



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**



CRISVALDO CÁSSIO SILVA DE SOUZA

**COMPARAÇÃO DA FLORISTICA E ESTRUTURA EM RELAÇÃO AOS
ESTRATOS E ESCALAS GEOGRÁFICAS DAS FLORESTAS DE VÁRZEA E
IGAPÓ NA AMAZÔNIA ORIENTAL**

Belém
2014



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**



CRISVALDO CÁSSIO SILVA DE SOUZA

**COMPARAÇÃO DA FLORISTICA E ESTRUTURA EM RELAÇÃO AOS
ESTRATOS E ESCALAS GEOGRÁFICAS DAS FLORESTAS DE VÁRZEA E
IGAPÓ NA AMAZÔNIA ORIENTAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia e ao Museu Paraense Emílio Goeldi, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas: área de concentração Botânica Tropical, para obtenção do título de mestre.

Orientador: Prof. Dr. Leandro Valle Ferreira

Belém

2014

CRISVALDO CÁSSIO SILVA DE SOUZA

**COMPARAÇÃO DA FLORISTICA E ESTRUTURA EM RELAÇÃO AOS
ESTRATOS E ESCALAS GEOGRÁFICAS DAS FLORESTAS DE VÁRZEA E
IGAPÓ NA AMAZÔNIA ORIENTAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia e ao Museu Paraense Emílio Goeldi, como parte das exigências do programa de pós-graduação em Ciências Biológicas: área de concentração Botânica Tropical, para obtenção do título de Mestre.

Aprovado em março de 2014

BANCA EXAMINADORA

**Prof. Dr. Leandro Valle Ferreira - Orientador
Museu Paraense Emílio Goeldi**

**Prof. Dr. Leandro Juen - 1º Examinador
Universidade Federal do Pará**

**Dr. Rafael P. Salomão - 2º Examinador
Museu Paraense Emílio Goeldi**

**Profª. Drª. Roberta M. Cerqueira - 3º Examinador
Universidade Estadual do Pará**

**Profª. Drª. Mário Augusto Gonçalves Jardim - Suplente
Museu Paraense Emílio Goeldi**

Há um tempo em que é preciso abandonar as roupas usadas, que já tem a forma
do nosso corpo, e esquecer os nossos caminhos, que nos levam sempre aos
mesmos lugares. É o tempo da travessia e, se não ousarmos fazê-la, teremos
ficado, para sempre, à margem de nós mesmos.

(Fernando Pessoa)

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) e ao Museu Paraense Emílio Goeldi pela formação;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa concedida e apoio a pesquisa;

Ao Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração (PELD) – Floresta Nacional de Caxiuanã, pelo financiamento desta pesquisa.

Ao orientador, Dr. Leandro Valle Ferreira, por todos os ensinamentos fundamentais na construção deste trabalho e amadurecimento profissional e pessoal.

À banca examinadora, pela atenção dispersada e considerações.

À coordenação do curso, Drª Ana Luiza Ilkiu, em especial aos secretários Rosangela e Anderson na presteza em resolver as burocracias no programa.

À amiga Priscilla Prestes, por toda atenção, carinho, apoio emocional e técnico científico durante todo o período do mestrado.

Ao técnico botânico Luiz Carlos, pelo apoio técnico e científico na confecção desta pesquisa.

As colegas e pesquisadoras do PELD, Darley, Denise e Priscila, pelas conversas e auxílios técnicos científicos.

Aos amigos e discentes das turmas de 2010, 2011, 2012 e 2013 do PósBOT, em especial aqueles que tivemos mais afinidades e compartilhamos momentos especiais fora do âmbito institucional Silvana, Ana Claudia, Luana, Madson, Arthur, Adriano, Gabriela, Lorena, Igor e Liliane.

A minha família, Vivaldo e Maria Cristina (meus pais) e meu Irmão Vivaldi, por todo investimento financeiro, apoio moral e emocional na minha trajetória acadêmica.

Aos amigos de Rondônia, com apoio moral e emocional antes e durante todo o mestrado, Adriana, Filipe, Flávio, Juliana, Silvana, Ive, Marilene, Luciana, Viviane, Aline, Pupp e a Marina, obrigado pelas dicas profissionais e acadêmicas também.

Aos amigos que me ajudaram na minha adaptação na cidade de Belém, Elaine, Alex, Aline, Tiago, Robson, Lúcio, Antônia, Glenda.

Ao Rhuan Lopes, pelo infinito apoio, atenção, carinho e paciência.

A todos, meu muitíssimo Obrigado!

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	5
LISTA DE TABELAS	7
LISTA DE FIGURAS	8
1. CONTEXTUALIZAÇÃO	12
1.1. REVISÃO DE LITERATURA	14
1.2. REFERÊNCIAS	19
COMPARAÇÃO DA FLORISTICA E ESTRUTURA EM RELAÇÃO AOS ESTRATOS E ESCALAS GEOGRÁFICAS DAS FLORESTAS DE VÁRZEA E IGAPÓ NA AMAZÔNIA ORIENTAL	24
RESUMO	25
ABSTRACT	26
2. INTRODUÇÃO	27
3. MATERIAL E MÉTODOS	32
3.1. Área de Estudo	32
3.1.1. Escala Local e Intermediária	32
3.2. Coleta de Dados	36
3.2.1. Escala Local	36
3.2.2. Escala intermediária	38
3.3. Análise de Dados	39
3.3.1. Escala Local e Intermediária	39
4. RESULTADOS	40
4.1. Florística da Escala Local	40
4.2. Florística da Escala Intermediária	41
4.3. Número de Indivíduos e de Espécies na Escala Local	42
4.4. Número de Indivíduos e de Espécies na Escala Intermediária	47
4.5. Análise de Ordenamento das Parcelas Botânicas na Escala Local	50
4.6. Análise de Ordenamento das Parcelas Botânicas na Escala Intermediária	52
4.7. Correlação da Similaridade de Espécies e a Distância das Parcelas entre as Florestas de Igapó e de Várzea na Escala Intermediária	54
4.8. Correlação da Similaridade de Espécies e a Distância das Parcelas dentro do mesmo Tipo de Vegetação (igapó e várzea) na Escala Intermediária	55
5. DISCUSSÕES	57
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
7. REFERÊNCIAS	60
APÊNDICES	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Número de espécies total, por tipos de floresta (igapó e várzea) e comum as duas florestas separadas por estratos e a porcentagem das 10 espécies com maior densidade relativa em cada tipo de floresta dentro de cada estrato da escala local na Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã.....	40
Tabela 2- Número de espécies total, por tipos de floresta (igapó e várzea) e comum as duas florestas separadas por estratos e a porcentagem das 10 espécies com maior densidade relativa em cada tipo de floresta dentro de cada estrato da Escala Intermediária na Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã.....	42
Tabela 3 - Teste de Tukey realizado com a raiz quadrada do número de indivíduos da comunidade de plantas dos três estratos da floresta de igapó na escala local da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã.....	43
Tabela 4 - Teste de comparação múltipla realizado com o número de espécies da comunidade de plantas dos três estratos da floresta de igapó na escala local da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã.....	44
Tabela 5 - Teste de comparação múltipla realizado com o número de indivíduos da comunidade de plantas dos três estratos da floresta de várzea na escala local da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã.....	45
Tabela 6 - Teste de Tukey realizado com o número de espécies da comunidade de plantas dos três estratos da floresta de várzea na escala local da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã.....	46
Tabela 7 – Valor do Teste t realizado com a média do número de indivíduos e do número de espécies dos três estratos (regeneração natural, plantas estabelecidas e arbóreo) e com a comunidade de herbáceas na escala local da Estação Científica Ferreira Penna – Caxiuanã. .	47
Tabela 8 - Teste de comparação múltipla realizado com o número de indivíduos da comunidade de plantas dos três estratos da floresta de igapó na escala intermediária da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã.	48
Tabela 9 - Teste de comparação múltipla realizado com o número de indivíduos da comunidade de plantas dos três estratos da floresta de várzea na escala intermediária da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã.	49
Tabela 10 - Valores dos Teste t realizado com a média do número de indivíduos dos três estratos (regeneração natural, plantas estabelecidas e arbóreo) na escala intermediária da Estação Científica Ferreira Penna – Caxiuanã.	49

