuição vertical indicando a abundância das epífitas vasculares nas 4 zonas de estratificação.	50
Figura 6. Análise de similaridade (Cluster Analysis) dos forófitos da CoA com suas respectivas zonas de estratificação vertical na Amazônia Central.	52
Figura 7. Análise de similaridade (Cluster Analysis) dos forófitos na CoB com suas respectivas zonas de estratificação vertical na Amazônia Central.	53
Figura 8. Análise de DCA da estratificação vertical de epífitas nos forófitos da CoA na Amazônia Central.	54

Figura 9. Análise de DCA da estratificação vertical de epífitas nos forófitos da CoB na Amazônia Central. Em vermelho zonas 1 e 2 e verdes zonas 3 e 4. 55

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

Tabela 1. Famílias e espécies de epífitas vasculares registradas nas duas cotas altimétricas na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé com a classificação de sua respectiva categoria ecológica e tipo de dispersão. 18

Tabela 2. Valores de significância dos primeiros eixos da análise de componentes principais PCA. 25

Capítulo 2

Tabela 1. Índice de Riqueza de Espécies de Shannon- Wiener (H') das 4 zonas de estratificação vertical. 49

Tabela 2. Distribuição vertical de epífitas na Amazônia Central.....51

Tabela 3. Auto-valores das análise de DCA da distribuição vertical nas duas cotas altimétricas 56

Anexo. 65

Introdução Geral

São conhecidas cerca de 262.000 espécies de plantas vasculares em todo o planeta (LEWINSOHN 2006), sendo que cerca de 10% destes vegetais apresentam uma forma de vida característica designada epifitismo (KRESS 1986, BENZING 1990, GIONGO & WAECHTER 2004). Epífitas são plantas que em algum estágio de seu desenvolvimento utilizam de suporte, mas não diretamente de nutrientes, das plantas em que estão fixadas (MADISON 1977). A sobrevivência sobre outros vegetais e ocupação do dossel da floresta pelas epífitas só foi possível através do desenvolvimento de adaptações para obtenção de umidade e nutrientes neste ambiente (BENZING 1990). Estas adaptações envolvem aspectos morfológicos, fisiológicos, anatômicos e ecológicos que possibilitam as epífitas, por exemplo, suportar a baixa disponibilidade de água e nutrientes, além de condições extremas de luminosidade, características de ambientes de dossel (BENZING 1990). Apesar de serem elemento característico das florestas tropicais úmidas, várias espécies ocorrem em ambientes mais inóspitos como manguezais, florestas decíduas, em ambientes semiáridos (IBISCH *et al.* 1996, MONTAÑA *et al.* 1997, OLMSTED & JUÁREZ 1996). E nas campinas amazônicas (BRAGA, 1982).

Dentre os mecanismos morfológicos e anatômicos, podemos destacar as modificações ocorridas em diferentes órgãos das epífitas, com o objetivo de evitar a perda excessiva e uma melhor absorção de água. Espécies de Orchidaceae, por exemplo, possuem as raízes aéreas recobertas por uma camada de células mortas com textura de papel ou esponja chamada velame, que absorve água e nutrientes minerais (WENT 1940), além de proteger e prevenir a perda excessiva de água pelo córtex (JOHANSSON 1974). As orquídeas também possuem um sistema radicular complexo, assim como encontrado em aráceas, gesneriáceas e pteridófitas, muitas vezes mais extensas que o corpo das próprias plantas (RIBEIRO 2009 *apud* SCHIMPER 1888). Isto permite uma ampla ocupação do substrato, penetrando fendas e cavidades, além do armazenamento de água nestes órgãos (JOHANSSON 1974). A presença de tecidos aquíferos em Gesneriaceae; folhas suculentas ou coriáceas, em Araceae e Gesneriaceae; caules suculentos de Cactaceae; e células especializadas, tais como tricomas epidérmicos e escamas de absorção em Bromeliaceae, também constituem mecanismos que maximizam a eficiência na assimilação de água (RIBEIRO 2009 *apud* SCHIMPER 1888). Frente às condições ambientais encontradas no dossel, podem ser observadas, basicamente, duas vias fotossintéticas mais viáveis para o sucesso destas espécies vegetais na ocupação do dossel, a via metabolismo ácido das crassuláceas (CAM) e a via C3

(BENZING 1990). A maioria das epífitas possui a via fotossintética CAM (LÜTTGE 2004), o que permite uma melhor absorção de CO² com menor perda de água. As espécies C3 são comuns em ambientes úmidos, frequentemente frescos e sombreados por folhagem e nevoeiros recorrentes (BENZING 1990), características ambientais importantes para o desenvolvimento das epífitas. Espécies epifíticas com via fotossintética C4 ainda não foram registradas (ZOTZ & HIETZ 2001). Além disso, há a maximização da fotossíntese através de órgãos que não as folhas, constituindo uma importante estratégia morfofisiológica para as epífitas. O caule espesso de algumas espécies de Cactaceae, principalmente os gêneros *Rhipsalis* e *Hatiora*, o rizoma de orquídeas e aráceas e o pseudobulbo de Orchidaceae, são alguns exemplos de estruturas fotossintetizantes que contribuem para balanço de carbono e permite o crescimento em locais sombreados (BENZING 1990). Em alguns casos, os órgãos reprodutivos também são fotossintetizantes. Adornos verdes em sementes permitem a reposição de carbono ao longo do seu crescimento; flores e inflorescências verdes expostas por longo tempo acumulam carbono para o desenvolvimento posterior dos frutos (BENZING 1990). Além de adaptações fisiológicas, anatômicas e morfológicas desenvolvidas por estas plantas, estratégias ecológicas também são observadas, possibilitando um maior sucesso na ocupação do ambiente epidêndrico, dentre elas pode-se destacar estratégias de dispersão (DIAS 2009). Podemos destacar três principais tipos de propágulos, que promovem a eficácia deste processo: propágulos minúsculos que se dispersam pelo vento, como os esporos encontrados nas pteridófitas; frutos indeiscentes dispersos por aves, na sua maioria com sementes pequenas e numerosas e o desenvolvimento de sementes aladas ou com plumas, como na subfamília Tillandsioideae (Bromeliaceae) e famílias Gesneriaceae e Rubiaceae (GENTRY & DODSON 1987).

Apesar das epífitas não serem parasitas, já foram consideradas “piratas de nutrientes” (BENZING & SHEEMAN 1978) e “ervas daninhas” (CLAVER *et al.* 1983) porque, em alguns casos, prejudicam os forófitos que as suportam (competição por luz e aumento do peso nos galhos). Ruinen (1953) relatou evidências de que epífitas, especialmente orquídeas, poderiam ser prejudiciais às suas árvores-suporte em uma condição denominada “epifitose”. Evidências incluíam correlação negativa entre saúde da árvore e abundância de epífitas, evidências histológicas de que fungos similares invadem ramos dos forófitos e raízes das epífitas e continuidade da hifa entre raízes de orquídeas e os ramos suporte. Johansson (1977) observou também que alguns forófitos que apresentavam rica flora epifítica “davam a impressão de sofrer

de epifitose” sem, no entanto, estabelecer nenhuma relação formal. Essa estratégia denominada de epifitismo é um mecanismo de especiação ligado a ocupação de nichos ecológicos (BENZING 1987), que proporciona benefícios para a planta, como melhores condições de luminosidade e substrato relativamente livre de competição o que causou um acréscimo expressivo da diversidade nas florestas tropicais (WAECHTER 1986). Obtendo grande importância na ciclagem de nutrientes nas florestas tropicais, sendo que, em algumas florestas, o húmus epifítico pode chegar a algumas toneladas por hectare, e assim, forma-se um novo biótopo acima do nível do solo, abrigando flora e fauna especiais (WALTER 1986; CABALLERO-RUEDA *et al.* 1997). Embora não ultrapassem 2% da matéria seca das florestas sua biomassa fotossintetizante, e a própria fotossíntese, podem igualar se não ultrapassar, a dos próprios forófitos (NADKARNI 1984), sendo que a serrapilheira proveniente de epífitas possui maior concentração de nutrientes que a de arbóreas (NADKARNI 1992).

Epífitas necessitam de pouco espaço físico para desenvolverem alta diversidade (KERSTEN 2010). Nieder (2001) indicou a presença de 109 espécies em 20 m² de galhos e 67 espécies de herbáceas em 100 m² de solo. E na Guiana Francesa, foi calculado 65 espécies de epífitas em 36 m² de galhos de uma árvore no dossel da floresta (FREIBERG 1996). Essa aglomeração de epífitas aumenta a diversidade genética e promovem o remanejamento dos recursos nos galhos das árvores (KERSTEN 2010).

As relações ecológicas dos epífitos vasculares com a fauna são evidentes, e muitas vezes obrigatórias, como "jardins de formigas" onde as espécies de epífitos que vegetam sobre ninhos aéreos de formigas do gênero *Azteca* (DESEJAN *et al.* 1995, CATLING, 1997) ou espécies de Araceae e Bromeliaceae mimercóricas (VAN DER PIJL 1972). As plantas mimercófilas, por sua vez, recebem nutrientes dos excrementos e dejetos depositados pelas formigas, diminuindo sua dependência de nutrientes atmosféricos em troca do abrigo fornecido. Algumas vezes os mecanismos mutualísticos podem ser mais complicados, sendo as plantas protegidas de herbívoros e competidores e ao mesmo tempo alimentando e abrigando formigas (JANZEN 1974, RICKSON 1979). A densidade e a variação de insetos da serapilheira epifítica pode ser maior que a serapilheira do solo como registrado por Floater (1995). Diversos organismos usam as cisternas das bromélias: algas unicelulares, algas filamentosas e outros protistas, invertebrados e vertebrado (REITZ 1983; OLIVEIRA *et al.*, 1994). Diversas espécies também são polinizadas e fornecem alimento para aves, insetos e mamíferos (VIEIRA & IZAR 1999, VARASSIN &

SAZIMA 2000). Primatas (*Cebus apella*) já foram observados alimentando-se de pseudobulbos de orquídeas e do primórdio foliar de bromélias em época de pouca chuva na Amazônia Central (observação pessoal). Desta forma a importância deste grupo para a fauna excede o que seria esperado apenas pelo volume ou pelo número de indivíduos (KERSTEN 2010). Epífitas vasculares podem ser utilizadas como indicadores do estado de conservação de ecossistemas, pois dependem do substrato, da umidade e da sombra fornecidos pelas espécies arbóreas das comunidades que ocupam (TRIANA-MORENO *et al.* 2003). Wolf (2005), avaliando a flora epífita de áreas com diferentes níveis de perturbação, concluiu que o distúrbio nas florestas tem efeito negativo sobre a biomassa epifítica e em sua diversidade alfa, assim como na flora epifítica das árvores remanescentes.

As epífitas possuem uma ampla e distribuição geográfica (pantropical) e são bem representadas nesses ambientes (BENZING 1990). Existem cerca de 43 famílias com epífitas nos Paleotrópicos, 42 nos Neotrópicos, alguns representantes na Australásia e somente 15 famílias de epífitas na África e em Madagascar (GENTRY & DODSON 1987). Este grupo de organismos é encontrado em praticamente todas as florestas tropicais úmidas, ocorrendo em menor abundância e riqueza nas florestas temperadas ou sendo praticamente inexistente em ambientes com temperaturas muito baixas (BENZING 1990). Em termos de diversidade, as epífitas são mais representativas nas Florestas Neotropicais (BENZING 1990). Famílias como Bromeliaceae, Cactaceae e Gesneriaceae formam uma parte importante da flora epifítica nos neotrópicos, enquanto na África somente uma cactácea e uma Bromeliaceae epifíticas são encontradas (JOHANSSON 1989). Consideradas as formações florestais brasileiras em que foram realizados estudos sobre epífitas vasculares, cerca de 69% ocorrem em zonas ecotonais, 60,6% na Floresta Ombrófila Densa, 42,4% nas Formações Edáficas de Primeira Ocupação, 25,5% nas Florestas Estacionais e 22,5% na Floresta Ombrófila Mista (KERSTEN 2010). Há uma tendência ecológica geral, de ocorrência de maior número de espécies nas zonas tropicais e diminuição da riqueza em direção aos pólos (SMITH 1962). Da mesma forma, a abundância e a riqueza da flora de epífitas decrescem rapidamente após 30° de latitude sul, limite de influência das massas tropicais (WAECHTER 1998b) até que, no Chile praticamente não são mais observadas espécies epífitas vasculares (MARTICORENA & QUESADA 1985, HAUENSTEIN *et al.* 2002).

Sendo assim, o presente estudo se propôs a conhecer a diversidade de epífitas vasculares em uma Floresta Ombrófila Densa de vertente no baixo rio Negro. Para isso foram testadas a

influência do gradiente altitudinal na composição e estrutura das epífitas (capítulo 1) e se existe preferência de micro-habitat no forófito (capítulo 2).

Referências

BENZING, D.H. 1987. Vascular Epiphytism: Taxonomic Participation and Adaptive Diversity. **Annals of the Missouri Botanical Garden** **74**: 183 – 204.

BENZING, D.H. **Vascular epiphytes**. Cambridge University Press, Cambridge. 1990. 354p.

BENZING, D.H. & SHEEMANN, J. 1978. Nutritional piracy and host decline: a new perspective on the epiphyte-host relationship. **Selbyana** **2**: 133 – 148.

BRAGA, P.I.S. 1982. **Aspectos biológicos das Orchidaceae de uma Campina da Amazônia Central. II Fitogeografia das campinas da Amazônia Brasileira Manaus-Amazonas**. Tese em Botânica INPA e UFAM. 305p.

CABALLERO-RUEDA, L.M., NELLY, R. & MARTÍN, C. 1997. Dinámica de elementos en epífitos de um bosque altoandino de la Cordillera Oriental de Colombia. **Caldasia** **19** (1-2): 311 – 322.

CATLING, P.M. 1997. Influence of aerial *Azteca* nest on the epiphyte community of some Belizean orange orchards. **Biotropica** **29**(2): 237 – 242.

CLAVER, F.K., ALANIS, J.R. & CALDIS, D.O. 1983. *Tillandsia* spp.: epiphytic weeds of trees and brushes. **Forest Ecological Management** **6**: 367 – 372.

DEJEAN, A., OLMSTED, I. & SNELLING, R.R. 1995. Tree-epiphyte-ant relationships in the low inundated forest of Sian Ka'an Biosphere Reserve, Quintana Roo, Mexico. **Biotropica** **27** (1):57 – 70.

FLOATER, G.J. 1995. Effect of epiphytes on the abundance and species richness of litter-dwelling insects in a Seychelles cloud forest. **Tropical Ecology** **36** (2): 203 – 212.

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. 1987. Contribution of non trees to species richness of a tropical rain forest. **Biotropica** 19: 149 – 156.

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.

HAUENSTEIN, E; GONZALES, M; PEÑA-CORTÉS, F. & MUÑOZ-PEDREROS, A. 2002. Clasificación y caracterización de la flora y vegetación de los Humedales de la costa de Tolten (IX Región, Chile). **Gayana Botánica** 59: 13 – 23.

IBISCH, P.L; BOEGNER, A; NIEDER, J. & BARTHLOTT, W. 1996. How diverse are neotropical epiphytes? An analysis based on the “Catalogue of the flowering plants and Gymnosperms of Peru”. **Ecotropica** 2: 13 – 28.

JANZEN, D.H. 1974. Epiphyte myrmecophyte in Sarawak: Mutualism through the feeding of plant by ants. **Biotropica** 6: 237-259.

JOHANSSON, D. 1974. Ecology of vascular epiphytes in West African rain forest. **Acta Phytogeographica Suecica** 59:1 – 129.

JOHANSSON, D. 1977. Epiphytic orchids as parasites of their host trees. **American Orchid Society Bulletin** 46: 703 – 707.

KERSTEN, R.A. & SILVA, S.M. 2005. Florística e estrutura de comunidades de epífitas vasculares da planície litorânea. *In*: M.C.M. Marques & R.M. Britez (orgs.). **História natural e conservação da Ilha do Mel**. Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

LEWINSOHN, T.M. 2006. **Avaliação do estado do conhecimento da biodiversidade brasileira**. Volume II. Ministério do Meio Ambiente/ Brasília.

LÜTTGE, U. 2004. Ecophysiology of Crassulacean Acid Metabolism (CAM). **Annals of Botany** **93**: 629 – 652.

MADISON, M. 1977. Vascular Epiphytes: Their Systematic Ocorrence and Salient Features. **Selbyana** **2**: 1–13.

MARTICORENA, C. & QUESADA, M. 1995. Catálogo de la flora vascular de Chile. **Gayana Botanica** **42**: 5 – 157.

MONTAÑA, C; DIRZO, R. & FLORES, A. 1997. Structural parasitism of an epiphytic bromeliad upon *Cercidium praecox* in an intertropical semiarid ecosystem. **Biotropica** **29**: 517 – 521.

NADKARNI, N.M. 1984. Epiphyte biomass and nutrient capital of a neotropical elfin forest. **Biotropica** **16**: 249-256.

NADKARNI, N.M. 1992. Biomass and nutrient dynamics of epiphytic literfall in a Neotropical Montane forest, Costa Rica. **Biotropica** **24**: 24 – 30.

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

OLIVEIRA, M.G.N; ROCHA, C.F.D. & BAGNALL, T. 1994. A comunidade animal associada à bromélia-tanque *Neoregelia cruenta* (R. Granham) L. B. Smith. **Bromélia** **1** (1): 22 – 29.

OLMSTED, I. & JUÁREZ, M.G. 1996. Distribution and conservation of epiphytes on the Yucatan Peninsula. **Selbyana** **17**: 58 – 70.

REITZ, R. 1983. Bromeliáceas e a malária-bromélia endêmica. **Flora Ilustrada Catarinense**, Itajaí, Brom., p.1-559.

RIBEIRO, D. C. A. 2009. Estrutura e composição de epífitas vasculares em duas formações vegetais na Ilha de Marambaia. Dissertação de mestrado do Programa de Pós-graduação em ciências ambientais. Seropédica-RJ.

RICKSON, F. 1979. Absorption of animal tissue breakdown products into plant systems – the feeding of plant by ants. **American Journal of Botany** **66**: 87 – 90.

RUINEN J. 1953. Epiphytosis. A second view on epiphytism. **Annales Bogorienses** **1**: 101 – 157.

SCHIMPER, A.F.W. 1888. **Die epiphytische Vegetation Amerikas**. Jena, Verlag von Gustav Fischer. 162 p.

SMITH, L.B. 1962. Origins of the flora of Southern Brazil. **Contributions from the United States National Herbarium** **35**: 215 – 249.

TRIANA-MORENO, L.A; GARZÓN-VENEGAS, N.J; ÁNCHEZ-ZAMBRANO, J. & VARGAS, O. 2003. Epífitas vasculares como indicadores de regeneración en bosques intervenidos de la amazonía Colombiana. **Acta Biológica Colombiana** **8**: 31 – 42.

VAN DER PIJL, L. 1972. **Principles of dispersal in higher plants**. Berlin: Springer-verlag. 162p.

VARASSIN, I.G. & SAZIMA, M. 2000. Recursos de Bromeliaceae utilizados por beija-flores e borboletas na Mata Atlântica no Sudeste do Brasil. **Boletim do Museu de Biologia Professor Mello Leitão** **12**: 57 – 70.