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tipos de vegetação da Estação Científica Ferreira Penna-Caxiuanã.....	33
Figura 2 – (A) Estrutura da vegetação da floresta de igapó, (B) árvores com diâmetros de pequeno porte, (C) conspícuas presenças de espécies com forma de vida herbácea na regeneração natural, (D) destaque para as famílias Rapataceae, Cyperaceae, Poaceae (Fotos: Leandro V. Ferreira, Museu Paraense Emilio Goeldi, em 2013).	34
Figura 3 – (A) Estrutura da vegetação da floresta de várzea com abundante presença de <i>Mauritia flexuosa</i> (buriti), (B) grande quantidade de bancos de macrófitas aquáticas flutuantes, (C) sub-bosque aberto, (D) baixa abundância de espécies de plantas herbáceas na regeneração natural (Fotos: Leandro V. Ferreira, Museu Paraense Emilio Goeldi, em 2013).35	
Figura 4 - Localização das quatro parcelas permanentes do inventário de florestas inundadas do Projeto de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração (PELD), duas nas florestas de igapó do rio Curuá e duas nas florestas de várzea na baía de Caxiuanã (Autor: Leandro V. Ferreira, Museu Paraense Emilio Goeldi, em 2013).	36
Figura 5 - Diagrama da localização das 13 quadras (20 x 20 metros) na parcela permanente do inventário das florestas inundadas do Projeto de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração (PELD) de Caxiuanã, e o detalhe do tamanho das quadras usadas nos estratos arbóreo (20 x 20 metros), plantas estabelecidas (5 x 5 metros) e regeneração natural (2 x 2 metros).	37
Figura 6 - Distribuição espacial das 30 parcelas do inventário botânico em escala intermediária (meso-escala) realizado nas florestas de igapó e de várzea da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã (Autor: Leandro V. Ferreira, Museu Paraense Emilio Goeldi, em 2013).	38
Figura 7- Média do número de indivíduos da comunidade de planta dos três estratos da floresta de igapó na escala local da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã. Teste realizado com Anova one way, utilizando a transformação de raiz quadrada dos dados.....	43
Figura 8 - Média do número de espécies da comunidade de planta dos três estratos da floresta de igapó na escala local da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã. Teste realizado com Anova one way.	44
Figura 9 - Média do número de indivíduos da comunidade de planta dos três estratos da floresta de várzea na escala local da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã. Teste realizado com Anova one way.....	45
Figura 10 - Média do número de espécies da comunidade de planta dos três estratos da floresta de várzea na escala local da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã. Teste realizado com Anova one way, utilizando a transformação de raiz quadrada dos dados.....	46
Figura 11 - Média do número de espécies da comunidade de planta nos três estratos dos dois ambientes (floresta de igapó e de várzea) na escala local da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã. Teste realizado com Anova two way.....	47
Figura 12 - Média do número de indivíduos da comunidade de planta nos três estratos da floresta de igapó na escala intermediária da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã. Teste realizado com Anova one way.....	48
Figura 13 - Média do número de indivíduos da comunidade de planta nos três estratos da floresta de várzea na escala intermediária da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã. Teste realizado com Anova one way.....	49

Figura 14 - Ordenamento das parcelas botânicas da comunidade do estrato de regeneração natural em escala local entre as florestas de igapó (ig - destaque em azul) e de várzea (va - destaque em vermelho) da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã.....	50
Figura 15 - Ordenamento das parcelas botânicas da comunidade do estrato de plantas estabelecidas entre a floresta de igapó (ig – destaque em azul) e várzea (va – destaque em vermelho) escala local na Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã.....	51
Figura 16 - Ordenamento das parcelas botânicas da comunidade de plantas do estrato arbóreo em escala local das florestas de igapó (ig – destaque em azul) e de várzea (va – destaque em vermelho) da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã.....	52
Figura 17 - Ordenamento das parcelas botânicas da comunidade de plantas do estrato da regeneração natural das florestas de igapó (ig – destaque em azul) e várzea (va – destaque em vermelho) escala intermediária na Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã.....	53
Figura 18 - Ordenamento das parcelas da comunidade do estrato de plantas estabelecidas entre as florestas de igapó (ig – destaque em azul) e várzea (va – destaque em vermelho) em escala intermediária na Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã.....	53
Figura 19 - - Ordenamento das parcelas da comunidade de plantas do estrato arbóreo entre as florestas de igapó (ig – destaque em azul) e várzea (va – destque em vermelho) escala intermediária na Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã.....	54
Figura 20 - Correlação da similaridade de espécies e a distância das parcelas da comunidade de plantas do estrato de regeneração natural nas florestas de várzea e igapó na escala intermediária na Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã	54
Figura 21 - Correlação da similaridade de espécies e a distâncias das parcelas da comunidade do estrato de plantas estabelecidas nas florestas de várzea e igapó escala intermediária na Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã	55
Figura 22 - Correlação da similaridade de espécies e a distâncias das parcelas da comunidade de plantas do estrato arbóreo das florestas de várzea e igapó escala intermediária na Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã.....	55
Figura 23 - Correlação da similaridade de espécies e a distâncias das parcelas dentro do mesmo tipo de vegetação (igapó e várzea) da comunidade de plantas do estrato da regeneração natural da escala intermediária na Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã.....	56
Figura 24 - Correlação da similaridade de espécies e a distâncias das parcelas dentro do mesmo tipo de vegetação (igapó e várzea) da comunidade do estrato de plantas estabelecidas da escala intermediária na Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã.....	56
Figura 25 - Correlação da similaridade de espécies e a distâncias das parcelas dentro do mesmo tipo de vegetação (igapó e várzea) da comunidade de plantas do estrato arbóreo da escala intermediária na Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã.....	57

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Em regiões tropicais as variações da riqueza e composição de espécies são atribuídas a fatores físicos e biológicos, que são a base dos modelos teóricos em ecologia de comunidades (WRIGHT *et al.*, 1993), das quais, a Teoria do Nicho (WRIGHT, 2002; KNEITEL & CHASE, 2004; CONDIT *et al.*, 2002) e a Teoria Neutra (HUBBELL, 2001) são as mais aplicadas para tentar explicar esses padrões.

A Teoria Neutra prediz que as espécies em uma comunidade têm a mesma probabilidade de migração, reprodução e especiação, devido à densidade das populações dependente do acaso e não de uma superioridade competitiva, e a similaridade de espécies em uma comunidade diminui com o aumento da distância, independente de diferenças ambientais (HUBBELL, 2001 & 2006). Ou seja, espécies de áreas próximas têm maior probabilidade de colonizar as áreas adjacentes do que as de locais distantes.

A Teoria de Nicho prediz que as espécies em uma comunidade se diferem em relação à ocupação de nicho, pela forma de como os recursos são utilizados por cada espécie (CONDIT *et al.*, 2006). Esta diferenciação ocorre através de um *trade-off* (conflitos funcionais) onde a habilidade de uma espécie referente a uma determinada função se faz à custa de outra, ou seja, a especialização na obtenção de um determinado tipo de recurso vem acompanhada de uma diminuição da eficiência para adquirir outros recursos (MIKKELSON, 2005).

O bioma Amazônia é representado por diversos tipos de vegetações florestais, denominadas de florestas ombrófilas (VELOSO *et al.*, 1991). Dentro da categoria de florestas ombrófilas, as florestas aluviais ou inundáveis, submetidas à flutuação do nível dos rios, representam cerca de 5 a 10% da vegetação do bioma (JUNK, 1997).

Pires & Prance (1985) diferenciaram as florestas aluviais em sete tipos, baseados em características físicas, tais como: ciclo e tipo de inundação, coloração da água, tipos de solos, origem geológica e estrutura e composição de espécies. Destas, as mais representativas no bioma Amazônia são as florestas de igapó e as florestas de várzea. As florestas de várzeas são aquelas periodicamente inundadas por rios de água branca ou barrentas, ricos em sedimentos, enquanto as florestas de igapó são aquelas periodicamente inundadas por rios de “água preta” ou “clara”, pobres em sedimentos (PRANCE, 1979).

As florestas de igapós ocorrem em formações mais antigas do Período Terciário ou Pré-Cambriano, os solos possuem textura arenosa à siltosa com baixos níveis de nutrientes, as

água apresentam pH baixo (ácido) e poucos nutrientes devido a matéria húmica em decomposição e quantidade pequena de sedimentos em suspensão, entretanto, as florestas de várzeas ocorrem em formações do Período Quaternário Recente, com elevada dinâmica hidrogeomorfológica e apresentando grande carga de sedimentos em suspensão, os solos e os corpos d'água são ricos em nutrientes. (SIOLI, 1956; FITTKAU, 1971; AYRES, 1986; IRION *et al.* 2010).

Essas diferenças existentes nos períodos de formações relacionados a origem geológica e características físicas do solo e da água influenciam na diferenciação da riqueza e distribuição das espécies nas florestas inundadas da Amazônia, pois estão diretamente correlacionados com os tipos de solo, tolerância às propriedades físico-químicas das águas e o tempo de exposição das espécies a inundação. Essas características são refletidas diretamente na vegetação, as florestas de igapó apresentam uma menor biomassa dos troncos e folhas em comparação às florestas de várzea (FERREIRA & STOHLGREN 1999 e FERREIRA 2000; FITTKAU, 1971; PIRES, 1974; AYRES, 1986; PIRES & PRANCE, 1985; MELACK & HESS, 2010; PICCININ & RUIVO, 2012)

As flutuações no nível dos rios nesses tipos de vegetações resultam em áreas de transição do sistema aquático para o terrestre ao longo do ano, provocando alterações na biota que desenvolveram adaptações para sobreviver a essa variação (JUNK, 1997; PIEDADE *et al.* 2001). A comunidade de plantas que colonizam esses tipos de vegetação tem seus ciclos reprodutivos associados à flutuação do nível dos rios, com o período de floração associado à vazante dos rios e a frutificação no período da enchente, favorecendo a dispersão de frutos e sementes (GOULNDING, 1985; FERREIRA e PAROLIN, 2007; PAROLIN, 2009).

Devido os dois tipos de florestas inundáveis da Amazônia (igapó e várzea) apresentar seus ciclos reprodutivos ligados e quase que dependentes aos ciclos hidrológicos, isso faz com que esse tipo de vegetação seja ideal para testar se a distribuição de espécies da comunidade de plantas está associada à capacidade de dispersão das espécies, como postula o Modelo Neutro (HUBBEL, 2001) ou associado à capacidade de ocupação diferencial de nicho, como postula o Modelo de Nicho (CONDIT *et al.*, 2006).

A maioria dos trabalhos que abordam diferenças florísticas entre igapó e várzea é realizada com espécies do estrato arbóreo, com DAP igual ou superior a 10 cm, não relatando como e em quais estágios de crescimento essas diferenças ocorrem (FERREIRA *et al.*, 2000; FERREIRA *et al.*, 2013; PITMAN *et al.*, 1999; SCUDELLER *et al.*, 2001, KEEL &

PRANCE, 1979; FERREIRA et al., 2005), contudo este estudo é inédito, pois teve o objetivo de comparar as diferenças florísticas e na estrutura de duas florestas inundadas na Amazônia oriental (igapó e várzea) numa escala local e intermediária e em diferentes estágios de crescimento (regeneração natural, plantas estabelecidas e estrato arbóreo), a fim de verificar qual é a contribuição dos modelos, Neutro e/ou de Nicho, na determinação desses padrões na Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã no Estado do Pará na Amazônia Oriental.

De acordo com a questão acima, elaborou-se as seguintes hipóteses: 1- Há uma nítida separação da composição de espécies em diferentes estratos entre as florestas de igapó e várzea; 2- A similaridade de espécies entre as florestas de igapó e várzea é correlacionada com a distância.

As informações geradas nessa dissertação poderão subsidiar projetos de políticas públicas e manejo sustentável dos recursos naturais renováveis das florestas inundáveis.

1.1. REVISÃO DE LITERATURA

Vários estudos demonstram que as comunidades de plantas nas regiões tropicais estão distribuídas de acordo com as variações ambientais e espaciais em várias escalas (COSTA *et al.* 2005; JONES *et al.* 2006; ZUQUIM 2007).

A Teoria Neutra e a Teoria do Nicho tentam explicar os aspectos físicos e bióticos determinantes na composição e abundância das espécies na comunidade (HUTCHINSON, 1961; HUBBELL, 2001; COSTA & MELO, 2008; BLAKE & LOISELLE, 2008; DAHL *et al.* 2009; JANKOWSKI *et al.* 2008; MELO *et al.* 2009).

A Teoria Neutra prediz que as comunidades podem ser organizadas por processos estocásticos, fazendo com que a similaridade florística entre áreas, diminua com o aumento da distância geográfica, desconsiderando as diferenças ambientais entre elas, e ressaltando as limitações na capacidade potencial na dispersão no espaço de cada espécie, ou seja, as espécies se compõem em determinado espaço através da capacidade de dispersão e todas tem a mesma probabilidade (HUBBELL 2001; 2006).

A Teoria de Nicho prediz que as comunidades tropicais são organizadas por processos determinísticos, e que essas espécies requerem diferenciações ecológicas, cada uma apresentando suas particularidades com relação às tolerâncias aos fatores bióticos e abióticos,

formando assim um espaço multidimensional intitulado como nicho, ou seja, todas as espécies apresentam seus “ótimos ecológicos” que fornece maior probabilidade de crescer e reproduzir (HUTCHINSON, 1961).

Esses nichos podem estar sobrepostos em um espaço, limitando a coexistência das espécies em uma comunidade (RICKLEFS & SCHLUTER, 1993). Entre essas espécies tende a ocorrer os chamados “trade-offs”, que são as facilidades em se obter um determinado recurso e concomitantemente há uma diminuição na eficiência em se obter outro (MIKKELSON, 2005; CONDIT *et al.* 2006; GIACOMINI, 2007).

As comunidades que são estruturadas pelo nicho, tendem a ter a distribuição das espécies relacionadas a fatores ambientais no espaço (PYKE *et al.* 2001; ZUQUIM *et al.* 2007), quando se aumenta a distância latitudinal ou longitudinal e essa distância altera as características físicas do ambiente, pode ocorrer um decréscimo da similaridade ambiental entre locais, devido os gradientes das condições ambientais (NEKOLA & WHITE, 1999).

Diversos estudos demonstraram que a variação na composição de espécies está associada à descontinuidade da distribuição de fatores ambientais, tais como micro-clima, altitude, topografia e solo (TUOMISTO *et al.* 1995; TUOMISTO & POULSEN 1996; RUOKOLAINEN & TUOMISTO 2002). Chase (2005) afirma que nas comunidades de florestas tropicais várias espécies arbóreas coexistem influenciadas pela distribuição de recursos, tais como luz, água, e nutrientes. Connell (1978) relata que existe um equilíbrio na composição de espécies de uma determinada comunidade, devido essas competir interespecificamente, permitindo-as coexistirem em seus diferentes nichos.

Choler *et al.* (2001) testando a importância relativa das interações competitivas e facilitadoras, ao longo dos gradientes altitudinais e topográficos nas comunidades de plantas das matas ciliares nos Alpes da França, verificaram que essas interações foram alteradas devido as diferenças de altitudes, como previsto na Teoria do Nicho.

Em estudos realizados em floresta de matas ciliares dos cerrados de Goiás, pesquisadores determinaram uma diferença no ganho de biomassa entre as plantas das mesmas espécies que estavam mais próximas ao rio em relação as que estavam distantes dele, demonstrando que isto ocorre devido a diferenças de micro-climas, apoiando a Teoria do Nicho (SILVEIRA *et al.*, 2003).

Brum (2008) apoiou a Teoria do Nicho em estudo realizado com comunidades de palmeiras em floresta de terra firme na Amazônia Central, demonstrando que existem preferências de micro habitat pelas palmeiras no estágio juvenil, devido algumas espécies serem encontradas somente na fase de plântula e em menor quantidade na fase de juvenil, como exemplo o *Oenocarpus bataua* Mart. Esta espécie necessita de maior volume de água no solo para manter-se do que outras espécies desse grupo (RIBEIRO *et al.*, 1999). Neste caso, a dispersão das sementes não aparenta ser um fator limitante (BRUM, 2008)

Almeida (2009) realizando estudo entre comunidades de insetos da ordem Odonata em 50 córregos, distribuídos nos estados do Amazonas, Mato Grosso e Goiás, correlacionou a diferença significativa no gradiente de biomassa dos indivíduos da mesma espécie da subordem Zygoptera em comunidades distintas, com as condições ambientais (substratos para oviposição, áreas com maior correnteza, entrada de luz, temperatura do ambiente pela irradiação solar), confirmando a Teoria do Nicho. Também observou que não houve limitação nos fatores relacionados à dispersão. Contradizendo as previsões da Teoria Neutra.

Alguns seres vivos, no caso das aves, têm uma alta capacidade de dispersão, sendo suporte nas teorias estocásticas, como a Teoria Neutra (KARR e FREEMARK, 1983), entretanto, muitas espécies encontradas nas regiões tropicais apresentam essa capacidade de dispersão reduzida, como verificado em estudo com 70 espécies de aves no interflúvio dos rios Madeira e Purus, indicando que os fatores determinísticos, associados à heterogeneidade ambiental explicaram melhor a diversidade beta, do que fatores estocásticos, associados à dispersão, pois estas aves apresentavam seletividade nas espécies vegetais que elas escolhem para pousar e se alimentar, corroborando com a Teoria do Nicho (MENGER, 2011).

Carvalho (2011) testando a abundância de invertebrados sésseis em um costão rochoso no litoral do estado de São Paulo notou que havia diferenças na composição de espécies, entre a zona superior do costão, parte mais superficial, em relação à zona inferior, parte mais submersa na água do mar, observando que as espécies são altamente selecionadas de acordo com a tolerância à dessecação e ao calor. Dando maior importância relativa aos processos determinísticos e apoiando a Teoria do Nicho.

Carvalho (2007), durante dois anos de estudos investigando a ocorrência, o desenvolvimento de espécies “alvos” e a reestruturação das comunidades vegetais em uma área submetida a processo de recomposição de mata ciliar, verificou que a ausência ou

presença dessas Espécies-alvos, não foram afetadas positiva ou negativamente pelas interações interespecíficas, dando suporte assim a teoria Neutra.