VIEIRA, E.M. & IZAR, P. 1999 Interactions between aroids and arboreal mammals in the Brazilian Atlantic rainforest. **Plant Ecology** **145**: 75 – 82.

WAECHTER, J.L. 1986. Epífitos Vasculares da Mata Paludosa do Faxinal Torres, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia (Serie Botânica)** **34**: 39 – 49.

WAECHTER, J.L. 1998. **Epiphytic orchids in eastern subtropical America**. Proceedings of the 15th World Orchid Conference. Naturalia Publications, Turriers, pp. 332-341.

WENT, F. W. 1940. Soziologie der Epiphyten eines tropischen Regenwaldes. **Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg** 50: 1 – 98.

WOLF, J.H.D. 2005. The response of epiphytes to anthropogenic disturbance of pine-oak forests in the highlands of Chiapas, Mexico. **Forest Ecology and Management** 212: 376 – 393.

ZOTZ, G. & HIETZ, P. 2001. The physiological ecology of vascular epiphytes: current knowledge, open questions. **Journal of experimental botany** 52: 2067 – 2078.

CAPÍTULO 1

Epífitas vasculares em uma floresta ombrófila densa na Amazônia Central-AM

Jefferson José Valsko¹

Veridiana Vizoni Scudeller²

RESUMO: O presente estudo foi desenvolvido em uma vertente da Floresta Ombrófila Densa na RDS do Tupé, dividindo a vertente em duas cotas altimétricas de 57 e 67 metros de altitude sobre o nível do mar. Teve por objetivo analisar a estrutura do componente de epífitas nessas duas cotas altitudinais utilizando métodos estatísticos de multivariada como a análise de Componentes Principais (PCA), Two-way Cluster Analysis e Two-Way Indicator Species Analysis (TWINSPAN). A amostragem da área foi conduzida utilizando o método de ponto-quadrantes, com 4 pontos em cada cota altitudinal, onde em cada ponto eram amostrados quatro árvores (forófitos) com DAP (diâmetro na altura do peito) ≥ 30 cm e com presença de epífitas, totalizando 32 forófitos. A cota alta com 67 metros de altitude sobre o nível do mar apresentava uma fisionomia caracterizada por árvores de grande porte com espaçamento maior e com maior entrada de luz no sub-bosque, já a cota baixa com 57 metros ao nível do mar apresentava árvores com menor espaçamento, sub-bosque denso, com pouca entrada de luz e com características de ambiente saturado de umidade. Foi utilizado o método de escalada com o uso de equipamento de rapel para o levantamento das epífitas. As plantas foram coletadas, identificadas, herborizadas e depositadas no herbário da Universidade Federal do Amazonas (HUAM). No levantamento total foram encontradas 36 espécies de epífitas em 9 famílias. Orchidaceae e Araceae foram as que apresentaram maior riqueza, sendo que *Codonanthe crassifolia* (Focke) Morton. (Gesneriaceae) foi a espécie que obteve maior número de indivíduos. Nesse estudo foi encontrado uma maior porcentagem de epífitas com o hábito holoepipítico (67%) e com dispersão de sementes do tipo anemocórica (53%). Os resultados das análises multivariadas mostram uma distinção das duas cotas altimétricas, dividindo-a em cota alta (CoA) e cota baixa (CoB). A riqueza de epífitas das

cotas altimétricas foi de ($H' = 2,87017$) para a CoB e ($H' = 2,11417$) para a CoA. Houve um maior porcentagem de espécies anemocóricas (59%) na CoB e um maior maior porcentagem de espécies zoocóricas (66%) na CoA. Os resultados obtidos nesse estudo podem estar relacionados com o fator abiótico umidade que determina as espécies de epífitas em cada cota altimétrica.

Abstract

Vascular epiphytes in a dense ombrophilous forest in Central Amazonia, AM

This study was conducted in a slope of the dense ombrophilous forest on Sustainable Development Reserve of Tupe, splitting the strand into two altitudes of 57-67 meters to sea level. Aimed to analyze the structure of the epiphytic component in relation to 10 meters using multivariate methods such as principal component analysis (PCA), Two-way Cluster Analysis and Two-Way Indicator Species Analysis (TWINSPAN). The sampling of the area was developed using the method of point-quarters, with four points in each dimension altitudinal, where each point had four trees (phorophytes) with DAP (diameter at breast height) ≥ 30 cm and epiphytes, totaling 32 phorophytes. The quota of 67 meters to sea level had a physiognomy characterized by large trees with wider spacing and with greater light penetration in understory, since the quota 57 meters to sea level had trees with small spacing, dense understory, with little input from light in environment and with characteristics of environment saturated with moisture. Was used the method of climbing with the use equipment to rappel for the survey of epiphytes. The plants were collected, identified, herbalized and deposited in the herbarium of the Universidade Federal do Amazonas – UFAM. In the total survey, were found 36 species of epiphytes in 9 families. Orchidaceae and Araceae showed the greatest wealth, and *Codonanthe crassifolia* (Focke) Morton. (Gesneriaceae) was the species with highest number of individuals. This study found a higher percentage of epiphytic with habit holoepifítico (67%) and with seed dispersal type anemocoric (53%). The results of multivariate analyzes show a distinction between the two altitudes, dividing it into high elevation (CoA) and low elevation (CoB). The richness of epiphytes accounts altitude was the ($H' = 2.87017$) for CoB and ($H' = 2.11417$) for the CoA. There was a greater percentage of anemochoric species (59%) in the CoB and a larger

percentage of zoochoric species (66%) in the CoA. The results of this study may be related to abiotic factor of moisture that determines the species of epiphytes in each altimetry.

Keywords: elevation, altitudinal, Tupé

Introdução

Epífitas são plantas que vivem sobre os órgãos aéreos de outros vegetais. Seus órgãos de fixação nunca vão além das bases protetoras de seus suportes, ou forófitos. Distinguem-se epífitas “epífilas” presentes sobre as folhas das árvores das epífitas e “epíxilas” vivendo sobre as partes lignificadas dos vegetais (PUIG 2008). A sobrevivência sobre outros vegetais e ocupação do dossel da floresta pelas epífitas só foi possível através do desenvolvimento de adaptações para obtenção de água e nutrientes neste ambiente (BENZING 1990). Essas plantas representam uma importante contribuição à diversidade biológica das florestas tropicais, em termos de riqueza de espécies e biomassa (GENTRY & DODSON 1987; NADKARNI, 1992). São também importantes como fontes de recursos para os animais do dossel da floresta, seja como alimento (frutos, néctar e pólen), água ou mesmo material para a construção de ninhos, possibilitando assim maior diversidade faunística (BENZING 1990). As epífitas também têm grande influência sobre a ciclagem de água e de nutrientes no interior das florestas (NADKARNI 1988).

As epífitas correspondem a 10% das espécies de plantas vasculares de todo o mundo, e ocorrem quase que exclusivamente em florestas tropicais (STEEGE & CORNELISSEN 1989; LÜTTGE 1997; NIEDER *et al.* 2001). Mas grande parte dos estudos relacionados a estrutura de epífitas vasculares no Brasil foram realizados em florestas subtropicais (AGUIAR *et al.* 1981; BORGIO & SILVA 2003; CERVI *et al.* 1988; DITTRICH *et al.* 1999; FONTOURA *et al.* 1997; GIONGO & WAECHTER 2004; GONÇALVES & WAECHTER 2002, 2003; KERSTEN & SILVA 2001, 2002; PILIACKAS *et al.* 2000; PINTO *et al.* 1995; ROGALSKI & ZANIN 2003; WAECHTER 1986, 1992, 1998) e um em floresta seca da região sudeste (FONTOURA *et al.* 2009).

Em áreas florestais, é crescente o número de estudos que objetivam compreender os padrões e processos associados com a distribuição espacial de populações ou comunidades vegetais (OLIVEIRA-FILHO *et al.* 1994; CARDOSO & SCHIAVINI, 2002; BUDKE *et al.* 2004; BUDKE *et al.* 2007; GIEHL *et al.* 2007). Espécies vegetais frequentemente apresentam

distribuição espacial agrupada, isto é, formam grupos de indivíduos em decorrência das formas de reprodução, presença de distúrbios ou fatores ambientais que limitam sua distribuição, e até mesmo, pelas complexas interações entre membros da comunidade (BORCARD *et al.* 1992; PERRY & DIXON, 2002). Na literatura, a maior parte dos autores concorda que a distribuição espacial aleatória é rara em populações de planta, assim como a distribuição uniforme, e que a maioria das populações tem algum grau de agregação dos indivíduos no espaço (LEGENDRE & FORTIN, 1989; HORVITZ & LE CORFF, 1993). Esse ecossistema altamente heterogêneo é formado por um mosaico de microambientes que geralmente apresentam pouca similaridade florística entre si (TUOMISTO *et al.* 1995). No entanto, mesmo em áreas fisionomicamente semelhantes e, portanto, consideradas relativamente homogêneas, as variações ambientais e limitações na dispersão das plantas podem gerar padrões de distribuição das espécies em manchas, ocorrendo uma substituição gradual na composição em áreas próximas geograficamente (TUOMISTO 2003; ZUQUIM 2006). A substituição de espécies, portanto, pode refletir processos determinísticos como adaptações das espécies a diferenças climáticas ou de substrato, ou pode ser resultado de limitações de dispersão associadas à especiação, respostas tardias às mudanças climáticas ou outros efeitos históricos (CONDIT *et al.* 2002).

A distribuição de epífitas em árvores ocorre em função da reprodução, do movimento dos diásporos e da fixação ao substrato, germinação, crescimento, sobrevivência das espécies e também à estabilidade do substrato (HIETZ 1997). Ela pode variar em dois sentidos: horizontalmente, ou seja, ao longo de diferentes formações vegetais e entre os diferentes forófitos que as compõem, e verticalmente, fixando-se desde a base da árvore suporte até o topo da mesma (TER STEEGE & CORNELISSEN, 1989). No entanto, a diversidade de epífitas também está relacionada ao microclima (BENZING, 1990; GENTRY & DODSON, 1987; STUNTZ *et al.*, 2002; LAUBEL & ZOTZ, 2003) Lugares mais úmidos proporcionam melhores condições para germinação e melhores chances de estabelecimento, já que o suplemento de água é o principal fator ecofisiológico relacionado ao crescimento vegetativo das epífitas (LAUBEL & ZOTZ, 2003; PADMAWATHE *et al.* 2004;). Segundo Benevides *et al.* (2001), na Amazônia colombiana, a umidade influencia fortemente na riqueza e abundância das epífitas.

A floresta amazônica é o maior reservatório natural da diversidade vegetal do planeta, apresentando múltiplas interrelações entre seus elementos bióticos e abióticos, os quais formam um conjunto de ecossistemas altamente complexos e de equilíbrio ecológico extremamente frágil

(OLIVEIRA & AMARAL 2004). Esse bioma ocupa aproximadamente 60% do território brasileiro, sendo constituída por diferentes tipos de vegetação. A tipologia vegetal mais representativa dessa região é denominada floresta densa de terra firme, que expressa uma alta diversidade e riqueza de espécies (PRANCE *et al.* 1976; LIMA FILHO *et al.* 2001). Segundo Veloso *et al.* (1991), são florestas não aluviais e ocorre nas partes mais altas do relevo, dividindo-se em florestas ombrófilas densas e abertas e são caracterizadas pela presença de fanerófitos, além de lianas lenhosas e epífitas em abundância. Portanto, verificar a distribuição das epífitas vasculares em duas cotas altitudinais numa área de vertente da floresta ombrófila densa no baixo Rio Negro foi o objeto deste trabalho.

Material e Métodos

Área de estudo

O trabalho foi desenvolvido na Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) do Tupé localizada na zona rural no município de Manaus, à margem esquerda do rio Negro, aproximadamente 25 km em linha reta do centro da cidade, a uma altitude média 20 metros acima do nível do mar. Apresenta os seguintes limites: começa na confluência do rio Negro com a margem direita do igarapé do Tatu (03° 03' 02,241"S e 60° 17' 46,121"W), seguindo por este até sua nascente (03° 01' 18,293"S e 60° 19' 10,903"W); desse ponto, segue por uma reta no sentido sul/norte até o igarapé Acácia (02° 58' 03,139"S e 60° 19' 10,404"W), daí, por uma linha mediana, até a confluência com o igarapé Tarumã-Mirim (02° 57' 25,023"S e 60° 12' 45,624"W), e por fim segue pela margem direita do igarapé Tarumã-Mirim até a sua foz como o rio Negro (03° 01' 42,851"S e 60° 10' 30,770"W), seguindo pela sua margem esquerda, até o ponto inicial do igarapé Tatu. O clima é classificado como Am (clima tropical úmido de monção) no sistema Köppen (1948), com precipitação excessiva durante alguns meses, o que compensa a ocorrência de 1-2 meses de precipitações inferiores a 60 mm. A estação climatológica mais próxima é em Manaus, 3°08'S, 60°01'W, a uma altitude de 44m.s.n.m. A umidade relativa é quase constante na estação chuvosa, flutuando entre 85% e 90% e na estação seca reduz para 78% e 85%. A temperatura média é quase constante, 26°C a 27°C, com um leve máximo de agosto a novembro. A precipitação é sempre sazonal. O trimestre mais chuvoso é fevereiro-abril, e março e abril tem

cerca de 330 mm de precipitação por mês. O trimestre mais seco é julho-setembro, cada um com menos de 120 mm, e agosto com cerca de 50 mm de chuva (NEE, 1995).

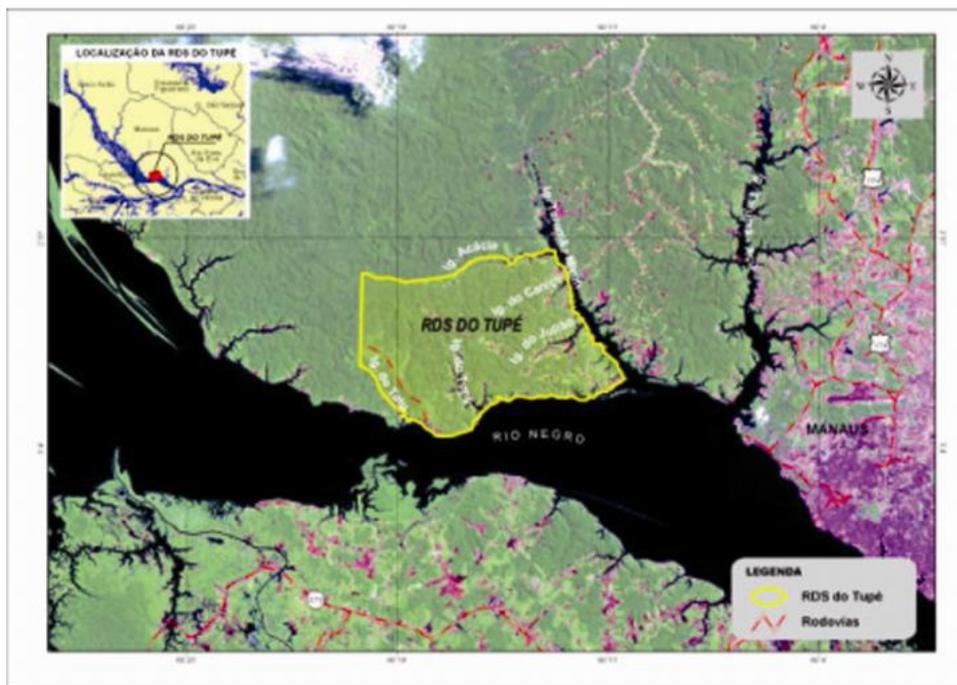


Figura 1: Localização da área de trabalho na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé. Imagem de satélite destacando a região do baixo rio Negro. Em verde-claro a Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé.

Procedimento amostral

O local de amostragem consistiu em uma mata de vertente, próximo ao igarapé das Pedras, na trilha do Jaumir. Foram feitas duas transecções de aproximadamente 150m cada. A primeira transecção (aqui denominada CoA) está localizada a 67 metros de altitude em relação ao nível do mar, caracterizada por uma mata de dossel aberto, com sub-bosque aberto com muitas palmeiras acaule e poucas arvoretas apresentando maior entrada de luz solar. A segunda transecção (CoB) está localizada a 57 metros de altitude em relação ao nível do mar, caracterizada por floresta de poucas árvores de dossel e sub-bosque denso com muitas arvoretas, arbustos e plantas herbáceas, sendo um local com pouca luminosidade, e este muito próximo à área periodicamente inundada pelo lago Tupé. Em cada cota foram estabelecidos quatro pontos-quadrante (COTTAM & CURTIS 1956) equidistantes 40 m. Em cada ponto foram amostradas

quatro árvores com DAP (diâmetro à altura do peito, ou seja, a 1,3 m do solo) ≥ 30 cm e com presença de epífitas, totalizando 32 árvores.

Cada árvore amostrada foi considerada uma unidade amostral e todas as epífitas vasculares sobre elas foram contabilizadas. Sendo assim, na cota alta foram amostrados os forófitos de 01 a 16 e a cota baixa do 17 ao 32. Epífitas agrupadas em touceiras foram contabilizadas como um indivíduo.

Para o acesso à copa dos forófitos foi utilizado o método de escalada com equipamentos de rapel (arborismo) (Figura 1, Anexo), o que otimizou o levantamento das epífitas. A maioria das espécies foi identificada no campo pelo primeiro autor com auxílio de guias de campo (e. g, Ribeiro *et al.* 1999, Silva e Silva 2004, Zuquim *et al.* 2008). O material estéril com maiores dificuldades de identificação foi levado para um acervo particular para acompanhamento da floração e frutificação, e então foram confeccionadas as exsicatas. O material devidamente determinado foi depositado no Herbário da Universidade Federal do Amazonas (HUAM). Para a determinação específica foram utilizadas a Flora of the Venezuelan Guayana (STEYERMARK *et al.*, 1998), Orquídeas Nativas da Amazônia Brasileira II (SILVA & SILVA 2004), Flora da Reserva Ducke (RIBEIRO *et al.* 1999) e por especialistas. Os nomes das espécies foram atualizadas de acordo com a flora do Brasil (FORZZA *et al.* 2012 - ver <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/>). A divisão taxonômica seguiu a classificação APG III (2009) para angiospermas e SMITH *et al.* (2006) e LABIAK & PRADO (2008) para alguns gêneros de Polypodiaceae.

Além disso, as epífitas amostradas foram classificadas de acordo com sua categoria ecológica, a saber: hemiepífitas – plantas fixadas no forófito que mantém ligação com o solo por raízes; e holoepífitas - plantas que não mantêm nenhuma ligação com o solo, sobrevivendo sobre o tronco dos forófitos. Foram, analisadas as características dos diásporos de cada epífita e classificada sua síndrome de dispersão (anemocórica e zoocórica).

Análise dos dados

A diversidade florística das epífitas nos forófitos foi avaliada através do Índice de Riqueza de Espécies de Shannon-Wiener (H') (MAGURRAN 1988; KREBS 1999). Esse índice foi calculado usando a fórmula:

$$H' = - \sum (p_i) (\ln p_i)$$

Onde,

$p_i = (n_i / N)$ é a probabilidade de que um indivíduo amostrado pertença à espécie i ;

\ln = logaritmo natural

n_i = nº total de indivíduos da espécie i ;

N = número total de indivíduos amostrados na área.