Chust *et al.* (2006) estudando os componentes de espécies arbóreas numa floresta tropical no Panamá, notaram que a distância geográfica entre os locais de amostragem explicava os 22% da variação florística da área, 12% eram explicados somente por variáveis ambientais, 16% pela distância geográfica dos locais de amostragem e as variáveis ambientais. Entretanto, 49% da variação florística não foi explicada por nenhum destes fatores já citados.

Ferreira *et al.* (2011), em estudo realizado em um dos platôs da Floresta Nacional (FLONA) Saracá-Taquera, no distrito de Porto Trombetas, município de Oriximiná, Pará, correlacionou através da Teoria Neutra, a similaridade de espécies e a distância geográfica entre as parcelas no platô, demonstrando que, quanto mais distantes as parcelas estiveram entre si, mais distintas elas eram em relação à composição florística. Observou também que, alguns indivíduos da mesma espécies apresentam densidades maiores nos locais próximos aos seus centros de dispersão, e sua densidade vai diminuindo à medida que a distância geográfica das áreas fonte se torna maior.

Matos (2013), fazendo uma correlação negativa da similaridade de espécies em relação à distância em escala local (dentro) e regional (entre) nos platôs de uma Floresta Ombrófila Densa na Amazônia Oriental corroboraram com a Teoria Neutra, demonstrando que a similaridade das espécies diminuiu com o aumento da distância entre locais, reafirmando que, quanto maior a distância das parcelas, mais distintas elas são em relação à composição florística, devido as limitações na dispersão.

Segundo Bell (2001), organismos que apresentam maiores habilidades na sua dispersão, geralmente contribui para uma distribuição maior de espécies no ambiente, podendo aumentar a similaridade de espécies entre locais. As plantas por serem organismos sésseis, apresentam maiores restrições na dispersão de frutos e sementes, um fator importante na estruturação das comunidades, essas características, muitas vezes, dão subsídios à teoria neutra (CHAVE, 2004).

Segundo Thompson e Townsend (2006), organismos sésseis tendem a ser mais limitados pelo espaço, como é o caso das plantas, apoiando a Teoria Neutra, enquanto que os

organismos com maior capacidade móvel tendem a ser mais limitados pelas características ambientais da região, corroborando com a Teoria do Nicho.

As diferenças na composição de espécies, ocasionadas sejam por fatores estocásticos ou determinísticos, ocorrem dentro de uma mesma área (diversidade alfa) e/ou entre diferentes áreas (diversidade beta), em termos de conservação, a diversidade beta tende a ser mais importante do que a diversidade alfa, pois às diferenças na composição entre locais afetam a diversidade em grandes escalas (CONDIT *et al.* 2002).

Vários estudos mostram que a diversidade beta de qualquer região sofre importante influencia da heterogeneidade ambiental e pela dispersão, processos determinísticos e estocásticos, respectivamente (LALIBERTÉ *et al.* 2009).

Ferreira *et al.* (2000) verificaram uma clara separação da comunidade de plantas em relação a três regiões de inundação em duas florestas inundadas na bacia do rio Negro, nos rios Jaú e Tarumã-mirim no estado do Amazonas. Contudo, as espécies que representavam cada região eram diferentes entre os rios, demonstrando a importância da diversidade beta na estruturação dessas comunidades.

Ferreira *et. al.* (2013), comparando a comunidade de plantas nas formações pioneiras nas bacias dos rios Tocantins, Xingu e Tapajós no estado do Pará, verificaram uma clara separação da composição de espécies entre as bacias.

Estudos envolvendo composição florística em florestas alagadas tem grande importância para a conservação, pois demonstra que além do período de inundação, há variação na comunidade de plantas entre os rios. Desta forma, para a conservação da biota das florestas inundadas será necessário conservar um conjunto representativo de vegetações inundadas em diferentes escalas geográficas (FERREIRA *et al.*, 2013).

Esse estudo tem como objetivo principal comparar a estrutura e florística das florestas de igapó e de várzea na Amazônia oriental em diferentes estágios de crescimento e escalas espaciais, a fim de determinar se as comunidades estão estruturadas em relação a distância (Teoria Neutra), ao nicho (Teoria de Nicho) ou a uma combinação dos dois padrões.

1.2. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, C.M. **A teoria neutra pode explicar a diversidade de insetos aquáticos em riachos?** Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Goiás, Programa de Pós-graduação em Ecologia e Evolução, p. 134. 2009.
- AYRES, J.M.C. **White Uakaris and flooded forests.** Tese (PhD em Ecologia). Cambridge University, Cambridge, p. 338 p. 1986.
- AYRES, J.M.C. **As matas de várzea do Mamirauá .** MCT-CNPq-Programa do trópico úmido, Sociedade civil de Mamirauá. Brasil. 1993.
- BELL, G. Neutral macroecology. **Science** 293:2413- 2418. 2001.
- BLAKE, J.G. E B.A. LOISELLE. Species composition of neotropical understory bird communities: local versus regional perspectives based on capture data. **Biotropica**. 41:85-94. 2008.
- BRUM, H. D. Estrutura Da Comunidade De Palmeiras Em Uma Floresta De Terra Firme Na Amazônia Central. Prática de pesquisa em Ecologia de Florestas Alagadas, Curso de Pós Graduação em Ecologia – INPA/ Universidade Federal do Amazonas. In: **Ecologia de Florestas Alagadas – EFA.** Disponível em: <http://pdbff.inpa.gov.br/cursos/efa/livro/2008/pdf/km41/finalhelois.pdf> Acesso: em 10/09/2013. 2008.
- CARVALHO R.C. Competição, facilitação ou teoria neutra? Um estudo das interações e de sua importância na estrutura de uma comunidade vegetal em regeneração. **Rev. Biol. Neotrop.** 4(2): 117-123. 2007.
- CARVALHO E.A. A teoria neutra da biodiversidade explica o padrão de abundância relativa dos invertebrados sésseis no costão rochoso? Prática de pesquisa em Ecologia da Mata Atlântica, Curso de Pós-Graduação em Ecologia – Universidade de São Paulo. In: **Ecologia USP.** Disponível em: http://ecologia.ib.usp.br/curso/2011/pdf/amanda_carvalho.pdf. Acesso: 14/06/2013. 2011.
- CHOLER, P.; R. MICHALET & R. M. CALLAWAY. Facilitation and competition on gradients in alpine plant communities. **Ecology**. 82: 3295-3308. 2001.
- CHAVE, J. Neutral theory and community ecology. **Ecology Letters** 7: 241-253. 2004.
- CHASE, J. M. Towards a really unified theory for metacommunities. **Functional Ecology**, p. 19, 182-186. 2005.
- CHUST, G., J. CHAVE, R. CONDIT, S. AGUILAR, S. LAO & R. PÉREZ. Determinants and spatial modeling of tree beta – diversity in a tropical forest landscape in Panama. **Journal of Vegetable Science** 17: 83-92. 2006.
- CONDIT, R., N. PITMAN, E. G. LEIGHT JR., J. CHAVE, J. TERBORGH, R. B. FOSTER, P. NÚÑEZ, S. AGUILAR, R. VALENCIA, G. VILLA, H. C. MULLER-LANDAU, E. LOSOS & S. P. HUBBELL. Beta-diversity in Tropical Forest Trees. **Science** 295(5555): 666-669. 2002.
- CONDIT, R.; ASHTON, P.; BUNYAVEJCHEWIN, S.; DATTARAJA, H.S.; DAVIES, S.; ESUFALI, S.; EWANGO, C.; FOSTER, R.; GUNATILLEKE, I.A.U.N.; GUNATILLEKE, C.V.S.; HALL, P.; HARMS, KYLE E.; HART, T.; HERNANDEZ, C.; HUBBELL, S.; ITOH, A.; KIRATIPRAYOON, S.; LAFRANKIE, J.; DE LAO, SUZANNE L.; MAKANA,

JEAN-REMY; NOOR, MD.N.S.; KASSIM, A.R.; RUSSO, S.; SUKUMAR, R.; SAMPER, C.; SURESH, H.S.; TAN, S.; THOMAS, S.; VALENCIA, R.; VALLEJO, M.; VILLA, G. & ZILLIO, T. The Importance of Demographic Niches to Tree Diversity. **Science**, p. 313: 98-101. 2006.

CONNELL, J.H. Diversity In Tropical Rain Forest And Coral Reefs. **Science**, new series, vol. 199, nº 4335, 1302-1310, 1978.

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

COSTA, S.S. & MELO, A S. Beta diversity in stream macroinvertebrate assemblages: among-site and among-microhabitat components. **Hydrobiologia**. 598:131-138. 2008.