Para avaliar a diferença da riqueza e abundância de epífitas entre as cotas altitudinais foram utilizadas a análise de Componentes Principais (PCA), baseada em covariância, e análise de agrupamento, utilizando distância Euclidiana através do programa PC-ORD 6 a partir de uma matriz onde nas linhas estão os forófitos e nas colunas, as espécies de epífitas vasculares. Também foi realizada a análise de agrupamento two way “Two-way Cluster Analysis”, que consiste em justapor a matriz de quadrados sombreados que representa uma unidade de amostras com a matriz de espécies, resultando em dendrogramas que agrupam conforme a intensidade de sombreamento que é proporcional à abundância das espécies, também no PCORD 6 (McCUNE & MEFFORD 2011).

Dentre as análises utilizadas para verificar a diferença entre as cotas utilizou-se o TWINSPLAN “Two-Way Indicator Species Analysis”, que é um método de divisão politética de classificação numérica aplicável a grandes conjuntos de dados qualitativos ou quantitativos (HILL *et al.* 1975). Usado na procura de padrões de distribuição das espécies, que podem estar associados com os forófitos e corroborados com observações de campo (KENT & COCKER 1992). O método é relativamente simples e utiliza apenas o número de indivíduos de espécies presentes por unidades amostrais escolhidas a partir de um critério de seleção. O resultado é a indicação de pseudoespécies (classes de densidade das espécies encontradas nas unidades amostrais) preferenciais das unidades para a constituição de uma tabela dicotômica (um grupo se divide em dois outros), gerando no final, agrupamentos vegetacionais compostos por uma flora característica determinante de uma dada região (HILL *et al.* 1975).

Resultados

A riqueza das epífitas vasculares foi de $H' = 2,81805$ nats. Sendo que a Cota baixa possui uma área de 0,618 ha e riqueza de $H' = 2,87017$; a cota alta com uma área de 0,458 ha e riqueza de ($H' = 2,11417$). Ao todo foram registrados 872 indivíduos de epífitas distribuídos em nove

famílias, 23 gêneros e 36 espécies (Tabela 1). A cota baixa apresentou um maior número de indivíduos (n=419) comparada a cota alta (n=383). Orchidaceae obteve maior riqueza de espécies (n=14), seguida de Araceae com (n= 11), Polypodiaceae (n=2), Dryopteridaceae (n=2), Gesneriaceae (n=2), Clusiaceae (n=2), Moraceae (n=1), Hymenophyllaceae (n=1) e Cactaceae (n=1). Quando agrupadas por número de indivíduos, Orchidaceae foi a mais representativa com n=428, seguida de Gesneriaceae com n=225 e Araceae com n=140.

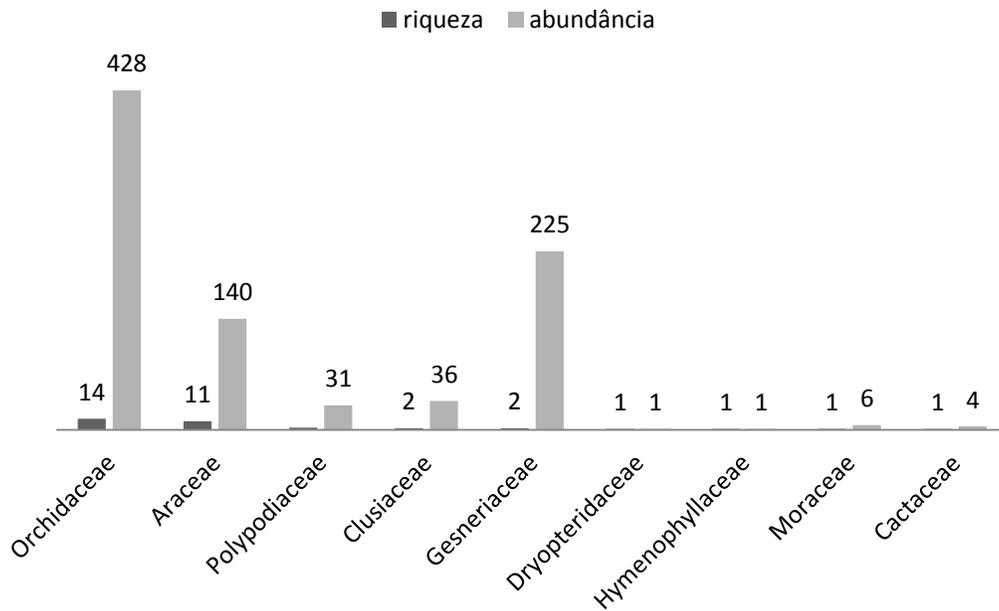


Figura 2. Riqueza e abundância das famílias de epífitas vasculares na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé nas duas cotas altimétricas em uma vertente de floresta ombrófila densa.

Tabela 1. Famílias e espécies de epífitas vasculares registradas nas duas cotas altimétricas (cota alta e cota baixa) na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé com a classificação de sua respectiva categoria ecológica e tipo de dispersão.

Família/Espécie	Cota alta	Cota baixa	Cat.ecol. ¹	Dispersão ²
Gesneriaceae				
<i>Codonanthe crassifolia</i> (Focke) C.V.Morton	x	x	HO	Zoo
<i>Codonanthopsis ulei</i> Mansf.	x	x	HO	Zoo
Moraceae				
<i>Ficus</i> sp	x	x	HE	Zoo
Clusiaceae				

<i>Clusia obovata</i> (Spruce ex Planch. & Triana) Pipoly	x	x	HE	Zoo
<i>Clusia octandra</i> (Poepp.) Pipoly	x	x	HE	Zoo
Polypodiaceae				
<i>Microgramma</i> sp	x		HO	Ane
<i>Campyloneurum</i> sp	x	x	HO	Ane
Dryopteridaceae				
<i>Elaphoglossum</i> sp	x		HO	Ane
<i>Elaphoglossum glabellum</i> J.Sm	x	x	HO	Ane
Hymenophyllaceae				
<i>Trichomanes ankersii</i> C.Parker ex Hook. & Grev		x	HO	Ane
Araceae				
<i>Heteropsis</i> sp	x		HE	Zoo
<i>Heteropsis flexuosa</i> (Kunth) G.S.Bunting	x	x	HE	Zoo
<i>Heteropsis macrophylla</i> A.C.Sm	x		HE	Zoo
<i>Heteropsis steyermarkii</i> G.S.Bunting	x	x	HE	Zoo
<i>Anthurium gracile</i> (Rudge) Lindl	x	x	HO	Zoo
<i>Philodendron fragrantissimum</i> (Hook.) G.Don	x	x	HE	Zoo
<i>Philodendron melinonii</i> Brongn. ex Regel	x	x	HO	Zoo
<i>Philodendron quinquelobum</i> K.Krause	x	x	HE	Zoo
<i>Philodendron pedatum</i> (Hook.) Kunth	x	x	HE	Zoo
<i>Philodendron platypodum</i> Gleason		x	HE	Zoo
<i>Philodendron goeldii</i> G.M.Barroso	x	x	HE	Zoo
Orchidaceae				
<i>Octomeria brevifolia</i> Cong.	x	x	HO	Ane
<i>Acianthera fockei</i> (Lindl.) Pridgeon & M.W.Chase	x	x	HO	Ane
<i>Octomeria grandiflora</i> Lindl		x	HO	Ane
<i>Maxillaria kegelii</i> Rchb.f	x	x	HO	Ane
<i>Maxillaria parkeri</i> Hook.	x	x	HO	Ane
<i>Scaphyglottis stellata</i> Lodd. ex Lindl.	x	x	HO	Ane
<i>Rudolphiella aurantiaca</i> (Lindl.) Hoehne	x	x	HO	Ane
<i>Camaridium ochroleucum</i> Lindl	x	x	HO	Ane
<i>Dichaea anchoraelabia</i> C.Schweinf.		x	HO	Ane
<i>Catasetum barbatum</i> (Lindl.) Lindl.		x	HO	Ane
<i>Cattleya wallisii</i> (Linden) Linden ex Rchb.f.		x	HO	Ane
<i>Epidendrum nocturnum</i> Jacq		x	HO	Ane
<i>Scuticaria steelei</i> (Hook.) Lindl		x	HO	Ane
<i>Specklinia picta</i> (Lindl.) Pridgeon & M.W.Chase		x	HO	Ane
Cactaceae				
<i>Epiphyllum phyllanthus</i> (L.) Haw.	x	x	HO	Zoo

¹Categoria ecológica: HO= Holoepífita; HE= Hemiepífita. ²Dispersão: Ane= Anemocórica; Zoo=Zoocórica

A categoria ecológica de fixação ao forófito mais representativa foi o holoepifitismo com 67% das espécies (Figura 3). A CoB apresentou maior porcentagem de holoepífitas (71%) que a CoA (59%) (Figura 4)

Ao todo, 52,77% apresentaram dispersão anemocórica (Figura 5). Anemocoria prevalece na CoB, com seis espécies anemocóricas ocorrendo exclusivamente nesta cota. Sendo que CoA obteve uma maior porcentagem de epífitas com dispersão zoocóricas (Figura 6). A CoB também foi mais rica em número de espécies (n=32), sendo Orchidaceae a mais expressiva na riqueza. Vale destacar que *Philodendron fragrantissimum* e *Octomeria brevifolia* (Figura 3, Anexo) ocorreram nas duas cotas indistintamente e também foram as que apresentaram maior abundância como um todo.

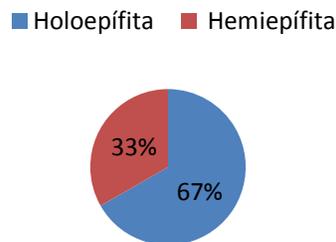


Figura 3. Porcentagem da categoria ecológica (epífita e hemiepífita) em uma vertente de uma floresta ombrófila densa na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé-AM.



Figura 4. Porcentagem da categoria ecológica (epífita e hemiepífita) em CoA e CoB de uma vertente de uma floresta ombrófila densa na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé-AM

■ Anemocoria ■ Zoocoria

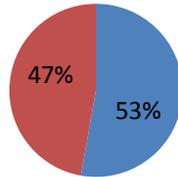


Figura 5. Porcentagem do tipo de dispersão (anemocórica e zoocórica) em vertente de uma floresta ombrófila densa na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé-AM

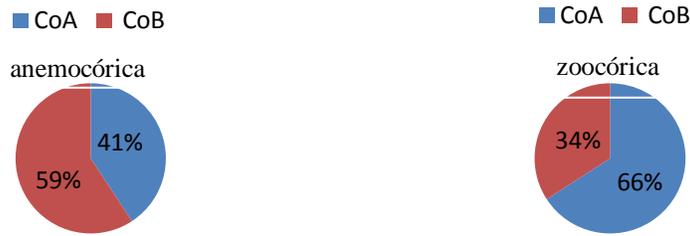


Figura 6. Porcentagem do tipo de dispersão em CoA(cota alta) e CoB (cota baixa) em vertente de uma floresta ombrófila densa na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé-AM

Poucas espécies de epífitas vasculares apresentaram elevada abundância, a saber: *Codonanthe crassifolia* (Gesneriaceae) (Figura 3, Anexo) com n=168, *Octomeria brevifolia* (Orchidaceae) (Figura 3, Anexo) com n=115, *Camaridium ochroleucum* (Orchidaceae) (Figura 3, Anexo) com n=83, *Philodendron fragrantissimum* (Araceae) (Figura 3, Anexo) com n=63 e *Codonanthopsis ulei* (Gesneriaceae) (Figura 3, Anexo) com n=57 (Figura 7). Ainda, podemos ressaltar que na cota baixa ocorreu *Cattleya wallisii* e *Scuticaria steelei* (Figura 3, Anexo), espécies comum em ambientes de campinarana e igapó. Foram representadas 25 espécies com menos de 20 indivíduos, dessas quatro espécies foram representadas com um único indivíduo. Apesar de Gesneriaceae apresentar apenas duas espécies, foi a família que obteve grande abundância, sendo *Codonanthe crassifolia* (Figura 3, Anexo) a epífita que apresentou maior

número de indivíduos, dando preferência de agregação nos forófitos da cota alta, juntamente com *Codonanthopsis ulei* (Figura 3, Anexo). No entanto, a epífita *Octomeria brevifolia*(Figura 3, Anexo) foi representativa nas duas cotas. Já para a cota baixa, *Camaridium ochroleucum* (Figura 3, Anexo) teve maior representatividade.

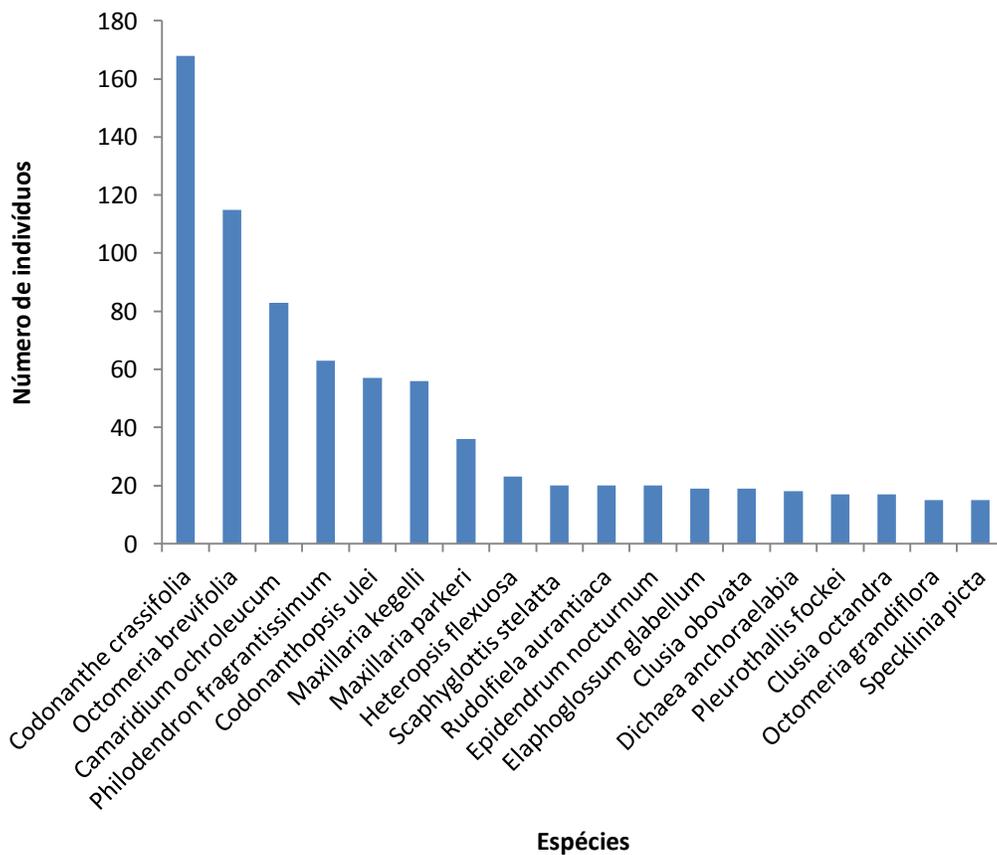


Figura 7. Número de espécies mais abundantes na área amostrada. Espécies com número abaixo de 15 indivíduos não foram representadas.

A relação cumulativa entre o número de forófitos amostrados e número de espécies epífíticas apresentou uma forte diminuição no incremento de espécies a partir do forófito 15 (Figura 8) da qual é possível observar um incremento de espécies cada vez mais lento, e praticamente estabiliza com 32 forófitos. Vale a pena destacar que a

amostragem foi realizada em duas cotas altitudinais, o que por si só aumenta a riqueza de espécies no ambiente. Sendo assim, a amostragem foi considerada satisfatória aos objetivos do trabalho.

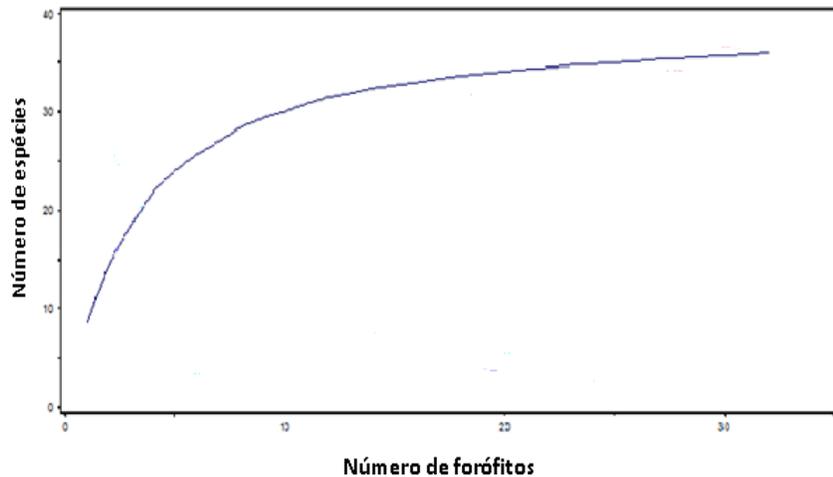


Figura 8. Curva de análise de esforço amostral em floresta ombrófila densa na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé-AM

As análises de distribuição horizontal das epífitas vasculares mostraram a formação de dois grupos distintos, correspondendo à segregação das cotas altitudinais, indicando que 10 metros de distância altitudinal em uma floresta de vertente na Amazônia Central influencia a composição e abundância das espécies epifíticas. Os dois primeiros eixos da análise de componentes principais (PCA) apresentam uma variância explicada de 60,54% (Figura 9). O eixo 1 evidencia uma forte segregação dos forófitos da CoB acrescido de dois forófitos da CoA (11 e 12) do restante do conjunto. O forófito 11 obteve um número elevado de indivíduos de *Octomeria brevifolia* (Figura 3, Anexo) que tem representatividade nas duas cotas, porém baixo número de indivíduos de *Codonanthe crassifolia* (Figura 3, Anexo), que é uma espécie que obteve grande número de indivíduos nos forófitos da cota alta e presença de *Maxillaria kegelli* (Figura 3, Anexo) e *M. parkeri* que foram mais representativas na cota baixa. Já o forófito 12 foi agrupado ao conjunto de forófitos da cota baixa por apresentar baixo número de indivíduos de Gesneriaceae.

Um segundo gradiente é encontrado no eixo 2 da PCA, provavelmente associado à umidade, uma vez que segregou forófitos que apresentam grande quantidade de epífitas típicas de ambientes mais úmidos de espécies que aparentemente não apresentam preferência. Quando se analisa a matriz de dados, os forófitos 12, 17 e 30 apresentam epífitas características de ambiente úmido, porém não apresentam as espécies *Camaridium ochroleucum* (Figura 3, Anexo) e *Epidendrum nocturnum* que se apresentaram nos demais forófitos da CoB.