DAHL, C., V. NOVOTNY, J. MORAVEC, S. RICHARDS. Beta diversity of frogs in the forests of New Guinea, Amazonia and Europe: contrasting tropical and temperate communities. **J. Stat. Soft.**, 36: 896-904. 2009.

FERREIRA, L.V.; STOHLGREN, T. J. Effects of river level fluctuation on plant species richness, diversity, and distribution in a floodplain forest in central Amazonia. **Oecologia**, v. 120, n. 4, p. 582-587, 1999.

FERREIRA, L.V. Effects Of Flooding Duration On Species Richness, Floristic Composition And Forest Structure In River Margin Habitat In Amazonian Blackwater Floodplain Forests: Implications For Future Design Of Protected Areas. Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands. **Biodiversity and Conservation** 9: 1-14, 2000.

FERREIRA L.V.; ALMEIDA S.S.; AMARAL D.D.; PAROLIN P. Riqueza E Composição De Espécies Da Florestade Igapó e Várzea da Estação Científica Ferreira Penna: Subsídios Para O Plano de Manejo Da Floresta Nacional de Caxiuanã. PESQUISAS, BOTÂNICA N° 56: 103-116 São Leopoldo: **Instituto Anchieta de Pesquisas**, 2005.

FERREIRA, V.F. & PAROLIN P. Tree Phenology In Central Amazonian Floodplain Forests: Effects Of Water Level Fluctuation And Precipitation At Community And Population Level. **Instituto Anchieta de Pesquisas**, Pesquisas, Botânica, São Leopoldo, N° 58: 139-156 2007.

FERREIRA, L.V. Similaridade de espécies arbóreas em função da distância em uma floresta ombrófila na Floresta Nacional de Saracá-Taquera, Pará. **Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi**. Cienc. Nat., Belém, v. 6, n. 3, p. 295-306. 2011.

FERREIRA, L.V.; CUNHA, D.A.; CHAVES, P.P, MATOS, D.C.L & PAROLIN, P. Impacts of hydroelectric dams on alluvial riparian plant communities in eastern Brazilian Amazonian **Anais da Academia Brasileira de Ciências** 85(3):1013-1023. 2013

FITTKAU E.J. Ökologische Gliederung des Amazonas-Gebietes auf Geochemischer Grundlage. Münster, Forsch. **Geologisches Paläontol**, v.20/21, p.35-50, 1971.

GOULDING, M.; PRANCE,G.T.; LOVEJOY, T.E. (eds). **Forest Fishes of The Amazon. Amazônia**. Pergamon Press, Oxford, p. 267-276. 1985.

GIACOMINI, H. C. Os mecanismos de coexistência de espécies como vistos pela teoria ecológica. **Oecologia Brasiliensis**, v. 11, n. 4, p. 521-543, 2007.

HOWARD, P. C.; VISKANIC P.; DAVENPORT T.R.B.; KIGENYI F.W.; BALTZER M.; DICKINSON C.J.; LWANGA J.S.; MATTHEWS R.A. & BALMFORD A. Complementarity

and the use of indicator groups for reserve selection in Uganda. **Nature**, v. 394, n. 33, p. 472-475, 1998.

HUBBELL, S.P. **The united neutral theory of biodiversity and biogeography**. University Press, Princeton, p. 396. 2001.

HUBBELL, S. P. Neutral theory and the evolution of ecological equivalence. **Ecology**, p. 87: 1387-1398. 2006.

HUTCHINSON, G.E. The paradox of the plankton. **The American Naturalist**, 95: 882. 1961.

JANKOWSKI, J.E., A.L. CIECKA, N.Y. MEYER, K.N. RABENOLD. Beta diversity along environmental gradients: implications of hábitat specialization in tropical montane landscapes. **J. Anim. Ecology**. 78: 315-327. 2008.

JONES, M.M.; TUOMISTO, H.; CLARK, D.B. & OLIVAS, P. Effects of mesoscale environmental and dispersal limitation on floristic variation in rain forest ferns. **Journal of Ecology** 94: 181-195. 2006.

JUNK, W.J. **The Central Amazon Floodplain: Ecology of a Pulsing System**. Springer, New York, 1997.

KARR, J.R., K.E. FREEMARK. Hábitat selection and environmental gradients: dynamics in the stable tropics. **Ecology**. 64: 1481-1494. 1983.

KEEL, S.H. & PRANCE, G.T. Studies of the vegetation of a black water igapo (rio Negro - Brazil). **Acta Amazonica** 9:645-655. 1979.

KNEITEL, J. M. & CHASE, J. M. Trade-offs in community ecology: linking spatial scales and species coexistence. **Ecology Letters**, 7(1): 69-80. 2004.

LALIBERTÉ, E.; PAQUETTE, A.; LEGENDRE, P.; BOUCHARD, A. Assessing the scale-specific importance of niches and other spatial processes on beta diversity: a case study from a temperate forest. **Oecologia**. 159: 377-388. 2009.

MATOS,D.C.L. Influência da distância geográfica na riqueza e composição de espécies arbóreas em uma Floresta Ombrófila Densa na Amazônia Oriental, **Rodriguésia** 64(2): 357-367. 2013.

MELACK, J. M. & HESS, L. L. Remote sensing of the distribution and extent of wetlands in the Amazon basin. In: Junk, W. J.; Piedade, M.T.F; Wittmann, F; Schöngart, J; Parolin, P. (org.) **Amazonian Floodplain Forests: Ecophysiology, Biodiversity and Sustainable Management**. Springer Verlag. 2010.

MELO, A.S., T.F.L.V.B. RANGEL, J.A.F. DINIZ-FILHO. Environmental drivers of beta-diversity patterns in New-World birds and mammals. **Ecography**. 32: 226-236. 2009.

MENGER, J.S. **Fatores determinantes da distribuição de aves no interflúvio purus-madeira**. Dissertação (Mestrado) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, curso de pós-graduação em Biologia (Ecologia). Manaus, Amazonas, p. 47. 2011.

MIKKELSON, G.M. Niche-based vs. neutral models of ecological communities. **Biology and Philosophy**, p. 20: 557-566. 2005.

NEKOLA, J.C. & WHITE, P.S. The distance decay in similarity in biogeography and ecology. **Journal of Biogeography** 26: 867-878. 1999.

- PAROLIN, P. Submerged in Darkness: Adaptations to Prolonged Submergence by Woody Species of the Amazonian Floodplains. **Annals of Botany Flooding** 103: 359-376. 2009.
- PICCININ, J. & RUIVO, M.L. Os solos da Floresta Nacional de Caxiuanã. **Plano de Manejo da Floresta Nacional de Caxiuanã**. Volume 1 – Diagnóstico, p. 406: 120-127. 2012.
- PIEDADE, M.T.F.; WORBES, M.; JUNK, W.J. Geo-ecological controls on elemental fluxes in communities of higher plants in Amazonian floodplains. In: McClain, M. E., Victoria, R. L., Richey, J. E. (Ed.) **The Biogeochemistry of the Amazon Basin**. Oxford University Press, New York. p. 209-234. 2001.
- PIELOU, E.C. **Mathematical ecology**. Wiley, New York, p. 165. 1977.
- PIRES, J.M. Tipos de Vegetação da Amazônia. **Brasil Florestal** 5(17): 48-58. 1974
- PIRES, J.M.; PRANCE, G. T. Notes on the vegetation types of the Brazilian Amazon. En: Prance, G. T. e Lovejoy, T. E. (eds). **Key environments: Amazonia**, Pergamon Press, Oxford, p. 109-145. 1985.
- PITMAN, N. C. A. et al. Tree species distribution in an upper Amazonian forest. **Ecology**, v. 80, n. 8, p. 2651-2661, 1999.
- PRANCE, G.T. Notes on vegetation of Amazonia III. The terminology of Amazonian forest types subject to inundation. **Brittonia**, v.31, p.26-38, 1979.
- PYKE, C. R., R. CONDIT, S. AGUILAR & S. LAO. Floristic composition across a climatic gradient in a Neotropical Lowland Forest. **Journal of vegetation Science** 12: 553-566. 2001.
- RIBEIRO, J.E.L.S.; M.J.G. HOPKINS; A. VICENTINI; C.A. SOTHERS; M.A.S. COSTA; J.M. BRITO; M.A.D. SOUZA; L.H.P. MARTINS; L.G. LOHMANN; P.A.C.L. ASSUNÇÃO; E.C. PEREIRA; C.F. SILVA; M.R. MESQUITA & L.C. Procópio. **Flora da Reserva Ducke: Guia de Identificação das Plantas Vasculares de uma Floresta de Terra de Firme na Amazônia Central**. INPA - DFID, Manaus, p. 816. 1999.
- RUOKOLAINEN, K. & H. TUOMISTO. Beta-Diversity in Tropical Trees. **Science** 297(5586): 1439. 2002.
- RICKLEFS, R.E. & D. SCHLUTER. **Species diversity in ecological communities: historical and geographical perspectives**. University of Chicago Press, Chicago and London. 1993.
- SCUDELLER, V. V.; MARTINS, F. R.; SHEPHERD, G. J. Distribution and abundance of arboreal species in the atlantic ombrophilous dense forest in Southeastern Brazil. **Plant ecology**, v. 152, p. 185 - 199, 2001.
- SILVEIRA, R. L.; BRANDÃO D. & D. A. COSTA. Estrutura da comunidade de plantas invasoras da área de floresta ciliar do rio Meia Ponte, em Goiânia. **Anais do VI Congresso de Ecologia do Brasil**, 2: 139-140. 2003.
- THOMPSON, R. & TOWNSEND C. A Truce With Neutral Theory: Local Deterministic Factors, Species Traits And Dispersal Limitation Together Determine Patterns Of Diversity In Stream Invertebrates. **J. Anim. Ecol.** 75: 476-484. 2006.
- TUOMISTO, H., K. RUOKOLAINEN, R. KALLIOLA, A. LINNA, W. DANJOY & Z. RODRIGUEZ. Dissecting Amazonian Biodiversity. **Science** 269(5220): 63-66. 1995.
- TUOMISTO, H. & A. D. POULSEN. Influence of edaphic specialization on pteridophyte distribution in neotropical rain forests. **Journal of Biogeography** 23(3): 283-293. 1996.