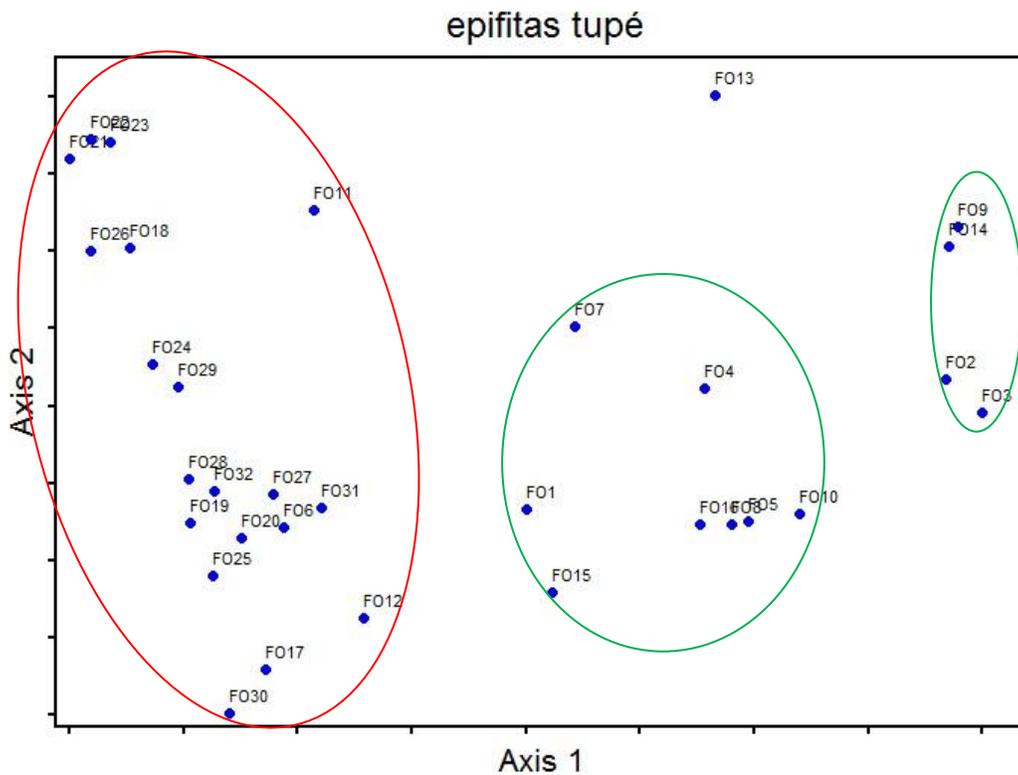


Figura 9. Análise de componentes principais com os agrupamentos circundados. Em vermelho forófitos da CoB e em verde forófitos da CoA. **FO** representa o forófito.

Os forófitos da CoA foram subdivididos em 2 agrupamentos distintos, pelo fato de um maior número de indivíduos de *Codonanthe crassifolia* (Figura 3, Anexo) encontrado nos forófitos 02, 03, 09 e 14. O forófito 13 ficou separado dos demais provavelmente pela ocorrência de 5 indivíduos de *Camaridium ochroleucum* (Figura 3, Anexo) que é uma espécie abundante na CoB e um número alto de *Codonanthe crassifolia* (Figura 3, Anexo), espécie típica da CoA.

Tabela 2. Valores de significância dos primeiros eixos da análise de componentes principais PCA realizada a matriz de 36 espécies de epífitas distribuídas em 32 forófitos com DAP (diâmetro na altura do peito) maior que 30 cm em duas cotas altitudinais na floresta de vertente da Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé – Manaus - AM.

Eixos	% variância	r²
1	48,86	0,975
2	15,00	0,179
3	10,22	0,114

A mesma segregação entre as cotas altitudinais é observada na análise Two-way (Figura 10), porém nesta análise o forófito 6 está incluído no grupo da Cota baixa. Na cota alta os forófitos 5 e 10 obtiveram 100 % de similaridade. O dendrograma das espécies de epífitas indica que *Scuticaria steelei* e *Octomeria grandiflora* (Figura 3, Anexo) apresentam 100% de similaridade e, também, valores aproximados foram entre as espécies *Philodendron trinerve* com *Specklinia fockei* e outro agrupamento entre *Catasetum barbatum* com *Specklinia picta* (Figura 3, Anexo). As espécies *Codonanthe crassifolia* e *Codonanthopsis ulei* (Figura 3, Anexo) foram separadas do grupo de todas as epífitas sem nenhuma similaridade (Figura 11).

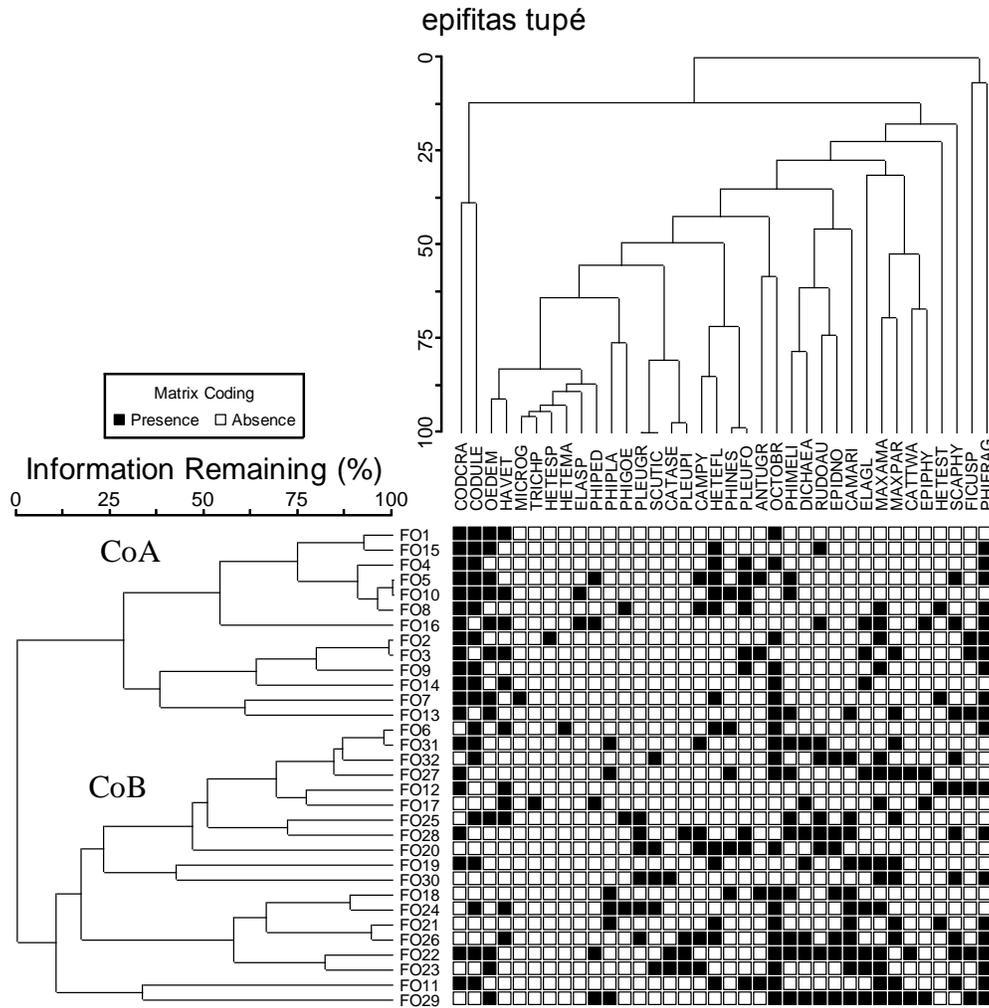


Figura 10. Análise Two-way, mostrando dendrograma das epífitas na parte de cima, cluster de forófitos na lateral esquerda e uma matriz quadriculada com a presença das epífitas nos forófitos.

A presença massiva de *Codonanthe crassifolia* e *Codonanthopsis ulei* (Figura 3, Anexo) e ausência de diversas outras epífitas caracterizam o grupo de forófitos da CoA. Enquanto que é possível observar um gradiente de substituição de espécies na CoB.

Na análise dupla de espécies indicadoras (TWINSPAN) as duas cotas altitudinais foram novamente segregadas, sendo separadas totalmente uma da outra com apenas 4 interações e elevado autovalor (10,377 - Figura 11). Nessa análise a cota baixa teve uma subdivisão em dois agrupamentos determinados pela presença de *Maxillaria kegelli* e *Cattleya wallisii* (Figura 3,

Anexo). Já para a CoA, novamente, *Maxillaria kegelli*, juntamente com *Clusia obovata* e *Octomeria brevifolia* são as epífitas que compõem somente uma das subdivisões.

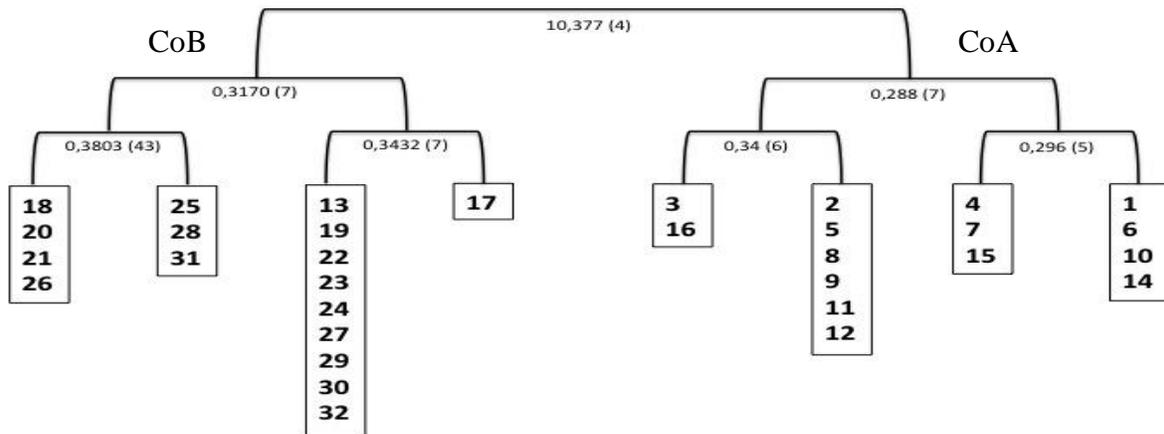


Figura 11. Dendrograma baseado nos resultados da análise dupla de espécies indicadoras (TWINSPAN), os valores representados abaixo de cada chave correspondem aos autovalores das interações e os números entre parênteses correspondem ao número de interações necessárias para cada divisão.

Discussão

A riqueza epifítica encontrada no presente estudo pode ser considerada alta quando comparada a outros estudos semelhantes, porém com elevado número de forófitos. Werneck *et al.* (2002) no estudo da Serra do Cipó obtiveram seis espécies de epífitas em 98 forófitos amostrados, Fontoura *et al.* (2009) no estado do Rio de Janeiro amostraram 34 espécies de epífitas em 110 forófitos e por último, Hafler *et al.* (2004) na região sul de Curitiba obtiveram 17 epífitas em 51 forófitos amostrados. Contudo, nenhum trabalho sobre epifitismo na Amazônia Central foi publicado até o momento, somente as dissertações de Carlos Renato Boelter (INPA) e Mariana Victória Irumé (INPA) foram defendidas em 2011. Porém, noutras formações do sul e sudeste a riqueza foi maior (CERVI *et al.* 1988 WAECHTER 1986, 1992, FONTOURA *et al.* 1997; KERSTEN & SILVA 2001; MENINI NETO *et al.* 2009) e em países que fazem parte da Amazônia como na Costa Rica e Guiana Francesa FREIBERG 1996; INGRAM *et al.* 1996)

Nieder *et al.* (1999) afirmam que na Amazônia a grande diversidade de espécies epifíticas esta concentrada no “cinturão subandino” entre 400-600 m de altitude, ocorrendo uma diminuição da diversidade tanto com a elevação como com a diminuição da latitude. A área estudada no presente trabalho encontra-se em uma altitude de 57-67 metros de altitude em relação ao nível do mar, o que pode explicar uma baixa riqueza. Kromer (2003) em um trabalho nas montanhas da Bolívia assume que a maior diversidade de epífitas se concentra entre 450 a 1400 metros de altitude ao nível do mar.

A alta diversidade de Orchidaceae corrobora com o padrão observado em vários estudos nos neotrópicos (BOGH 1992; KELLY *et al.* 1994; HIETZ & HIETZ-SEIFER 1995; FREIBERG 1996; OLMSTED & JUÁREZ 1996; KERSTEN & SILVA 2001, 2002; BORGO *et al.* 2002; BORGO & SILVA 2003; GONÇALVES & WAECHTER 2003; MENINI NETO *et al.* 2009; MANIA *et al.* 2010), destacando o caráter acentuadamente epifítico desta família (PABST & DUNGS 1975; GENTRY & DODSON 1987). Araceae é citada como uma das mais importantes da flora epifítica neotropical, tendo em vista que sua riqueza está concentrada nesta região (GENTRY & DODSON, 1987). Em estudos na Amazônia extrabrasileira onde o clima, altitude e precipitação são similares com a Amazônia Central, Araceae é uma família expressiva em termos de riqueza específica (BALSLEV *et al.*; 1998; RUDAS & PIETRO 1998; VASCO, 2002; NIEDER *et al.* 2000; ARÉVALO & BETANCUR 2004; BENAVIDES *et al.* 2005; BENAVIDES *et al.* 2006).

Codonanthe crassifolia (Gesneriaceae) (Figura 3, Anexo) foi a espécie que obteve maior número de indivíduos, assim como observado por Hernández-Rosas (1999) em seu estudo: Jardins de formiga: interações entre *Codonanthe crassifolia* (Gesneriaceae) (Figura 2, Anexo) e *Crematogaster longispida* (Formicidae) na Venezuela. A espécie apresentou uma maior representatividade na CoA, provavelmente explicado pelo sucesso obtido pela sua rota metabólica ou sistema fotossintético do tipo CAM, reduzindo ao máximo a perda de água (GURALNICK *et al.* 1986). É uma planta que necessita de ambientes com alta luminosidade e menos umidade como encontrado na CoA. Outra característica marcante dessa espécie é seu desenvolvimento em jardins-de-formigas como relatado por Kleinfeldt (1978), e formando um emaranhado em volta do ninho de formigas, pois possuem nectários florais e extraflorais, servindo de alimento para as formigas que em troca oferece o ninho como um meio de fixação e absorção de nutrientes obtidos a partir da deposição de dejetos (KLEINFELDT 1978). O mesmo

autor ressalta em seu trabalho que são as formigas as responsáveis pela polinização de suas flores e ainda a dispersão das sementes, apesar de ser em curta distância. Em campo foi observado um grande número de jardins-de-formigas ocorrendo na CoA e poucos indícios na CoB. Kleinfeldt (1978) menciona que em lugares com pouca luminosidade é raro de encontrar essa associação. Com tudo foi observado o mesmo modo de associação com formigas em *Codonanthopsis ulei* (Gesneriaceae) a qual, também foi representativa na CoA, e muito pouco na cota baixa.

Octomeria brevifolia (Orchidaceae) (Figura 2, Anexo) é uma planta com tamanho diminuto, sem pseudobulbos e com folhas muito finas, ocorrendo com abundância nas duas cotas, porém na copa dos forófitos em galhos finos, exclusivamente a pleno sol. Essa espécie é abundante em floresta ombrófila densa na Amazônia (CRUZ 1997). Tais características são encontradas em plantas com metabolismo CAM, além do mais, apresenta dispersão anemocórica facilitando sua disseminação pela copa das árvores (BRAGA 1979). A outra espécie de Orchidaceae com maior abundância foi *Camaridium ochroleucum* (Figura 3, Anexo), porém com maior representatividade na cota baixa, preferindo lugares com alta umidade como ocorre nesse ambiente. Possui pseudobulbos entre as folhas longas e coriáceas, que segundo Bonates (1987) apresenta via fotossintética do tipo C₃, que para o autor é uma característica primitiva remanescente da via fotossintética CAM, preferindo lugares menos secos e com baixa luminosidade. A presença de *Cattleya wallisii* e *Scuticaria steelei* (Figura 3, Anexo), na cota B indica a influência da proximidade com o igapó. Segundo Braga (1979), são orquídeas comuns a matas de campinas amazônicas, ressaltando ainda que o igapó funciona como um corredor de dispersão para essas plantas, levando-as até o interior da floresta ombrófila densa.

Philodendron fragrantissimum (Araceae) (Figura 3, Anexo), foi também uma planta que ocorreu com abundância nesse estudo, sem preferência por cotas (Ver figura 10). É uma epífita que apresenta crescimento monopodial escandente em fase jovem, e quando adulta apresenta a forma de rosetas, fixando-se na porção média do tronco dos forófitos e podendo apresentar ninhos de formigas. Essas rosetas acumulam matéria orgânica e umidade, característica importante para o habito de vida epifítico na posição vertical que estão estabelecidas (HOEHNE, 1949).

Quanto a categoria ecológica ocorrentes entre as espécies registradas, a predominância foi de espécies e indivíduos holoepífitos, que também, foi observado por outros pesquisadores (WAECHTER 1992; DITTRICH *et al.* 1999; NIEDER *et al.* 2000, KERSTEN & SILVA 2001;

BORGO & SILVA 2003; ROGALSKI & ZANIN 2003; MENINI NETO *et al.* 2009). Ainda que, o predomínio de holoepífitas seja uma categoria ecológica de maior representação nesse estudo, as hemiepífitas representam cerca de 41% das espécies levantadas, valor superior encontrado por Dittrich *et al.* (1999), Waechter (1992) e Kersten e Silva (2001). Essa porcentagem é em decorrência do alto número de espécies de Araceae, onde a maioria das espécies apresentam raízes que se fixam ao solo. Além disso, a CoA apresentou uma porcentagem maior de hemiepífitas do que na CoB, podem estar relacionada com a maior luminosidade que ocorre nessa cota, pois essas plantas podem colonizar áreas próximas a base do caule do forófito, lançando raízes até o solo para absorção de água e nutrientes.

A predominância da dispersão anemocórica neste trabalho corrobora os trabalhos de Waechter (1986, 1992, 1998), onde Orchidaceae contribui para essa predominância de dispersão indicando que o sucesso desta família é em decorrência aos numerosos e diminutos diásporos, permitindo dispersão bem sucedida a médias e longas distâncias (PABST & DUNGS 1977; NUNES & WAECHTER 1998; GONÇALVES & WAECHTER 2003). Além das outras adaptações da família ao hábito epifítico, como a presença de velame e de pseudobulbos, relações com polinizadores e a relação simbiótica com fungos micorrízicos (GONÇALVES & WAECHTER 2003). Porém, adaptações podem torná-la exigente quanto aos nichos ecológicos que ocupa e restringir a sua ocorrência (PIJL & DODSON 1969; ZIMMERMAN & OLMSTED 1992; MIGENIS & ACKERMAN 1993; WOLF 1994; FREIBERG 1996; TREMBLAY *et al.* 1998; SINGER & COCUCI 1999; GONÇALVES & WAECHTER 2003). Provavelmente devido a esta característica, a maioria das espécies desta família encontradas no presente estudo apresentou ocorrência predominante, ou seja, com dominância na CoB, onde esta pode possuir um ambiente adequado para essas adaptações. Entretanto a zoocoria foi observada em quase a metade das espécies, onde essas epífitas apresentam diásporos carnosos que segundo Gonçalves *et al.* (2003), podem ser adaptados para a dispersão por aves (ornitocoria) ou morcegos (quiropterocoria) ampliando assim as chances de colonização de seus ambientes.

Por fim, essa diferenciação na composição de epífitas entre as cotas altimétricas pode estar relacionada com a influência da proximidade ao igapó com a CoB, em que se observa uma leve transição de igapó para terra-firme, ocorrendo um gradiente altitudinal. Trabalhos relacionados com gradiente altitudinal foram desenvolvidos em áreas de montanhas com altitude variando de 300 a 3500 metros de altitude ao nível do mar, onde se observa uma mudança da

composição a cada 100 metros de altitude, devido fatores abióticos (BHATTARAI & VETAAS 2003; FLORES-PALACIOS & GARCÍA-FRANCO 2008; CARDELÚS *et al.* 2006; JACQUEMYN *et al.* 2005; HIETZ & HIETZ-SEIFERT 1995; KROMER *et al.* 2005; KUPER *et al.* 2004). Porém, no presente trabalho houve uma diferença de composição das epífitas em apenas 10 metros de altitude. Segundo Hansetal (2005), a riqueza de espécies ao longo de gradientes altitudinais, muitas vezes esta relacionadas com mudanças de temperatura, disponibilidade de nutrientes, umidade e especiação de plantas. Zotz *et al.* (2001) e Kersten (2010) consideram o fator umidade restritor para o crescimento das epífitas. Gentry & Dodson (1987) destacam que existe uma determinada pobreza de epífitas em ambientes secos. Benzing (1989) menciona que a distribuição das epífitas estaria mais relacionada ao gradiente de umidade do que com a intensidade de luminosidade local. Portanto essa diferença na composição epífita nas cotas pode ser em decorrência da possível diferença de umidade em cada cota.

A proximidade com o igapó pode estar funcionando como um corredor fluvial, considerado uma importante via para a dispersão de plantas através da paisagem (MALANSON 1993; NILSON *et al.* 1993). Sementes podem ser transportadas ao longo do rio pela água, vento e animais. Johansson (1996) menciona a importância potencial de um rio como corredor contínuo para a manutenção da biodiversidade regional.

Conclusão

Este estudo amostrou em 32 forófitos uma quantidade de 872 indivíduos de epífitas vasculares, com uma riqueza de 36 espécies em nove famílias. Sendo que Orchidaceae foi a mais representativa. A categoria ecológica de fixação ao substrato com maior representação foi de o holoepífitismo (67%), sendo que a porcentagem de holoepífitas foi maior na CoB (71%) e CoA (59%). A síndrome de dispersão anemocórica foi de (53%), sendo maior na CoB e menor na CoA. As análises multivariadas mostraram a formação de dois grupos bem distintos, correlacionado as cotas altitudinais, podendo estar relacionados com a adaptação de cada epífita as respostas do ambiente favorável, com umidade e luminosidade ideais para seu estabelecimento.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, L. W.; CITADINI-ZANETTE, V.; MARTAU, L. & BACKES, A. 1981. 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.

BENAVIDES, A.M.; VASCO, A.D. & DUIVENVOORDEN, J.F. 2011. Association of vascular epiphytes with landscape units and phorophytes in humid lowland forests of Colombian Amazonia. **Journal of Tropical Ecology**, **27** (03): 223–237.

BENZING, D.H. 1990. **Vascular epiphytes. Generalbiology and related biota**. Cambridge University Press, Cambridge, 376p.

BORGO, M. & SILVA, S. M. 2003. Epífitos vasculares em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista, Curitiba, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **26** (3): 391–401.

BORCARD, D; LEGENDRE, P. & DRAPEAU, P. 1992. Partialling out the spatial component of ecological variation. **Ecology** **73** (3): 1045–1055.

BUDKE, J.C; GIEHL, E.L.H.; ATHAYDE, E.A. & ZÁCHIA, R.A. 2004. Distribuição espacial de *Mesadenella cuspidata* (Lindl.) Garay (Orchidaceae) em uma floresta ribeirinha em Santa Maria, RS, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **18** (1): 31–35.

BUDKE, J.C; JARENKOW, J.A. & OLIVEIRA-FILHO, A.T. 2007. Relationships between tree component structure, topography and soils of a riverside forest, rio Botucaraí, Southern Brazil. **Plant Ecology** **189**: 187–200.

CARDOSO, E. & SCHIAVINI, I. 2002. Relação entre distribuição de espécies arbóreas e topografia em um gradiente florestal na Estação Ecológica do Panga (Uberlândia, MG). **Revista Brasileira de Botânica** **25** (3): 277–289.

CERVI, A. C; ACRA, L. A; RODRIGUES, L; TRAIN, S; IVANCHECHEN, S. L. & MOREIRA, A. 1988. Contribuição ao conhecimento das epífitas (exclusive Bromeliaceae) de uma floresta de araucária do primeiro planalto paranaense. **Ínsula** **18**: 75–82.

CONDIT, R; PITMAN, N; LEIGH J.R.E.G; CHAVE, J; TERBORGH, J; FOSTER, R.B; NUNEZ, P; AGUILAR, V. S; VALENCIA, R; VILLA, G; MULLER-LANDAU, H.C; LOSOS, H. & HUBBELL, S.P. 2002. Beta diversity in tropical forest trees. **Science** **295**: 666–669.

DITTRICH, V. A. O; KOZERA, C; SILVA, S.M. 1999. Levantamento florístico de epífitos vasculares no Parque Barigui, Paraná, Brasil. **Iheringia Série Botânica**. **52**: 11–22.

FONTOURA, T; ROCCA, M. A; SCHILLING, A. C & REINERT, F. 2009. Epífitas da Floresta Seca da Reserva Ecológica Estadual de Jacarepiá, Sudeste do Brasil: relações com a comunidade arbórea. **Rodriguésia**. **60** (1): 171–185.

FONTOURA, T; SYLVESTRE, L. S; VAZ, A. M. S. & VIEIRA, C. M. 1997. Epífitas vasculares, hemiepífitas e hemiparasitas da Reserva Ecológica de Macaé de Cima. In: LIMA, H. C. & GUEDES-BRUNI, R. R. (Eds.). **Serra de Macaé de Cima: diversidade florística e conservação da Mata Atlântica**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico, p. 89 – 101.

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. 1987. Contribution of nontrees to species richness of a tropical rainforest. **Biotropica**. **19** (2): 149 – 156.

GIEHL, E.L.H; ATHAYDE, E.A; BUDKE, J.C; GESING, J.P.A; EINSINGER, S.M. & CANTO-DOROW, T.S. 2007. Espectro e distribuição vertical das estratégias de dispersão de diásporos do componente arbóreo em uma floresta estacional no sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**. **21** (1): 137 – 145.

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 – 573.

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

GONÇALVES, C.N. & WAECHTER, J. L. 2003. Aspectos florísticos e ecológicos de epífitos vasculares sobre figueira isoladas do norte da planície costeira do Rio Grande do Sul. **Acta Botânica Brasílica**. **17** (1): 89 – 100.

GURALNICK L. J; TING, I. P. & LORD, E. M. 1986. Acid Metabolism in the Gesneriaceae. **American Journal of Botany**. **73** (3): 336 – 345.

KENT, M. & COKER, P. 1994. Vegetation description and analysis - a practical approach. John Willey & Sons.

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

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.

KROMER, T. 2003 Diversität und Ökologie der vaskularen Epiphyten in primären und sekundären Bergwäldern Boliviens. Cuvillier Verlag, Göttinge.

HAFLER, S. M & FAUSTIONI, P. 2004. Levantamento Florístico de Epífitos Vasculares do Bosque São Cristovão, Curitiba-Paraná. **Brasil.Revista Estudos de Biologia**. **26** (54) 11 – 19.

HIETZ, P. 1997. Population dynamics of epiphytes in a Mexican humid montane forest. **Journal of Ecology** **85**: 767 – 775.

HOEHNE, F. C. 1949 **Iconografia de orquidáceas do Brasil**. S. A. Indústrias “Graphicars-f. Lanzara”, São Paulo, 601p.

HORVITZ, C.C. & LE CORFF, J. 1993. Spatial scale and dispersion pattern of ant and bird dispersed herbs in two tropical lowland rain forests. **Vegetatio** **107**: 351 – 362.

HOUGHTON, R.A; SKOLE, D.L; OBRE, C.A; HACKLER, J.L; LAWRENCE, K.T. & CHOMENTOWSKI, W.H. 2000. Annual fluxes of carbon from deforestation and regrowth in the Brazilian Amazon. **Nature** : 301 – 304.

INGRAM, S.W, FERRELL-INGRAM. & NADKARNI, N.M. 1996. Floristic composition of vascular epiphytes in a neotropical cloud forest, Monteverde, Costa Rica. **Selbyana** **17** :88 – 103.

Laube S; Zotz G. 2003. Which abiotic factors limit vegetative growth in a vascular epiphyte ? **Vascular**, **17** (5): 598 – 604.

LEGENDRE, P. & FORTIN, M.J. 1989. Spatial pattern and ecological analysis. **Vegetatio** **80**: 107 – 138.

LIMA FILHO, D.A; MATOS, F.D.A; AMARAL, I.L; REVILLA, J; COELHO, L.S; RAMOS, J.F. & SANTOS, J.L. 2001. Inventário florístico de floresta ombrófila densa de terra firme, na região do rio Urucu-Amazonas, Brasil. **Acta Amazônica** **31**: 565 – 579.

LÜTTGE, U. 1997. Epiphytes, lianas and hemiepiphytes. *In*: **Physiological Ecology of Tropical Plants**, Lüttge, U. (ed.). Springer- Verlag, Berlim.

MANIA, L.F. & MONTEIRO, R. 2010. Florística e ecologia de epífitas vasculares em um fragmento de floresta de restinga, Ubatuba, SP, Brasil. **Rodriguésia**. **61** (4): 705 – 713.

MIGENIS, L. E. & ACKERMAN, J. D. 1993. Orchid phorophyte relationships in a forest watershed in Puerto Rico. **Journal of Tropical Ecology** **9**: 231 – 240.

NADKARNI, N.M. 1992. The conservation of epiphytes and their habitat: summary of a discussion at the international symposium on the biology and conservation of epiphytes. **Selbyana** **13**: 140 – 142.

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

NOBRE, C.A; SELLERS, P. & SHUKLA, J. 1991. Amazonian deforestation and regional climate change. **Journal of Climate** **4**: 957 – 988.

OLIVEIRA, A.N. & AMARAL, I.L. 2004. Florística e fitossociologia de uma floresta de vertente na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. **Acta Amazônica** **34**: 21 – 34.

OLIVEIRA-FILHO, A.T; VILELA, E.A; CARVALHO, D.A. & GAVILANES, M.L. 1994. Effects of soils and topography on the distribution of tree species in a tropical riverine forest in south-eastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology** **10**: 483 – 508.

PADMAWATE, R. QUERESHI, Q. & RAWAT, G. S. 2004. Effects of logging on vascular epiphytes diversity in a moist lowland of eastern Himalaya, India. **Biology Conservation** **119**: 81 – 92.

PERRY, J.N. & DIXON, P.M. 2002. A new method to measure spatial association for ecological count data. **Ecoscience** **9** (2): 133 – 141.

PIJL, L.V.D, & DODSON, C.H. 1969. **Orchid flowers - their pollination and evolution.**

University of Miami Press. Coral Gables. 214 p.

PILIACKAS, J. M.; BARBOSA, L. M. & CATHARINO, E. L. M. 2000 Levantamento das epífitas vasculares do manguezal do rio Picinguaba, Ubatuba, São Paulo. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS BRASILEIROS. **Anais...** São Paulo: Aciesp 2: 357 – 363.

PINTO, A. C; DEMATTÊ, M. E. S. P. & PAVANI, M. C. M. D. 1995. Composição florística de epífitas (Magnoliophyta) em fragmento de floresta no município de Jaboticabal, SP, Brasil. **Científica 22**: 283 – 289.

PRANCE, G.T; RODRIGUES, W.A; SILVA, M.F. 1976. Inventário florestal de um hectare de mata de terra firme, km 30 da estrada Manaus-Itacoatiara. **Acta Amazônica 6**: 9 – 35.

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.** Manaus: INPA. 816p.

ROGALSKI, J. M. & ZANIN, E. M. 2003. Composição florística de epífitos vasculares no estreito de Augusto César, Floresta Estacional Decidual do rio Uruguai, RS, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica 26** (4): 283 – 289.

SCUDELLER, V. V; APRILE, F. M; MELO, S. & SILVA, E. N. dos S. 2005. Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé: Características Gerais. Pp. xi-xxi. In: Silva, E. N. dos S.; Aprile, F. M.; Scudeller, V. V.; Melo, S. **Biotupé: Meio Físico, Diversidade Biológica e Sócio-cultural do Baixo Rio Negro, Amazônia Central.** Inpa ed. Manaus.

SILVA, M.F.F; SILVA, J.B.F. da, 2004. **Orquídeas Nativas da Amazônia Brasileira II.** Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA – Belém. 540p.

SINGER, R. B. & COCUCCHI, A. A. 1999. Pollination mechanism in southern Brazilian orchids which are exclusively or mainly pollinated by halictid bees. **Plant Systematics and Evolution** **217** (1-2): 101 – 117.

STEYERMARK J.A; BERRY P.E; YATSKIVYCH K. & HOLST B. 1998 Flora of the Venezuela Guayana. Missouri Botanical Garden Press, USA.

STUNTZ, S; SIMON, U. & ZOTZ G. 2002. Rainforest air-conditioning: the moderating influence of epiphytes on the microclimate in tropical tree crowns, *46*(2), 53-59.

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.

TREMBLAY, R. L; ZIMMERMAN, J. K; LEBRON, L; BAYMAN, P; SASTRE, I; AXELROD, F. & ALERS-GARCIA, J. 1998. Host specificity and low reproductive success in the rare endemic Puerto Rican orchid *Lepanthes caritensis*. **Biological Conservation** **85** (3): 297 – 304.

TUOMISTO, H; RUOKOLAINEN, K.; KALLIOLA, R; LINNA, A; DANJOY, W. & RODRIGUEZ, Z. 1995. Dissecting amazonian biodiversity. **Science** **269**: 63 – 66.

TUOMISTO, H.; RUOKOLAINEN K. & YLI-HALLA, M. 2003. Dispersal, environmental, and floristic variation of Western Amazonian forests. **Science** **299**: 241-244.

VELOSO, H.P; RANGEL-FILHO, A.L.R. & LIMA, J.C.A. 1991. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro, IBGE. 124p.

WAECHTER, J.L. 1986. Epífitos vasculares da mata paludosa do Faxinal, Torres, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia Série Botânica** **34**: 39 – 49.

WAECHTER, J.L. **O epifitismo vascular na planície costeira do Rio Grande do Sul**. 1992. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1992.

WAECHTER, J.L. 1998. O epifitismo vascular em uma floresta de restinga do Brasil subtropical. **Revista Ciência e Natureza** **20**: 43 – 66.

WERNECK, M.S.; ESPIRÍTO-SANTO, M.M. 2002. Species Diversity and Abundance of Vascular Epiphytes on *Vellozia piresiana* in Brasil. **Biotropica** **34** (1): 51 – 57.

WOLF, J. H. D. 1994. Factors controlling the distribution of vascular and non vascular epiphytes in the northern Andes. **Vegetatio** **112** (1): 15 – 28.

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

ZUQUIM, G.P.S. 2006. **Diversidade beta da comunidade de pteridófitas de florestas de terra firme da Amazônia Central**. Dissertação de Mestrado, INPA, Manaus, AM.

CAPÍTULO 2

Distribuição vertical de epífitas vasculares na Amazônia Central

Jefferson José Valsko¹

Veridiana Vizoni Scudeller²

RESUMO

Neste estudo foi investigada a distribuição vertical de epífitas vasculares em uma vertente em uma Floresta Ombrófila Densa na Amazônia Central. Foram amostrados 32 forófitos com DAP \geq 30 cm, utilizando o método de ponto-quadrante em duas cotas altimétricas com diferença de 10 metros de altitude ao nível do mar, sendo determinadas como cota alta (CoA) e cota baixa (CoB). Utilizou-se a técnica de escalada com equipamento de rapel para uma otimização do levantamento das epífitas. Para a análise de distribuição vertical, os forófitos foram divididos em quatro zonas de estratificação. Foi utilizado análise de similaridade (Cluster Analysis) e Análise de Correspondência Retificada ou DCA (Detrended Correspondence Analysis). Foram registrados 872 indivíduos de 36 espécies de epífitas em nove famílias. Orchidaceae e Araceae foram as que apresentaram maior riqueza, sendo que *Codonanthe crassifolia* (Gesneriaceae) foi a espécie que obteve maior número de indivíduos. A zona três (região do forquilhamento do fuste e copa interna) foi a mais abundante em número de indivíduos e, posteriormente, a ela foi a zona dois. Porém o índice de diversidade apontou que a zona dois (fuste) foi a mais rica ($H' = 2,83164$ nats). Apesar da porcentagem de explicação das análises de similaridade e DCA de ambas as cotas foram baixas, mas indicando que a CoA apresentou uma distribuição vertical mais significativa, podendo estar relacionada com a alta entrada de luz. Já para a CoB, a análise de similaridade indicou formação de gradiente para a distribuição vertical. Isso pode ter ocorrido pelo fato da pouca entrada de luz nesse ambiente e a alta umidade que parece estar agindo de forma semelhante nas quatro zonas de estratificação, podendo alguns indivíduos estabelecerem em alturas diferentes da sua preferência. Apesar disso, observou-se que as zonas um e dois apresentavam semelhanças, ocorrendo o mesmo para as zonas 3 e 4, este último principalmente na cota baixa. Contudo, este trabalho corrobora a maioria dos trabalhos desenvolvidos sobre distribuição vertical de epífitas vasculares, que indicam que os fatores abióticos umidade e luminosidade são determinantes para a distribuição vertical dessas plantas, porém a diferença

entre base e fuste é irrelevante e a segregação em copa e o forquilhamento do fuste é dependente da combinação dessas variáveis ambientais.

Palavras-chave: Estratificação vertical, umidade, luminosidade.

Abstract

Vertical distribution of vascular epiphytes in the Central Amazon

In this study we investigated the vertical distribution of vascular epiphytes in a slope of tropical rain forest in Central Amazonia. We sampled 32 forophytes with DBH \geq 30 cm, using the point-quadrant in two altitudes with a difference of 10 meters above sea level, being determined as high elevation (CoA) and low elevation (CoB). We used the climbing technique with rappelling equipment for optimization of a survey of epiphytes. For the analysis of vertical distribution, the forophytes were divided into four zones of stratification, we used analysis of similarity (cluster analysis) and DCA (Detrended Correspondence Analysis). We recorded 872 individuals of 36 species of epiphytes in 9 families. Orchidaceae and Araceae showed the greatest richness, and *Codonanthe crassifolia* (Gesneriaceae) was the species with highest number of individuals. The third zone had most abundant in number of individuals, then the second zone. But the diversity index showed that the zone was the richest 2 ($H' = 2.83164$). Although the percentage of explanation of the similarity analysis of both CVD and coordinates were low, but showing the vertical distribution CoA had a more significant, probably due to the high light entrance and higher moisture. As for the CoB, the similarity analysis indicated the formation of gradient to the vertical distribution. This may have occurred because of low light input in this environment and high humidity that seems to be acting similarly in the four zones of stratification and can establish some individuals at different heights of your choice. Nevertheless, it was observed that zones 1 and 2 were similar, the same occurs for zones 3 and 4. However, this work confirms the majority of work done on the vertical distribution of vascular epiphytes, indicating that abiotic factors with moisture and light are crucial for the distribution of these plants.

Keywords: Vertical stratification, humidity, light.

Introdução

As epífitas compõem cerca de 10% de todas as espécies vasculares, aproximadamente 25.000 espécies, distribuídas em 84 famílias (KRESS 1986), influenciando positivamente nos processos e na manutenção dos ecossistemas (LUGO & SCATENA 1992). O epifitismo é uma associação ecológica onde um vegetal hospedeiro (forófito) disponibiliza apenas suporte mecânico a outra planta (epífita) que o utiliza durante todo seu ciclo de vida, ou pelo menos parte dele, sem a absorção direta de nutrientes (MADISON 1977; GIONGO & WAECHTER 2004).