WRIGHT, J. F.; FURSE, M. T.; ARMITAGE P. D. & MOSS, D. New procedures for identifying running-water sites subjects to environmental stress and for evaluating sites for conservation, based on the macroinvertebrate fauna. **Archiv fur Hydrobiologie** 127(3): 319-326. 1993.

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

VELOSO, H.P.; RANGEL, F.A.L.R. & LIMA, J.C.A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal.** IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, p. 124. 1991.

ZUQUIM, G., F. R. C.; COSTA & J. PRADO. Fatores que determinam a distribuição de espécies de pteridófitas da Amazônia Central. **Revista Brasileira de Biociências** 5(2): 360-362. 2007.

**COMPARAÇÃO DA FLORISTICA E ESTRUTURA EM RELAÇÃO AOS
ESTRATOS E ESCALAS GEOGRÁFICAS DAS FLORESTAS DE VÁRZEA E
IGAPÓ NA AMAZÔNIA ORIENTAL**

Crisvaldo Cássio Silva de Souza¹ & Leandro Valle Ferreira²

¹ Parte da dissertação de Mestrado do autor - Universidade Federal Rural da Amazônia/Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, PA. crisvaldocassio@gmail.com

² Pesquisador. Museu Paraense Paraense Emílio Goeldi, Belém, PA. lvferreira@museu-goeldi.br

RESUMO

Duas teorias ecológicas se propõem explicar a distribuição de espécies em regiões tropicais. A Teoria de Nicho prediz que as espécies estão distribuídas em conformidade aos recursos necessários pelas mesmas, ou seja, o ambiente regula a distribuição das espécies. Já a Teoria Neutra assume que não existe limitação competitiva em relação à utilização do recurso e, portanto, a distribuição das espécies é regulada pela capacidade de dispersão dos indivíduos. Na Amazônia, as florestas de igapó e várzea sofrem inundações periódicas devido à flutuação do nível dos rios. Esse regime de enchente afeta a dispersão dos frutos e sementes das espécies de plantas, o que pode gerar um padrão de distribuição de plantas semelhante ao proposto pela teoria neutra. Baseado nessa predição verificou-se qual modelo de distribuição (Neutra ou de Nicho) explica a composição florística (riqueza e composição de espécies) e estrutural (densidade), em diferentes estágios de crescimento e em diferentes escalas espaciais (escala local e intermediária). O levantamento botânico foi dividido em três estratos: (1) regeneração natural, (2) plantas estabelecidas (DAP 1-9.9 cm) e arbóreas (DAP \geq 10 cm), através do método de parcelas de área fixa. Todos os indivíduos foram contados e identificados em nível de espécie. Usou-se Anova Two Way e quando a homogeneidade dos dados não cumpria com os pressupostos das análises era realizado o teste t e Anova one way para comparar a riqueza e densidade em relação aos estratos e os tipos de vegetação. Foi realizada uma análise multivariada de ordenamento, utilizando o índice de similaridade de Sörensen para comparar a composição de espécies da comunidade de plantas nos três estratos entre a floresta de igapó e de várzea. O teste de Mantel foi usado para correlacionar a composição de espécies com a distância das parcelas. Observou-se que a riqueza de espécies e a densidade de indivíduos na escala local e intermediária foram maiores nas florestas de igapó que em florestas de várzea. A exceção ocorreu no estrato de plantas estabelecidas da escala intermediária. Foram negativas as correlações entre a similaridade e distância das parcelas de igapó em relação às de várzea para os três estratos. As diferenças encontradas na composição de espécies entre os dois tipos de florestas são sustentadas pela Teoria do Nicho, e a correlação negativa da similaridade de espécies em relação à distância das parcelas é corroborada pela Teoria Neutra. As duas Teorias (Neutra e do Nicho) explicam a influencia na distribuição e composição de espécies nas florestas de igapó e várzea desse estudo.

Palavras-Chaves: Teoria Neutra e de Nicho, riqueza, densidade e composição de espécies.

ABSTRACT

Two ecological theories are proposed to explain the distribution of species in tropical regions. The Niche Theory predicts that the species are distributed according to the availability of resources, in other words, the environment regulates the distribution of species. The Neutral Theory assumes that there is competitive limitation on the use of the resources and therefore the distribution of species is regulated by the dispersal ability of individuals. In the Amazon, the forests of varzea and igapó suffer periodic floods due to the fluctuation of the water level. This flooding regime affects the dispersal of fruits and seeds of plant species, which can generate a plant distribution pattern similar to that hypothesized by the neutral theory. Based on this prediction, we verified which distribution model (Neutral or Niche) explain the floristic composition (richness and species composition) and structural (density) in different stages of growth and at different spatial scales (local and intermediate). The botanical inventory was divided into three strata: (1) natural regeneration, (2) established plants (DBH $> 1-9.9$ cm) and saplings (DBH < 10 cm), using the method of plots of equal size. All individuals were counted and identified to the species level. Two Way Anova was used and when the homogeneity of the data did not meet the assumptions of the analysis was performed T the Anova one way to compare the richness and density in relation to strata and types of vegetation. We performed a multivariate ordination analysis, using the Sørensen similarity index to compare the species composition of the plant community in the three strata between varzea and igapó forest. The Mantel test was used to correlate the species composition with distance from the plots. We observed that species richness and density of individuals in local and intermediate scale were higher in igapó forests than in várzea forests. There were negative correlations between similarity and distance of the igapó plots in relation to the várzea plots for the three strata. The differences in the species composition between the two forest types are supported by the Niche theory, and the negative correlation of the species similarity in relation to the distance of the plots are supported by the Neutral Theory. The two theories (Neutral and Niche) explain the influences on the distribution and species composition in forests and lowland igapó this study.

Keywords: neutral theory; niche theory; species richness; species composition

2. INTRODUÇÃO

Os principais tipos de vegetação da Amazônia desenvolveram-se a partir de mudanças geológicas ocorridas durante o período Terciário e Quaternário. Nestes períodos três eventos exerceiram um importante papel sobre a atual distribuição da vegetação: as mudanças do nível do mar, a distribuição das chuvas e os processos de sedimentação da bacia (KLAMMER, 1984). Como resultado desses eventos o bioma Amazônia tem três grandes grupos de vegetação: as savanas e campinaranas, as florestas ombrófilas não alagadas, denominadas de florestas de terra firme e as vegetações com fisionomia florestal ou aberta sujeitas a flutuação do nível dos rios (PIRES, 1973, PRANCE, 1978, PIRES & PRANCE, 1985).

Dentre as vegetações sujeitas a inundações, as mais representativas no bioma Amazônia são as inundadas por rios de água preta ou clara, denominadas de igapós e aquelas inundadas por rios de água branca ou barrenta, definidas como várzeas (IRMLER, 1977, SIOLI, 1965, 1967). Nestes tipos de vegetações, os principais fatores para a manutenção da biodiversidade são os processos físicos e biológicos, entre os quais o ciclo hidrológico é um dos fatores fundamentais (PAROLIN, 2001), pois a biota é adaptada para sobreviver durante longos períodos de total ou parcial submersão (FERREIRA, 2000).

As florestas de várzea são aquelas inundadas periodicamente por águas brancas ou barrentas (PRANCE, 1979), que crescem sobre solos hidromórficos argilosos, mais ricos em nutrientes e menos ácidos do que os solos encontrados nas florestas de igapó. Ocorrem em formações do período Quaternário ou do Holoceno (FITTKAU, 1971; AYRES, 1986).