O epifitismo é responsável por parte significativa da diversidade que faz das florestas tropicais úmidas um dos mais ricos e complexos ecossistemas da Biosfera, constituindo até 50% do total de espécies vasculares (KERSTEN & SILVA 2001). Tal fato deve estar associado à alta diversidade taxonômica do grupo e às dificuldades para a coleta de dados no dossel. Porém, houve um aprimoramento das técnicas de escalada em árvores (PERRY 1978; BORGIO & SILVA, 2003), onde foi possível verificar um aumento importante no número de trabalhos abordando essa comunidade (GENTRY & DODSON 1987; STEEGE & CORNELISSEM 1989; DISLICH & MANTOVANI 1998; LOMBARDI & GONÇALVES 2000; PILIACKAS 2001).

A diversidade de epífitos em florestas é consequência, em parte, da abundância de ambientes disponíveis em uma única árvore e ou no dossel florestal (HIETZ 1997), sendo que em alguns grupos as epífitas vasculares se arranjam em uma distribuição vertical e utilizam determinadas regiões dos forófitos (BREIER 1999; NIEDER *et al.* 2001; ROGALSKI & ZANIN 2003; KELLY *et al.* 2004). Fatores abióticos como umidade, luminosidade e aeração implicam nessa distribuição. Mas, também, fatores físicos como ângulo de inclinação dos galhos, diâmetro do tronco e textura da casca da árvore podem influenciar no estabelecimento das epífitas nos forófitos (BENZING 1990).

A estratificação vertical dos epífitos vasculares no interior das florestas, bem como a preferência por região do forófito vem sendo evidenciada, por vários autores, ao longo dos estudos sobre ecologia de epífitos (JOHANSSON 1974; BENZING 1987; BROWN 1990, ZIMMERMAN & OLMSTED 1992; FISCHER & ARAUJO 1995; WAECHTER 1992, 1998; INGRAN & NADKARNI 1993; HIETZ & HIETZ-SEIFERT 1995; BREIER 1999; SCHÜTZ-GATTI 2000; NIEDER *et al.* 2000; BONNET 2001; KERSTEN & SILVA 2001). A distribuição das epífitas nos forófitos tem sido avaliada com base na divisão das árvores em zonas verticais ou em intervalos de altura (STEEGE & CORNELISSEN 1989; WAECHTER 1992; KERSTEN

& SILVA 2001). A composição e a abundância de epífitas podem variar entre os estádios sucessionais da floresta e entre os intervalos de altura dos forófitos, sendo condicionadas pelo microclima, pela textura do ritidoma e do tempo disponível para colonização (STEEGE & CORNELISSEN 1989; BENZING 1995; BONNETI & QUEIROZ 2006). Existe uma tendência de abundância e riqueza de epífitas pela fixação nas copas dos forófitos por haver uma maior área de estabelecimento e condições ideais, como luminosidade, aeração e acúmulo de nutrientes (JOHANSSON 1974, SUDGEN & ROBINS 1979; WAECHTER 1992; INGRAM & NADKARNI 1993; FREIBERG 1996; RUDOLPH *et al.* 1998; KERSTEN & SILVA 2002).

A floresta amazônica é o maior reservatório natural da diversidade vegetal do planeta, apresentando múltiplas interrelações entre seus elementos bióticos e abióticos, os quais formam um conjunto de ecossistemas altamente complexos e de equilíbrio ecológico extremamente frágil (OLIVEIRA & AMARAL 2004). Esse bioma ocupa aproximadamente 60% do território brasileiro, sendo constituído por diferentes tipos de vegetação. A tipologia vegetal mais representativa dessa região é denominada floresta densa de terra firme, que expressa uma alta diversidade e riqueza de espécies (PRANCE *et al.* 1976; LIMA FILHO *et al.* 2001). Segundo Veloso *et al.* (1991) são florestas não aluviais e ocorre nas partes mais altas do relevo, dividindo-se em florestas ombrófilas densas e abertas e são caracterizada pela presença de fanerófitos, além de lianas lenhosas e epífitas em abundância. Esse ecossistema altamente heterogêneo é formado por um mosaico de microambientes que geralmente apresentam pouca similaridade florística entre si (TUOMISTO *et al.* 1995).

Sendo assim, o presente estudo objetivou analisar a distribuição vertical de epífitas vasculares em forófitos de duas cotas altimétricas em floresta ombrófila densa de vertente na Amazônia Central, investigando se existe influência das zonas de estratificação na diversidade das epífitas.

Material e métodos

Área de estudo

O trabalho foi desenvolvido na Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) do Tupé localizada na zona rural no município de Manaus, à margem esquerda do rio Negro, aproximadamente 25 km em linha reta do centro da cidade, a uma altitude média 20 m acima do

nível do mar. Apresenta os seguintes limites: começa na confluência do rio Negro com a margem direita do igarapé do Tatu ($03^{\circ} 03' 02,241''S$ e $60^{\circ} 17' 46,121''W$), seguindo por este até sua nascente ($03^{\circ} 01' 18,293''S$ e $60^{\circ} 19' 10,903''W$); desse ponto, segue por uma reta no sentido sul/norte até o igarapé Acácia ($02^{\circ} 58' 03,139''S$ e $60^{\circ} 19' 10,404''W$), daí, por uma linha mediana, até a confluência com o igarapé Tarumã - Mirim ($02^{\circ} 57' 25,023''S$ e $60^{\circ} 12' 45,624''W$), e por fim segue pela margem direita do igarapé Tarumã-Mirim até a sua foz como o rio Negro ($03^{\circ} 01' 42,851''S$ e $60^{\circ} 10' 30,770''W$), seguindo pela sua margem esquerda, até o ponto inicial do igarapé Tatu. O clima é classificado como Am (clima tropical úmido de monção) no sistema Köppen (1948), com precipitação excessiva durante alguns meses o que compensa a ocorrência de 1-2 meses de precipitações inferiores a 60 mm. A estação climatológica mais próxima é em Manaus, $3^{\circ}08'S$, $60^{\circ}01'W$, a uma altitude de 44 m.s.n.m. A umidade relativa é quase constante; flutua entre 85% e 90%, só na estação seca é entre 78% e 85%. A temperatura média é quase constante, 26° a 27° , com um leve máximo de agosto a novembro. A precipitação é sempre sazonal. O trimestre mais chuvoso é fevereiro-março-abril, e março e abril tem cerca de 330 mm de precipitação por mês. O trimestre mais seco é julho-agosto-setembro, cada um com menos de 120 mm, e agosto com cerca de 50 mm de chuva (Nee, 1995).

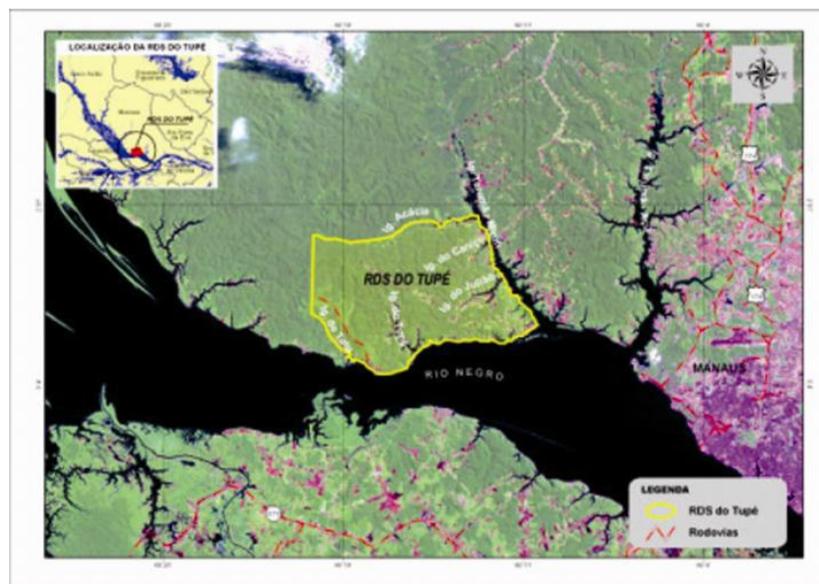


Figura 1: Localização da área de trabalho na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé.

Procedimento amostral

O local de amostragem consistiu em uma mata de vertente, próximo ao igarapé das Pedras. Foram feitas duas transecções de aproximadamente 150 m cada. A primeira transecção (aqui denominada CoA) está localizada a 67 metros de altitude em relação ao nível do mar, caracterizada por uma mata de dossel aberto, com sub-bosque aberto com muitas palmeiras acaule e poucas arvoretas apresentando maior entrada de luz solar. A segunda transecção (CoB) a 57 metros em relação ao nível do mar, caracterizada por floresta de poucas árvores de dossel e sub-bosque denso com muitas arvoretas, arbustos e plantas herbáceas, sendo um local com pouca luminosidade, e este muito próximo à área periodicamente inundada pelo lago Tupé. Em cada cota foram estabelecidos quatro pontos-quadrante (COTTAM & CURTIS 1956) equidistantes em 40 metros. Em cada ponto quatro árvores com DAP (diâmetro à altura do peito, ou seja, a 1,3 m do solo) ≥ 30 cm e com presença de epífitas foram amostradas, totalizando 32 árvores, correspondendo a 1,076 hectares de área amostrada.

Cada árvore amostrada foi considerada uma unidade amostral e todas as epífitas vasculares sobre elas foram contabilizadas. Sendo assim, na cota alta foram amostrados os forófitos de 01 a 16 e a cota baixa do 17 ao 32. Epífitas agrupadas em touceiras foram contabilizadas como um indivíduo.

Foi registrado para cada indivíduo de epífita sua posição no forófito (Figura 2) segregada em zonas, a saber: Zona 1 = fuste baixo (até 1,3 m de altura); Zona 2 = fuste alto (de 1,31 m até a primeira bifurcação da árvore); Zona 3 = primeira ramificação de galhos (galhos grossos); Zona 4 = copa (galhos finos com muitas ramificações e presença de folhas)

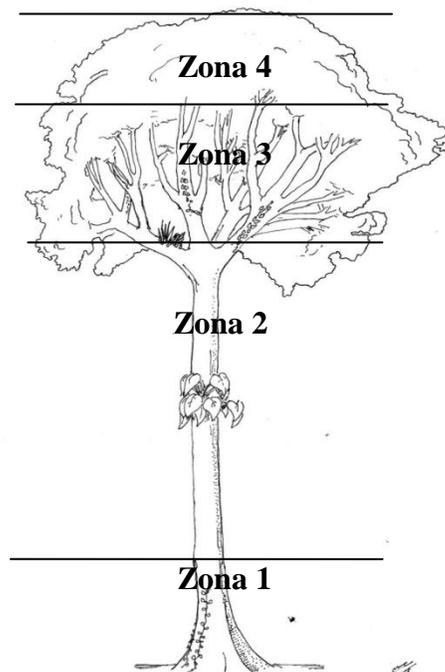


Figura 2. Zonas de estratificação vertical no forófito.

Para o acesso à copa dos forófitos foi utilizado o método de escalada com equipamentos de rapel (arborismo) (Figura 1, Anexo), o que otimizou o levantamento das epífitas. A maioria das espécies foi identificada no campo pelo primeiro autor com auxílio de guias de campo (e. g, Ribeiro *et al.* 1999, Silva e Silva 2004, Zuquim *et al.* 2008) O material estéril com maiores dificuldades de identificação foi levado para uma coleção particular para acompanhamento da floração e frutificação, (Figura 2, Anexo), e então foram confeccionadas as exsiccatas. O material devidamente determinado foi depositado no Herbário da Universidade Federal do Amazonas (HUAM). Para a determinação específica foram utilizadas a Flora of the Venezuelan Guayana (STEYERMARK *et al.* 1998), Orquídeas Nativas da Amazônia Brasileira II (SILVA & SILVA 2004), Flora da Reserva Ducke (RIBEIRO *et al.* 1999) e por especialistas. Os nomes das espécies foram atualizados de acordo com a flora do Brasil (FORZZA *et al.* 2012 - ver <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/>). A divisão taxonômica seguiu a classificação APG III (2009) para angiospermas e SMITH *et al.* (2006) e LABIAK & PRADO (2008) para alguns gêneros de Polypodiaceae.

Análise dos dados

A diversidade florística das epífitas na área amostrada foi avaliada através do Índice de Riqueza de Espécies de Shannon-Wiener (H') (MAGURRAN 1988; KREBS 1999). Esse índice foi calculado usando a fórmula:

$$H' = - \sum (p_i) (\ln p_i)$$

Onde,

$p_i = (n_i / N)$ é a probabilidade de que um indivíduo amostrado pertença à espécie i ;

\ln = logaritmo natural

n_i = nº total de indivíduos da espécie i ;

N = número total de indivíduos amostrados na área.

Para avaliar a diferença na distribuição vertical das epífitas na vertente foi utilizado a análise similaridade (Cluster analysis), utilizando distância Euclidiana, através do programa PC-ORD 6 (MCCUNE E MEFFORD 2011) a partir de uma matriz onde nas linhas estão os forófitos com as zonas de estratificação e nas colunas, as espécies de epífitas vasculares. Também, foi realizada no mesmo programa, uma Análise de Correspondência Retificada ou DCA (“Detrended Correspondence Analysis”). Segundo Gauch (1982), a DCA é mais indicada para o agrupamento dos dados ecológicos porque a segunda matriz de autovetor da componente principal não é constante e varia de acordo com a distribuição da população amostrada. E por último, com base nos resultados de Valsko & Scudeller (2012 – em preparação), onde os autores verificaram que existe diferença da composição de epífitas entre as cotas altimétricas da floresta ombrófila densa de vertente, essas mesmas análises foram repetidas em cada cota altimétrica.

Para realizar as análises de agrupamento e similaridade foi extraída da matriz da CoA as espécies *Trichomanes ankersii*, *Philodendron platypodium*, *Octomeria grandiflora*, *Dichaea anchoraelabia*, *Catasetum barbatum*, *Cattleya wallisii*, *Epidendrum nocturnum*, *Scuticaria steelei*, *Specklinia picta*, por não haver presença nessa cota, causando falha na elaboração das análises. Outro problema acusado na análise de DCA, dessa cota, foi à presença das espécies *Heteropsis macrophylla* e *Trichomanes ankersii*, as quais apresentaram somente um indivíduo, resultando na retirada dos forófitos 02 e 06 da análise por apresentarem somente essas duas espécies. O mesmo ocorreu para as análises da CoB, retirando-se as espécies *Microgramma* sp., *Elaphoglossum* sp., *Heteropsis* sp. e *Heteropsis macrophylla*, que não ocorreram nesta cota.

Resultados

A riqueza das epífitas vasculares foi de $H' = 2,81805$ nats. Orchidaceae obteve maior riqueza de espécies ($n=14$), seguida de Araceae com ($n= 11$), Polypodiaceae ($n=3$), Dryopteridaceae ($n=1$), Gesneriaceae ($n=2$), Clusiaceae ($n=2$), Moraceae ($n=1$), Hymenophyllaceae ($n=1$) e Cactaceae ($n=1$). Quando agrupadas por número de indivíduos, Orchidaceae foi a mais representativa com $n=428$, seguida de Gesneriaceae com $n=225$ e Araceae com $n=140$ (Valsko & Scudeller 2012 – em preparação- Figura 3).

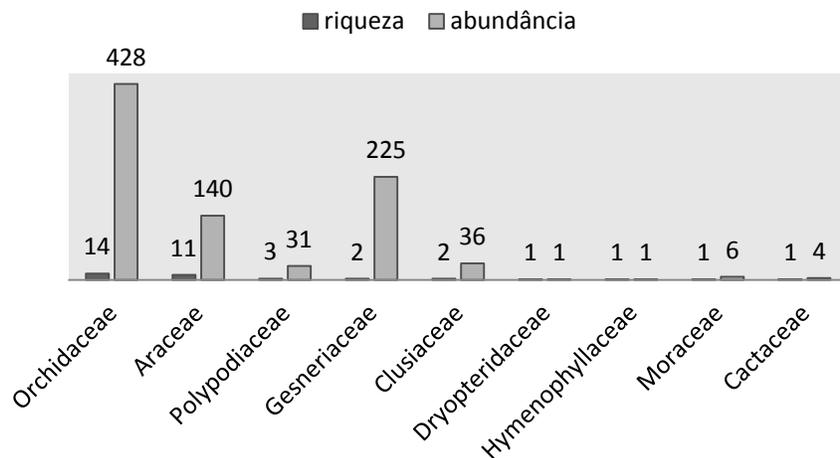


Figura 3. Riqueza e abundância das famílias de epífitas vasculares na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé nas duas cotas altimétricas em uma vertente de floresta ombrófila densa.

Ao observar o gráfico do número de indivíduos por zona de estratificação (Figura 4), podemos ver que a zona 3 possui maior número de epífitas ($n=50\%$) e a zona 1 a de menor quantidade ($n=7\%$). Mas se analisarmos as zonas pelo índice de riqueza, podemos ver que a zona 2 obteve um maior valor (Ver índice de Shannon-Wiener –Tabela 1).

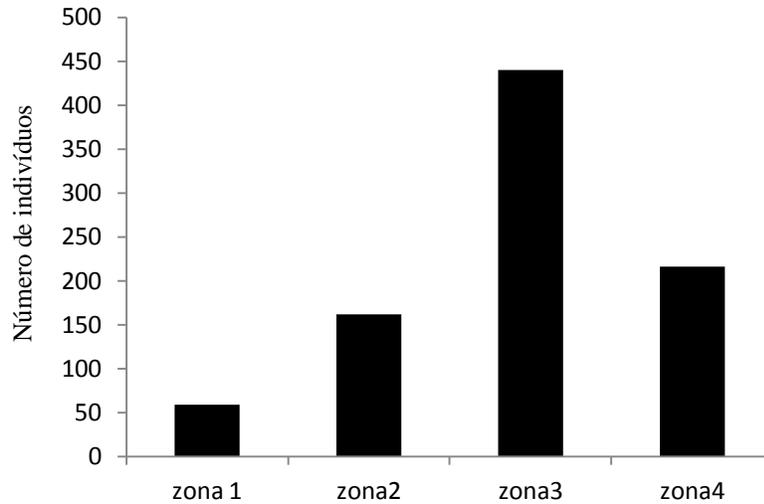


Figura 4. Número de indivíduos por zonas de estratificação vertical

Tabela 1. Índice de Riqueza de Espécies de Shannon-Wiener (H') das quatro zonas de estratificação vertical.