A floresta de igapó é o segundo tipo de floresta inundável. Permanece a maior parte do ano sob inundações ou com solo saturado de água escura (encharcado) por estarem localizados as margens dos rios de água preta ou clara (quando visto nas partes rasas do rio) (PRANCE, 1979) e nos grandes baixios dentro do domínio das florestas de terra firme. Ocorrem em formações do período Terciário ou Pré-cambriano (FITTKAU, 1971; AYRES, 1986).

Em regiões tropicais as variações da riqueza e composição de espécies geralmente são atribuídas a fatores físicos e biológicos, estes se tornaram base para os modelos teóricos em ecologia de comunidades (WRIGHT *et al.*, 1993), tais como a Teoria do Nicho (HUTCHINSON, 1957; WRIGHT, 2002; CONDIT *et al.*, 2002; KNEITEL & CHASE, 2004;) e a Teoria Neutra de Hubbell (2001), que propõem explicar os padrões de distribuição das espécies, pois têm sido as principais referências dos ecólogos na interpretação dos padrões observados das comunidades biológicas.

A Teoria de Nicho prediz que dentro de uma comunidade as espécies se diferenciam em relação ao nicho que ocupam e pelo modo em que elas utilizam os recursos do meio. Esta diferenciação ocorre através dos “conflitos funcionais” denominados *trade-off*, a habilidade de uma espécie sobre uma determinada função se faz à custa de outra, ou seja, a especialidade de obter um determinado tipo de recurso do meio vem associado a uma menor eficiência para poder adquirir outros tipos de recursos; Essas espécies possuem pontos ótimos dentro das características ambientais e a medida que elas encontram essas condições, sua abundância será alta, no entanto, ao afastar-se dessas condições sua abundância diminui até desaparecer, dessa forma como as condições ambientais não são homogêneas, mas muitas vezes ocorrem em manchas, acaba gerando gradientes de distribuição das espécies (MIKKELSON, 2005; CONDIT *et al.*, 2006; GIACOMINI, 2007).

O nicho tem a importante função de explicar a coexistência de espécies, sendo um conceito fundamental para compreensão dos processos de manutenção da diversidade em comunidades, ambientes que apresentam condições ambientais similares tendem a ter o mesmo conjunto de espécies. Também prevê que se duas ou mais espécies competem por um recurso limitado, todas, exceto uma, serão extintas, isso se denomina “princípio da exclusão competitiva”, ou seja, dentro da mesma comunidade, as espécies têm que ter nichos suficientemente diferenciados para poderem coexistir (MACARTHUR & LEVINS, 1964).

A teoria de nicho considera que espécies podem coexistir através dos *trade-offs* entre as estratégias de estabelecimento, sobrevivência e dispersão, podendo determinar o motivo pelo qual as espécies que são raras em certos ambientes podem ser abundantes em outros locais, propiciando uma alta diversidade alfa das florestas tropicais. Além disso, supõe-se que as comunidades sejam saturadas e por isso só poderia entrar indivíduos com a saída de outros, quer seja por migração ou morte (WRIGHT, 2002; KNEITEL & CHASE, 2004).

Entretanto, ao contrário da Teoria do Nicho a Teoria Neutra prediz que as espécies de uma comunidade apresentam a mesma probabilidade de especiação, reprodução e migração. Sua densidade populacional é dependente do acaso e não de uma competição entre elas, ou seja, há uma diminuição da similaridade de espécies dentro de uma comunidade à medida que ocorre o aumento da distância, e isso ocorre independentemente das diferenças ambientais (HUBBELL, 2001, 2006). Segundo essa teoria, as comunidades são estruturadas pela dispersão, baseando-se principalmente no mecanismo que gera diferenças entre os tipos de padrão de distribuição de espécies, ligado ao grau de isolamento de áreas fonte e, influenciado pelas taxas de dispersão, associados à especiação e extinção local.

Hubbell (2001) explica que em uma escala local, as espécies coexistem no ambiente através de um equilíbrio aleatório entre imigração e extinção local, sendo que em uma escala regional este equilíbrio ocorre entre as taxas de especiação e extinção.

A diversidade de espécies em uma comunidade é mantida através dos processos de substituição de espécies que vão se extinguindo (HUBBELL, 2006). Quando ocorre a extinção de um indivíduo em uma comunidade, há uma probabilidade de ser substituído por um imigrante que veio de outra comunidade. Todos os indivíduos de uma comunidade têm a mesma probabilidade de ser imigrante, isto torna a comunidade local uma receptora de espécie indefinidamente, podendo este processo ser reproduzido várias vezes e cada repetição tem espécies diferentes que são dominantes, demonstrando que as espécies comuns em algumas comunidades podem não ser dominantes em outras ou até mesmo serem extintas (MAURER & MCGILL, 2005).

A primeira predição da Teoria Neutra diz que com o passar do tempo a diversidade de espécies diminui, pois depende da taxa de dispersão de indivíduos de fora da comunidade e da taxa de especiação dentro da comunidade. A segunda predição argumenta que com o aumento da distância geográfica entre os locais, ocorre uma diminuição da similaridade florística, independente das diferenças ambientais entre eles, devido à limitação da dispersão no espaço (HUBBELL, 2001).

Alguns estudos estão incorporando elementos das teorias neutra e do nicho, para tentar explicar a formação, composição e estrutura das espécies em comunidades (URIARTE & REEVE, 2003; TILMAN, 2004; GRAVEL *et al.*, 2006; ZHOU & ZHANG, 2006; ADLER *et al.*, 2007). Em virtude disso a hipótese proposta por Gravel *et al.* (2006) assume que as comunidades estão inseridas em um contínuo, determinado pela forças determinísticas e estocásticos, sendo elas dependentes de três fatores: alocação de espécies por nicho, riqueza e capacidade de dispersão das espécies.

Chu *et al.* (2007), utilizando as informações sobre a abundância (densidade e freqüência) e biomassa das sementes de espécies vegetais acima do solo, dentro de comunidades de plantas ao longo de uma gradiente de sucessão, localizado em prados alpinos e sub-alpinos do Tibete (China), testou a importância relativa do nicho e processos neutros na abundância das espécies, concluindo que ambos processos, apresentam impacto sobre a estrutura da comunidade no início do estágio de sucessão, enquanto as forças deterministas, são dominantes nos estágios tardios da sucessão, como exemplo as sementes grandes apresentam maior capacidade de se estabelecer do que as menores quando há competição.

Para Gravel *et al.*(2006) as etapas de sucessão também podem ser um fator importante para determinar onde ocorre a interferência do nicho ou da acaso em uma certa comunidade.

Um dos conceitos mais utilizados para explicar os fatores que controlam a diversidade local e regional em comunidades é justamente a variação na riqueza e a densidade de espécies em diversas escalas (PITMAN *et al.*, 1999). Scudeller *et al.* (2001) encontraram em uma floresta ombrófila densa da Mata Atlântica do estado de São Paulo no Brasil, uma correlação negativa entre similaridade florística e a distância geográfica de parcelas.

É importante ter conhecimento da variação de riqueza e composição de espécies de plantas em diferentes escalas espaciais, para poder levantar discussões e hipóteses que expliquem o motivo das florestas tropicais apresentarem o número de espécies vegetais elevado e a maioria dessas espécies serem rara localmente (MAZANCOURT, 2001).

A composição de espécies de plantas em florestas tropicais é influenciada pela distância espacial, pois diferentes espécies que se originaram em locais distintos se dispersam a uma distância limitada do local de origem, vários estudos demonstraram uma correlação negativa entre a similaridade florística das parcelas em relação a altitude e à distância geográfica (CONDIT *et al.*, 2002; PHILIPS *et al.*, 2003; CARNEIRO & VALERIANO, 2003).

É bem comum a baixa similaridade florística entre parcelas próximas nas florestas na Amazônia. Isto ocorre em virtude do baixo número de espécies compartilhadas entre parcelas, podendo estar associado a diversos fatores como a diversidade de habitats entre as parcelas, uma maior proporção de espécies raras, e/ou ao estágio sucessional da floresta (ALMEIDA *et al.*, 2003).

A diversidade alfa e beta está diretamente influenciada pela variação de riqueza, diversidade e principalmente na composição de espécies em áreas que apresentam grande diferenciação entre parcelas (FELFILI & FELFILI, 2001).

Informações básicas sobre a distribuição da biodiversidade na Amazônia é extremamente precária (SABINO & PRADO, 2005), e poucas respostas se tem sobre como as espécies de plantas se distribuem na floresta Amazônica (PITMAN *et al.*, 1999), principalmente quando envolve ações de planejamento de conservação da biodiversidade (SABINO & PRADO, 2005), pois os processos relacionados à geração e manutenção da diversidade de espécies são complexos, diversificados e pouco estudados (MAURER & MCGILL, 2005).

Diversos fatores influenciam na distribuição de espécies vegetais, e estes variam de acordo com a escala (ZUQUIM *et al.*, 2007). Essa variação na composição de espécies no espaço (diversidade beta) em regiões tropicais tem sido relacionada a diversos fatores, tais como tipos de solo, relevo, luminosidade, disponibilidade de nutrientes, variação na precipitação, temperatura, altitude e distância geográfica (WRIGHT *et al.*, 1993).