Zonas	(H')
1	1,38542
2	2,83164
3	2,53055
4	1,65001

Na zona 1 *Philodendron fragrantissimum* (Araceae) (Figura 3, Anexo), foi a espécie com maior percentagem de indivíduos (66%). Na zona 2, apesar de apresentar maior presença de espécies em relação a zona 1, *Philodendron fragrantissimum* (Figura 3, Anexo), também foi a que obteve maior percentagem de indivíduos (15%), acompanhada de uma espécie de Pteridófita (*Elaphoglossum glabellum*) que apresentou 11% e uma de Orchidaceae (*Dicheae anchoraelabia*) (Figura 3, Anexo), que também apresentou uma percentagem de 11%. Na sequência a zona 3, *Codonanthe crassifolia* (Gesneriaceae) (Figura 3, Anexo) obteve um grande número de indivíduos nessa zona com um percentage de 24%, porém essa zona também obteve uma grande presença de outras espécies. *Camaridium ochroleucum* (Orchidaceae) (Figura 3, Anexo) apresentou 18%, *Maxillaria kegelii* (Orchidaceae) (Figura 3, Anexo) obteve 10% e

Codonanthopsis ulei (Gesneriaceae) (Figura 3, Anexo) também apresentou uma porcentagem de indivíduos de 10%. E por fim a zona quatro apresentou *Octomeria brevifolia* (Orchidaceae) (Figura 3, Anexo) como a espécie representativa dessa zona, perfazendo 45% dos indivíduos e *Codonanthe crassifolia* (Figura 3, Anexo) com 29%. (Figura 5)

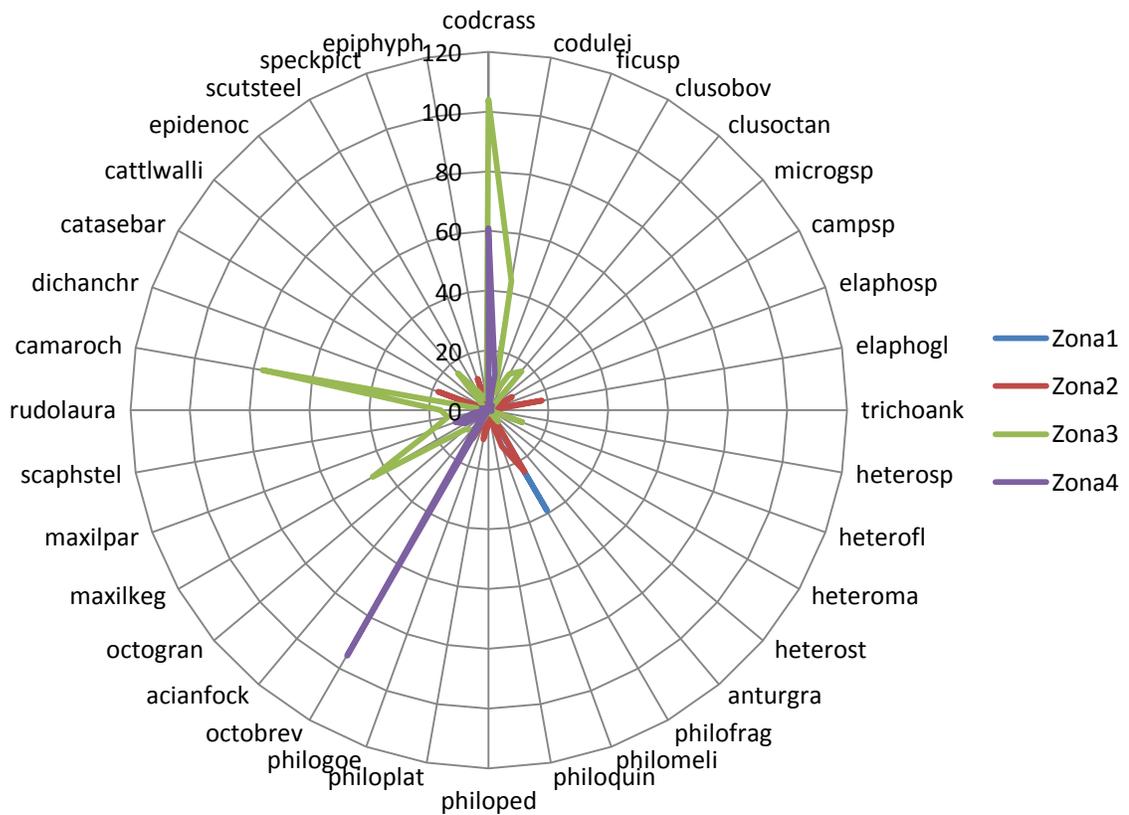


Figura 5. Gráfico de radar da distribuição vertical indicando a abundância das epífitas vasculares nas 4 zonas de estratificação. Ver legenda das siglas em (Tabela 1-Anexo).

Na tabela 2, observa-se que Araceae apresentou maior abundância nas zonas 1 e 2. Sendo que *Heteropsis flexuosa* foi a única espécie que ocorreu nas quatro zonas, mas com maior abundância na zona 3. É interessante ressaltar que muitas espécies de Orchidaceae apresentaram

abundância maior na zona 3, juntamente com Gesneriaceae. Destaca-se ainda, a única espécie de Cactaceae (*Epiphyllum phyllanthus*) que foi específico da zona 3, apesar do baixo número de indivíduos amostrados.

Tabela 2. Distribuição vertical de epífitas na Amazônia Central. O x representa a presença nas zonas de estratificação e a abundância relativa de cada espécie na zona de estratificação

Família/Espécie	Zona 1	Zona 2	Zona3	Zona 4
Gesneriaceae				
<i>Codonanthe crassifolia</i> (Focke) C.V.Morton		x	xxxx	Xxx
<i>Codonanthopsis ulei</i> Mansf.		x	xxxx	Xx
Moraceae				
<i>Ficus</i> sp				Xx
Clusiaceae				
<i>Clusia obovata</i> (Spruce ex Planch. & Triana) Pipoly		x	xx	X
<i>Clusia octandra</i> (Poepp.) Pipoly			xx	X
Polypodiaceae				
<i>Microgramma</i> sp.			x	
<i>Campyloneurum</i> sp.		x		
Dryopteridaceae				
<i>Elaphoglossum</i> sp.		x	x	
<i>Elaphoglossum glabellum</i> J.Sm	x	x		
Hymenophyllaceae				
<i>Trichomanes ankersii</i> C.Parker ex Hook. & Grev		x		
Araceae				
<i>Heteropsis</i> sp.	x			
<i>Heteropsis flexuosa</i> (Kunth) G.S.Bunting	x	xx	xxx	X
<i>Heteropsis macrophylla</i> A.C.Sm	x			
<i>Heteropsis steyermarkii</i> G.S.Bunting	x	x		
<i>Anthurium gracile</i> (Rudge) Lindl		x	x	
<i>Philodendron fragrantissimum</i> (Hook.) G.Don	xxxx	xxx		
<i>Philodendron melinonii</i> Brongn. ex Regel		xx		
<i>Philodendron quinquelobum</i> K.Krause	x	x		
<i>Philodendron pedatum</i> (Hook.) Kunth	x	x		
<i>Philodendron platypodum</i> Gleason	x	x	x	
<i>Philodendron goeldii</i> G.M.Barroso		x	x	
Orchidaceae				
<i>Octomeria brevifolia</i> Cong.		x	xx	Xxxx
<i>Acianthera fockei</i> (Lindl.) Pridgeon & M.W.Chase			x	X
<i>Octomeria grandiflora</i> Lindl		x	xx	X
<i>Maxillaria kegelii</i> Rchb.f		x	xxxx	Xx

<i>Maxillaria parkeri</i> Hook.	x	xxxx	Xx
<i>Scaphyglottis stellata</i> Lodd. ex Lindl.	x	xxx	X
<i>Rudolfiella aurantiaca</i> (Lindl.) Hoehne	x	xxx	
<i>Camaridium ochroleucum</i> Lindl	x	xxxx	X
<i>Dichaea anchoraelabia</i> C.Schweinf.	xxx		
<i>Catasetum barbatum</i> (Lindl.) Lindl.	x	x	X
<i>Cattleya wallisii</i> (Linden) Linden ex Rchb.f.		x	
<i>Epidendrum nocturnum</i> Jacq		xx	X
<i>Specklinia picta</i> (Lindl.) Pridgeon & M.W.Chase	xx	x	
<i>Scuticaria steelei</i> (Hook.) Lindl		xx	
Cactaceae			
<i>Epiphyllum phyllanthus</i> (L.) Haw.		x	

A análise de similaridade da CoA (Figura 6) mostrou a formação de dois blocos, um unindo as zonas estratificação 1 com zona 2 e o segundo grupo formado praticamente pela zona 3. As amostras da zona 4 apresentaram-se dispersas em ambos blocos.

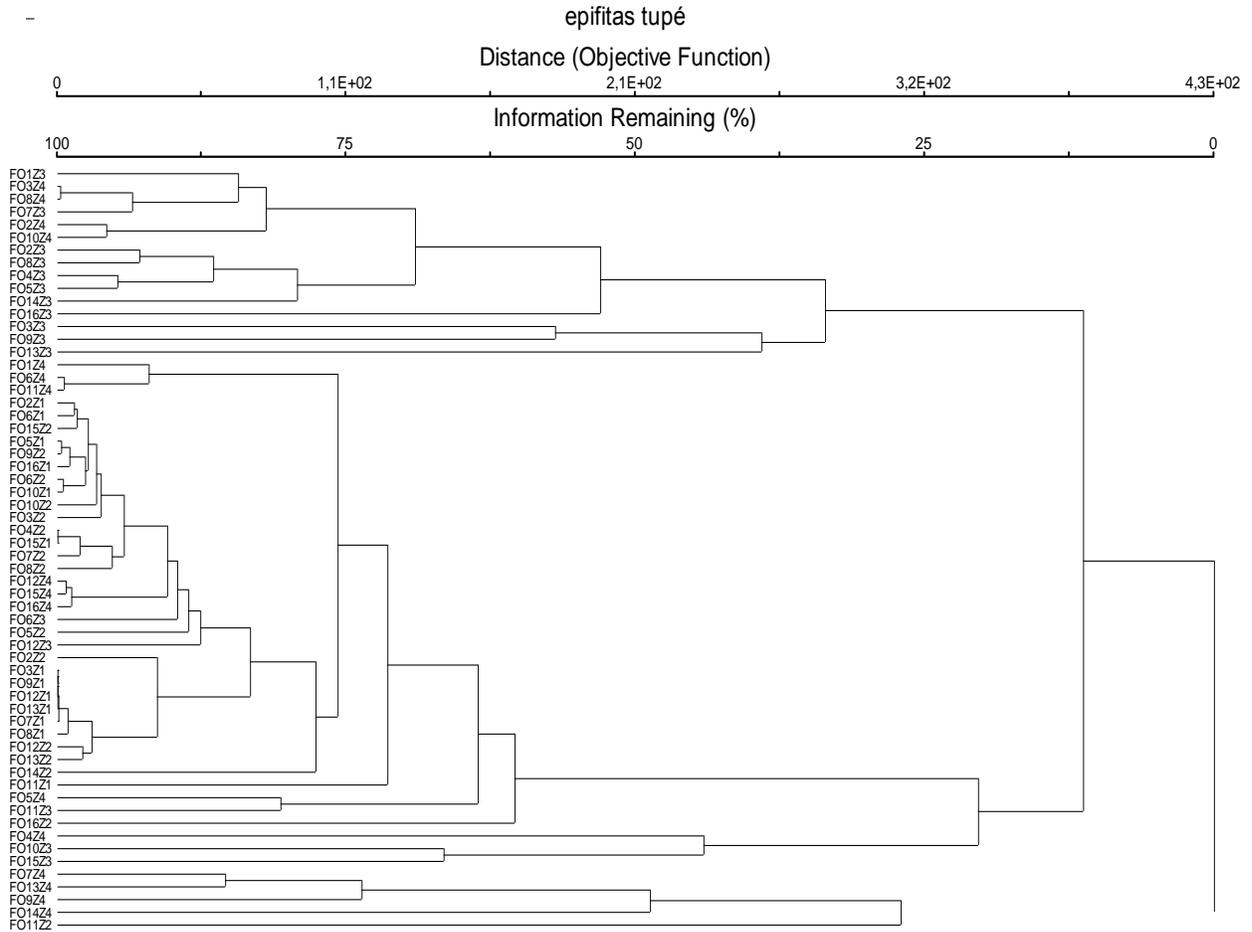


Figura 6. Análise de similaridade (Cluster Analysis) dos forófitos da CoA com suas respectivas zonas de estratificação vertical na Amazônia Central.

Já a análise de similaridade da CoB (Figura 7) essa primeira divisão em dois blocos não é tão evidente, apresentando um gradiente das zonas 1 a 4.

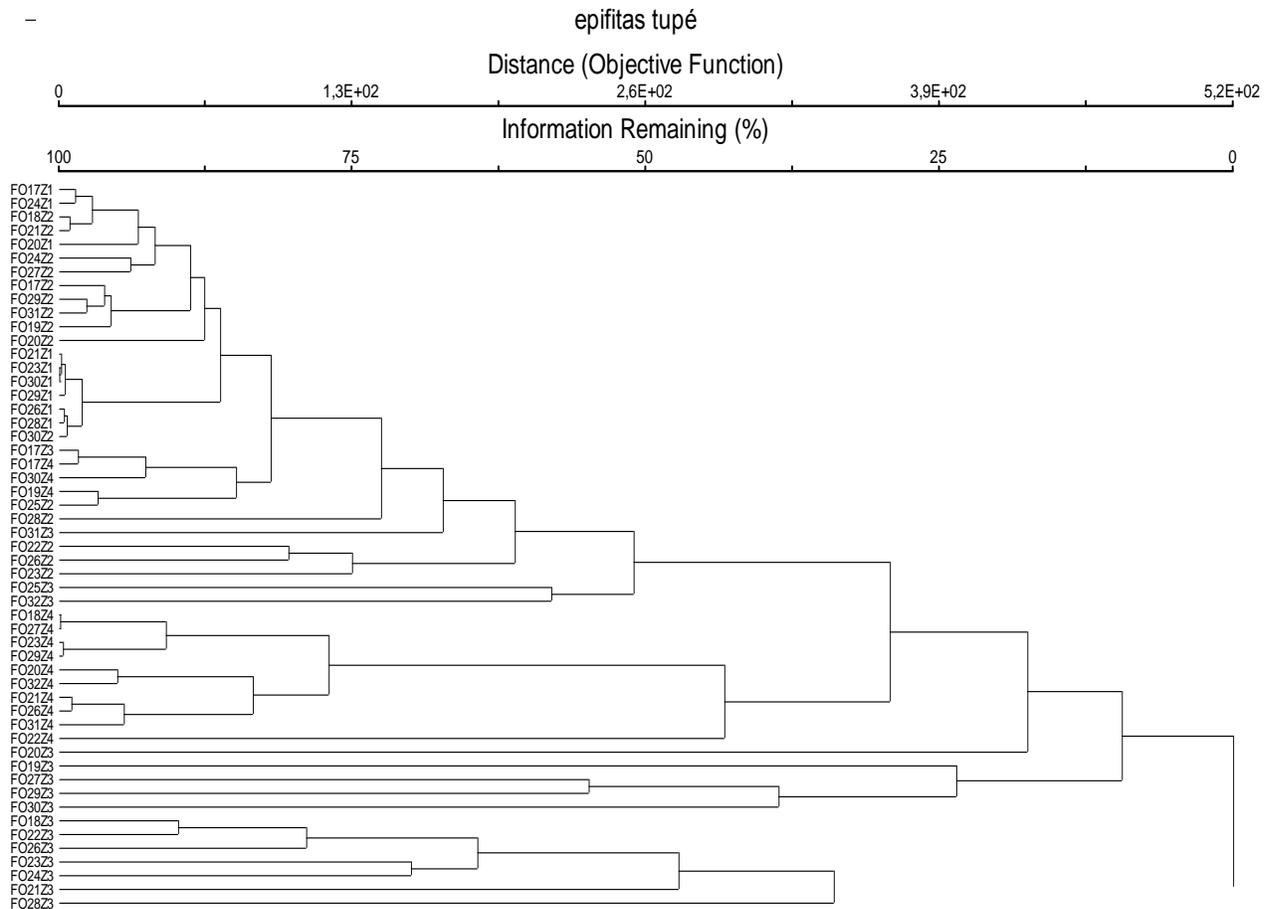


Figura 7. Análise de similaridade (Cluster Analysis) dos forófitos na CoB com suas respectivas zonas de estratificação vertical na Amazônia Central.

Ao analisar os dados no DCA, apesar de haver pouca explicação, apresenta-se uma variância baixa de (5,7511%, ver autovalores na tabela 3). Podemos observar no gráfico um forte agrupamento dos forófitos com as zonas 3, indicando, também um fraco agrupamento entre os forófitos com zona 4 e um outro fraco agrupamento entre as zonas 1 e 2 (Figura 8). Já para a cota CoB houve uma formação de grupos (variância 7, 13%, ver autovalores na tabela 3), separando os forófitos com zonas 1 e 2 dos forófitos com as zonas 3 e 4 (Figura 9).

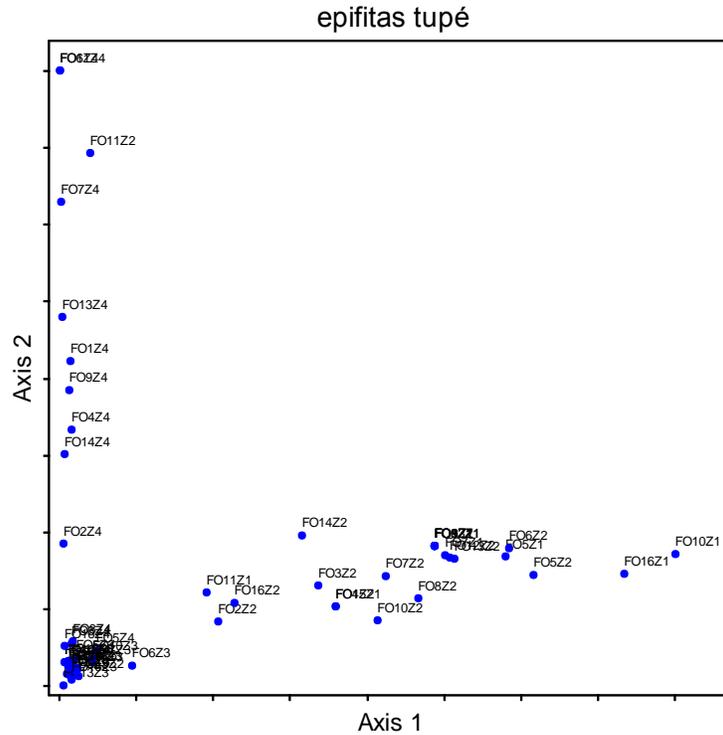


Figura 8. Análise de DCA da estratificação vertical de epífitas nos forófitos da CoA na Amazônia Central. **FO** corresponde ao forófito e **Z** a zona de estratificação. (ver autovalor na tabela 3).

A segregação entre as zonas é em decorrência da similaridade da composição de espécies, onde cada uma pode ter preferência por um microhabitat ideal para se estabelecer. No entanto, podemos observar que o forófito 25 da zona 2 (FO25Z02-Figura 9) se encontra dentro do grupo da classe 2, por apresentar duas espécies de Orchidaceae e uma Gesneriaceae, sendo um evento incomum observado nos demais forófitos. Isto se deve ao fato de que esse forófito possui um grande porte, se destacando no dossel da floresta e estando localizado em uma clareira natural, recebendo uma maior luminosidade na extensão da zona 2.

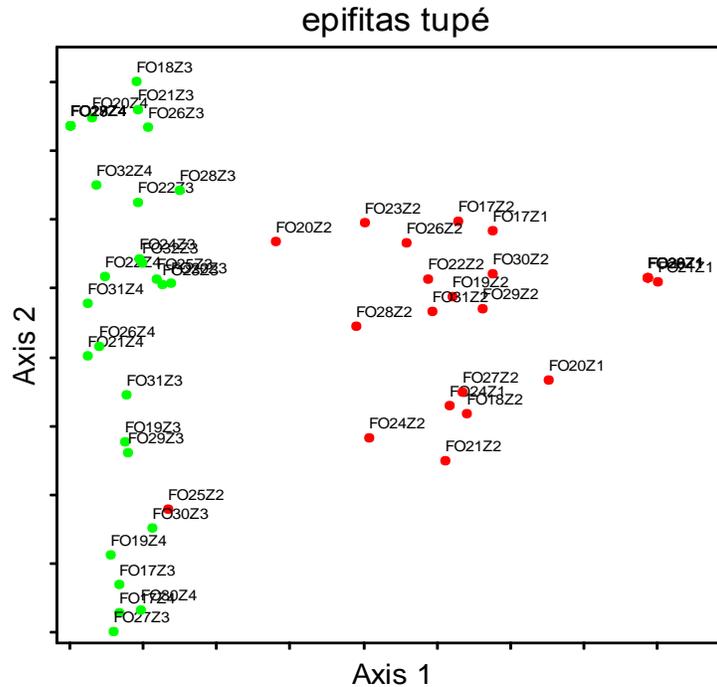


Figura 9. Análise de DCA da estratificação vertical de epífitas nos forófitos da CoB na Amazônia Central. Em vermelho zonas 1 e 2 e verdes zonas 3 e 4. **FO** corresponde ao forófito e **Z** a zona de estratificação.(ver autovalor na tabela 3)

Tabela 3. Autovalores das análise de DCA da distribuição vertical nas duas cotas altimétricas.

eixo	CoA	CoB
1	0.84884	0.87590
2	0.56706	0.47378
3	0.34115	0.35613

DISCUSSÃO

O maior número de indivíduos de epífitas sobre as copas, verificados neste estudo, corrobora com o mesmo padrão de ocorrência observado em outros trabalhos com epífitas vasculares realizados no Brasil (KERSTEN & SILVA 2002; GONÇALVES & WAECHTER 2003; GIONGO & WAECHTER 2004; POS & SLEEGERS 2010). A expressividade de espécies e indivíduos nas copas pode estar relacionada ao tempo de vida do forófito, maior quantidade de substrato, melhores condições de luminosidade, acúmulo de húmus e umidade (STEEGE & CORNELISSEN 1989; GONÇALVES & WAECHTER 2003; KERSTEN & SILVA 2002). As

espécies comuns a copa, geralmente, apresentam folhas e/ou pseudobulbos suculentos e metabolismo ácido- crassuláceo (CAM) para fixação do carbono (NUNES & WAECHTER 1998). Como exemplo, citamos *Codonanthe crassifolia* (Figura 3, Anexo) que apresenta folhas carnosas e suculentas, características para resistir à seca e ao calor (HOEHNE 1949; GURALNICK *et al.* 1986). Porém, o fuste (zona 2), em contrapartida com estes trabalhos, apresentou uma alta riqueza. Mesmo com sua expressiva verticalidade que pode dificultar a fixação das epífitas, apresentando espécies adaptadas ao estabelecimento nesta zona (FREIBERG 1996). A similaridade entre as zonas 1 e 2, foi a mesma encontrada no trabalho de Pos & Slegers (2010)

A segregação das epífitas por zonas de distribuição vertical pode estar relacionada à grande entrada de luz no sub-bosque, oferecendo locais ideais para uma melhor fixação das epífitas, transformando todas as áreas dos forófitos como um microhabitat ideal para uma fixação generalista das epífitas. como ocorreu no trabalho de Bataghin *et al.* (2010), onde não houve diferença significativa entre as zonas. Pois espécies podem estar encontrando microhabitat ideal nessas zonas próximas. Como exemplo tem *Philodendron fragrantissimum* (Araceae) (Figura 3, Anexo) que é encontrado em forma jovem na base dos forófitos apresentando um crescimento monopodial escandente e, quando em forma adulta, é encontrado fixado na parte intermediária do fuste do forófito em forma de roseta (comentário pessoal).Entretanto a similaridade entre as zonas 1 e 2 é em decorrência da riqueza de espécies de Araceae, que, na maioria das vezes, são hemiepífitas, podendo apresentar crescimento escandente, fixando-se desde a base do forófito, se estendendo até zonas mais altas, às vezes sem perder o contato com o solo. Isso corrobora com o trabalho de Pos & Slegers (2010) realizado em floresta ombrófila densa na Amazônia, que indicaram a preferência por Araceae pelas zonas baixas do forófito.

No entanto, *Heteropsis flexuosa* foi a única espécie que ocorreu nas quatro zonas de estratificação. É uma epífito que em seu desenvolvimento fixa-se ao do tronco dos forófitos. Duringan (1998), em observações de campo, constatou a presença de plântulas buscando a planta suporte a partir do solo, supondo que nessa fase ocorra a germinação e depois a busca de suporte pelo processo de skototropismo. Neste processo, numa primeira fase, a planta guia-se pela sombra de seu suporte, fenômeno observado em *Monstera* spp. – Araceae, e só então passa a buscar luz por heliotropismo, escalando seu suporte, mantendo contato com o solo através de suas raízes alimentares. Podendo, também, apresentar reprodução vegetativa por ramos

flageliformes, onde estes crescem horizontalmente na superfície da serrapilheira buscando se desenvolver em outro forófito (SOARES 2008). Segundo Plowden *et al.* (2003) essa espécie, quando em forma adulta, lança raízes até o solo para a absorção de nutrientes. Essas raízes apresentam grande valor econômico, podendo diminuir a população pelo extrativismo sem controle (Plowden *et al.* 2003).

Contudo, as zonas 3 e 4 são similares podendo apresentar microclimas parecidos, onde predomina espécies com o hábito holoepifítico. Essas zonas proporcionam uma maior incidência de luz e uma diminuição da umidade devido a maior incidência de ventos, determinando espécies adaptadas somente para essas áreas do forófito. A maior abundância nas zonas altas, em relação as zonas baixas, pode indicar a passagem do ambiente terrícola para o epifítico, a qual é uma migração em busca de luz (BENZING 1990), embora, o estresse hídrico seja o principal desafio para as epífitas vasculares (KERSTEN & SILVA 2002). Contudo, algumas destas espécies desenvolveram mecanismos com finalidade de se adaptarem a este déficit hídrico (JOHANSSON, 1974).

Segundo Freiberg (1996), a maior abundância das epífitas na zona 3 pode ser explicado pelo acúmulo de húmus depositado na bifurcação dos galhos, retendo nutrientes necessário para o desenvolvimentos das plantas e uma maior disponibilidade luz.

A preferência de *Octomeria brevifolia* (Orchidaceae) (Figura 3, Anexo) pela zona 4, mostra a adaptação de fixação dessa planta em galhos finos e a tolerância a dessecação. No entanto, não foi encontrado trabalhos ecofisiológicos sobre essa epífita.

A distribuição vertical das epífitas nos forófitos é determinada por gradientes microclimáticos, com a intensidade de luz, velocidade dos ventos, aumento da temperatura do nível do chão até o dossel, enquanto a umidade do ar diminui (PARKER 1995, WALSH 1996, FREIBERG 1997). Dentro da copa a abundância de material orgânico e musgos, fornece nutrientes e umidade para as epífitas (NADKARNI 1984; FREIBERG E FREIBERG 2000), melhores condições de enraizamento e podendo, ainda, apresentar um nível razoavelmente alto de luz (KROMER 2007). A baixa riqueza na base dos forófitos é em decorrência da evolução dessas plantas, preferindo lugares mais altos, fugindo do ataque de herbívoros, competição com outras plantas e a busca por uma melhor radiação solar (BENZING 1987; WAECHTER 1986). Ainda que é concebível que os nichos ecológicos das epífitas podem sobrepor-se amplamente (NIEDER *et al.* 2000).

É de suma importância a identificação dos fatores que afetam a distribuição vertical de epífitas vasculares, sendo necessário um grande número de medições microclimáticas (atmosférica, radiação, umidade e temperatura) em uma escala muito pequena de estratificação, talvez com intervalos de 10 cm ou menos (Hietz & Hietz-Seifert 1995)

Essa constatação reforça que a compartimentação vertical das epífitas vasculares é mais evidente em florestas úmidas que em outros ecossistemas florestais, devido a preferências por habitat distintos condicionados por gradientes de luz e umidade (Zimmerman & Olmsted 1992), por essa razão algumas espécies ocorrem exclusivamente em determinado segmento do forófito (Rogalski & Zanin 2003).

Segundo Hietz & Hietz-Seifert (1995) os fatores abióticos em uma floresta podem ser alterados devido a exploração seletiva de madeira ou outras atividades de ação antrópica, sendo as epífitas o primeiro grupo a ser afetado. As baixas taxas de crescimento e longevidade de muitas epífitas (BENZING 1990) são outros fatores importantes para a sobrevivência em áreas de perturbação. (Hietz & Hietz-Seifert 1995).

CONCLUSÃO

Este estudo amostrou em 32 forófitos uma quantidade de 872 indivíduos de epífitas vasculares, com uma riqueza de 36 espécies em nove famílias. Sendo que Orquidaceae foi a mais representativa e, na sequência, Araceae. A zona 3 foi a que apresentou maior número de indivíduos, porém a zona 2 apresentou maior riqueza ($H' 2,83164$). Na zona 1 e 2 *Philodendron fragrantissimum* (Figura 3, Anexo) , foi a espécie mais representativa. Na zona 3 as duas espécies de Gesneriaceae (*Codonanthe crassifolia* e *Codonanthopsis ulei*) (Figura 3, Anexo) e duas espécies de Orchidaceae (*Camaridium ochroleucum* e *Maxillaria kegelii*) (Figura 3, Anexo) foram as que apresentaram maior número de indivíduos nesta zona. E na zona 4, *Octomeria brevifolia* (Figura 3, Anexo) foi a espécie representativa dessa cota. *Heteropsis flexuosa* foi a única espécie que ocorreu nas 4 zonas com maior abundância na zona 3. As análises de similaridade mostraram que as zonas 1 e 2 possuem semelhança, com o mesmo ocorrendo para as zonas 3 e 4. Sendo que a zonas 3 dos forófitos CoB apresenta um forte agrupamento. Os resultados da distribuição vertical podem estar relacionados com a diferença dos microclimas e estruturas que cada zona de estratificação nos forófitos apresenta.

BIBLIOGRAFIA

BATAGHIN, F; BARROS, F. & PIRES, J.S.R. 2010. Distribuição da comunidade de epífitas vasculares em sítios sob diferentes graus de perturbação na Floresta Nacional de Ipanema, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **33** (3): 501 – 512.

BENZING, D.H. 1995. The physical mosaic and plant variety in forest canopies. **Selbyana** **16** (2): 159 – 168.

BONNETI, 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.

BORGO, M.; SILVA, S.M. 2003. Epífitos vasculares em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista, Curitiba, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **26** (3) 391 – 401.

COTTAM, G. & CURTIS, J.T. 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. **Ecology** **37** :451–460.

DISLICH, R & MANTOVANI, W. 1998. A flora de epífitas vasculares da Reserva da Cidade Universitária “Armando de Salles Oliveira” (São Paulo, Brasil). **Boletim Botânico da Universidade de São Paulo** **17**: 61–83.

FORZZA, R.C; LEITMAN, P.M.; COSTA, A.F; CARVALHO JR, A.A; PEIXOTO, A.L; WALTER, B.M.T; BICUDO, C; ZAPPI, D; COSTA, D.P; LLERAS, E; MARTINELLI, G; LIMA, H.C; PRADO, J; STEHMANN, J.R; BAUMGRATZ, J.F.A; PIRANI, J.R; SYLVESTRE, L; MAIA, L.C; LOHMANN, L.G; QUEIROZ, L.P; SILVEIRA, M; COELHO, M.N; MAMEDE, M.C; BASTOS, M.N.C; MORIM, M.P; BARBOSA, M.R; MENEZES, M; HOPKINS, M; SECCO, R; CAVALCANTI, T.B. & SOUZA, V.C. 2010. Introdução. *In*: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012>.

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

GAUCH, H.G. 1982. **Multivariate analysis in community ecology**. New York, Cambridge Univer. Press, 298 p.

GENTRY, A.H. & DODSON, C.H. 1987. **Contribution of nontrees to species richness of a tropical rain forest**. **Biotropica** **19** (2):149 – 156.

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**: 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 Brasilica** **17**: 89 – 100.

GURALNICK L.J; TING, I.P & LORD, E.M. 1986. Crassulacean Acid Metabolism in the Gesneriaceae. **American Journal of Botany** **73** (3): 336 – 345.

PETER, H & HIETZ-SEIFERT, U. 1995. Structure and ecology of epiphyte communities of a cloud forest in central Veracruz, Mexico. **Journal of Vegetation Science** **6**: 719 – 728.

HOEHNE, F.C. 1949. **Iconografia de Orchidáceas do Brasil**. Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, São Paulo.

INGRAM, S.W. & NADKARNI, N.M. 1993. Composition and distribution of epiphytic organic matter in a neotropical cloud forest, Costa Rica. **Biotropica** **25** (4): 370 – 383.

JOHANSSON, D. 1974. Ecology of vascular epiphytes in West African rain forest. **Acta Phytogeographica Suecica** **59**: 11 – 31.

KERSTEN, R.A. & SILVA, S.M. 2001. 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.

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.

KRESS, W.J. 1986. A symposium: The biology of tropical epiphytes. **Selbyana** **9**:1 – 22.

LOMBARDI, J.A. & GONÇALVES, M. 2000. Composição florística de dois remanescentes de Mata Atlântica do sudeste de Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **23** (3): 255 – 288.

LUGO, A.E. & SCATENA, F.N. 1992. Epiphytes and climate change research in the Caribbean: a proposal. **Selbyana** **13**:123 – 130.

MADISON, M. 1977. Vascular epiphytes: their systematic occurrence and salient features. **Selbyana** **2**: 1 – 13.

MCCUNE, B. & MEFFORD, M. J. 2011. PC-ORD. **Multivariate Analysis of Ecological Data**. Version 6. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.

NIEDER, J; ENGWALD, S; KLAUN, M. & BARTHOLOTT, 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.

PERRY, D.R. 1978 A method of access into the crowns of emergent and canopy trees. **Biotropica** **10**:155–157.

PILIACKAS, J.M; BARBOSA, L.M; CATHARINO, E.L.M. 2000. Levantamento das epífitas vasculares do manguezal do rio Picinguaba, Ubatuba, São Paulo. In: S. WATANABE (coord.) **Anais do 5º Simpósio de Ecossistemas Brasileiros**. Aciesp, São Paulo, v. 2, p.357 – 363.

SOARES, M.L.C. 2008. **Sistemática e Ecologia de *Heteropsis* Kunth (Araceae Juss.) com destaque especial nas espécies Ocorrentes na Reserva Florestal Adolfo Ducke, Manaus – Amazonas, Brasil**. 206p. Tese (Doutorado). Instituto Nacional de Pesquisa da Amazonia, Manaus

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

SUDGEN, A.M. & ROBINS, R.J. 1979. Aspects of the ecology of vascular epiphytes in Colombian Cloud Forest I. The distribution of the epiphytic flora. **Biotropica** **11**: 173 – 188.

WAECHTER, J. L. 1992. **O epifitismo vascular na Planície Costeira do Rio Grande do Sul**. 163f. Tese (Doutorado) Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

ZUQUIM, G.P.S; COSTA, F. R. C; PRADO, J. & TUOMISTO, H. **Guia de identificação das samambaias e licófitas da REBIO Uatumã, Amazônia Central**. Manaus: Áttema Design Editorial, 2008. 321 p.

CONCLUSÃO GERAL

Este estudo mostrou que existe diferença entre as cotas altitudinais em floresta ombrófila densa na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé. Orchidaceae foi a família que obteve maior representatividade em número de indivíduos e espécies. Isto se deve ao fato que esta família apresenta dispersão anemocórica, sendo facilmente transportada pelas correntes de vento que atingem a CoB com maior frequência, por estar situada próxima a beira do lago do Tupé, favorecendo-se, também, com a maior entrada de luz e umidade que aparenta existir nesse ambiente. Em virtude disso, holopífitas fixam-se com maior frequência na copa dos forófitos. As aráceas fixam-se em áreas mais baixas do forófito, por apresentarem o modo de fixação hemiepífitismo, retirando nutrientes do solo e buscando a luz acima do sub-bosque.

ANEXO

Tabela 1. Lista de espécies e suas respectivas siglas utilizadas nos gráficos.

Espécies	Siglas
<i>Codonanthe crassifolia</i> (Focke) C.V.Morton	codcrass
<i>Codonanthopsis ulei</i> Mansf.	codulei
<i>Ficus</i> sp.	ficusp
<i>Clusia obovata</i> (Spruce ex Planch. & Triana) Pipoly	clusobov
<i>Clusia octandra</i> (Poepp.) Pipoly	clusoctan
<i>Microgramma</i> sp.	microgsp
<i>Campyloneurum</i> sp.	campsp
<i>Elaphoglossum</i> sp.	elaphosp
<i>Elaphoglossum glabellum</i> J.Sm	elaphogl
<i>Trichomanes ankersii</i> C.Parker ex Hook. & Grev	trichoank
<i>Heteropsis</i> sp.	heterosp
<i>Heteropsis flexuosa</i> (Kunth) G.S.Bunting	heterofl
<i>Heteropsis macrophylla</i> A.C.Sm	heteroma
<i>Heteropsis steyermarkii</i> G.S.Bunting	heterost
<i>Anthurium gracile</i> (Rudge) Lindl	anturgra
<i>Philodendron fragrantissimum</i> (Hook.) G.Don	philofrag
<i>Philodendron melinonii</i> Brongn. ex Regel	philomeli
<i>Philodendron quinquelobum</i> K.Krause	philoquin
<i>Philodendron pedatum</i> (Hook.) Kunth	philoped
<i>Philodendron platypodum</i> Gleason	philoplat
<i>Philodendron goeldii</i> G.M.Barroso	philogoe
<i>Octomeria brevifolia</i> Cong.	octobrev
<i>Acianthera fockei</i> (Lindl.) Pridgeon & M.W.Chase	acianfock
<i>Octomeria grandiflora</i> Lindl	octogran
<i>Maxillaria kegelii</i> Rchb.f	maxilkeg
<i>Maxillaria parkeri</i> Hook.	maxilpark
<i>Scaphyglottis stellata</i> Lodd. ex Lindl.	scaphstel
<i>Rudolfiella aurantiaca</i> (Lindl.) Hoehne	rudolaura
<i>Camaridium ochroleucum</i> Lindl	camaroch
<i>Dichaea anchoraelabia</i> C.Schweinf.	dichanchr
<i>Catasetum barbatum</i> (Lindl.) Lindl.	catasebar
<i>Cattleya wallisii</i> (Linden) Linden ex Rchb.f.	cattlwalli
<i>Epidendrum nocturnum</i> Jacq	epidenoc
<i>Scuticaria steelei</i> (Hook.) Lindl	scutsteel
<i>Specklinia picta</i> (Lindl.) Pridgeon & M.W.Chase	speckplet
<i>Epiphyllum phyllanthus</i> (L.) Haw.	epiphyph

Figura 1. Escalada em forófito utilizando equipamento de rapel.



Figura 2. Local (acervo particular) onde as plantas foram deixadas para florescerem.



Figura 3. Imagens de algumas espécies de epífitas ocorrentes nesse trabalho