As flutuações no nível dos rios é um fator que, nas florestas inundadas (igapó e várzea) resultam áreas de transição do sistema aquático para o terrestre ao longo do ano, provocando alterações na biota que desenvolveram adaptações para sobreviver a essa variação (JUNK, 1997; PIEDADE *et al.* 2001). No caso das comunidades de plantas que colonizam esses tipos de vegetação, seus ciclos reprodutivos estão associados à flutuação do nível dos rios, com o período de floração associado à vazante dos rios e a frutificação no período da enchente, favorecendo a dispersão de frutos e sementes (GOULNDING, 1985; FERREIRA e PAROLIN, 2007; PAROLIN *et al.* 2013).

Devido os dois tipos de florestas inundáveis da Amazônia (igapó e várzea) apresentar seus ciclos reprodutivos ligados e quase que dependentes aos ciclos hidrológicos, isso faz com que esse tipo de vegetação seja ideal para testar se a distribuição de espécies da comunidade de plantas está associada à capacidade de dispersão das espécies, como postula o Modelo Neutro (HUBBEL, 2001) ou associado à capacidade de ocupação diferencial de nicho, como postula o Modelo de Nicho (CONDIT *et al.*, 2006).

A maioria dos trabalhos que abordam diferenças florísticas entre igapó e várzea é realizada com espécies do estrato arbóreo, com DAP igual ou superior a 10 cm, não relatando como e em quais estágios de crescimento essas diferenças ocorrem (FERREIRA *et al.*, 2013; PITMAN *et al.*, 1999; FERREIRA *et al.*, 2000; SCUDELLER *et al.*, 2001, KEEL & PRANCE, 1979; FERREIRA *et al.*, 2005), contudo este estudo é inédito, pois teve o objetivo de comparar as diferenças florísticas e na estrutura de duas florestas inundadas na Amazônia oriental (igapó e várzea) numa escala local e intermediária e em diferentes estágios de crescimento (regeneração natural, plantas estabelecidas e estrato arbóreo), a fim de verificar qual é a contribuição dos modelos, Neutro e/ou de Nicho, na determinação desses padrões na Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã no Estado do Pará na Amazônia Oriental.

De acordo com a questão acima, elaborou-se as seguintes hipóteses: 1- Há uma nítida separação da composição de espécies em diferentes estratos entre as florestas de igapó e várzea; 2- A similaridade de espécies entre as florestas de igapó e várzea é correlacionada com a distância.

Com o intuito de alcançar o objetivo geral desse trabalho, foram elaborados os seguintes objetivos específicos: 1-Verificar se existe diferença significativa na florística e estrutura das florestas de igapó e várzea em diferentes estágios de crescimento (regeneração natural, plantas estabelecidas e arbóreas); 2-Verificar se existe diferença significativa na florística e estrutura das florestas de igapó e várzea em diferentes escalas espaciais (escala local e intermediária); 3-Verificar se existe relação entre a similaridade florística e a distância geográfica entre as parcelas na escala intermediária.

É de suma importância que a conservação da biodiversidade seja realizada por uma atuação em diversas escalas, usando a complementaridade da biota entre áreas distintas, para evitar risco da perda da variação de espécies, evitando gerar problemas irrelevantes, haja vista a maioria das medidas de conservação é baseada em dados de riqueza de poucas espécies, em escalas locais e normalmente associados a levantamentos botânicos de populações já estabelecidas (HOWARD *et al.*, 1998).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de Estudo

3.1.1. Escala Local e Intermediária

Os trabalhos foram realizados nas florestas de igapó e de várzea, localizadas na Estação Científica Ferreira Penna- Caxiuanã, localizada nos municípios de Portel e Melgaço no estado do Pará (1°13'86" S; 48°17'41.18" O) (Figura 1).

Foi denominado de “Escala local” o experimento realizado com as quatro parcelas de 100x100 metros (m), duas parcelas localizadas na floresta de igapó, distantes entre si 1,5km e duas na floresta de várzea, distantes entre si 1,5km, sendo que cada parcela foi subdividida em 25 quadrantes de 20x20 m.

E denominado de “Escala Intermediária” o experimento realizado com 30 parcelas de 10x50m, 15 parcelas na floresta de igapó e 15 parcelas na floresta de várzea, essas parcelas foram dispostas linearmente a uma distância de 800m entre elas.

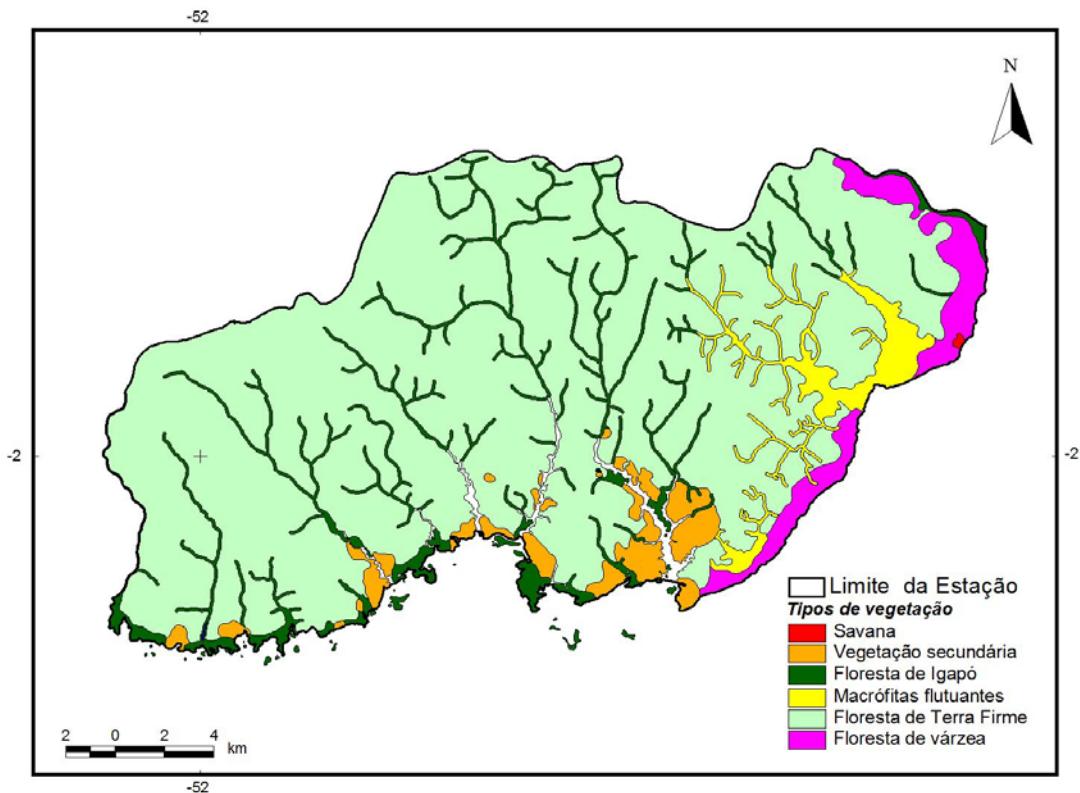


Figura 1 - Tipos de vegetação da Estação Científica Ferreira Penna-Caxiuanã

A temperatura média anual do ar é $25,7 \pm 0,8$ °C, a precipitação média anual é 2.272 ± 193 mm. A média anual da umidade relativa do ar é de 82,3%. A direção do vento predominante é de Nordeste. Pela classificação climática de Köppen, o clima é do tipo “Am” tropical quente e úmido e subtipo climático com uma curta estação seca (OLIVEIRA *et al.*, 2008).

A drenagem principal da região é composta pelo rio Anapu e pela baía de Caxiuanã. O Rio Anapu, por ser o corredor natural para se chegar a Estação é de extrema importância. O rio Anapu nasce na Serra dos Carajás e percorre cerca de 630 km até desaguar no rio Pará. A baía de Caxiuanã é um grande lago de terra firme, formado em decorrência das últimas transgressões marinhas, a partir da transformação do rio Anapu (BERREDO *et al.*, 2012).

Os períodos de enchente ocorrem entre os meses de janeiro a maio, enquanto o período de vazante entre maio a julho, sendo as variações diárias provocadas pela maré pequena em torno de 30 cm no nível das águas do rio Curuá (HIDA *et al.*, 1997). Contudo, com oscilações muito maiores, variando de 1 a 1,5 metros na região da baía de Caxiuanã (FERREIRA *et al.*, 2012).

Os principais tipos de vegetação da Estação são a floresta ombrófila densa de terras baixas, denominada localmente de terra firme, florestas secundárias de diferentes idades e dois tipos de florestas ombrófilas densa aluviais, sazonalmente inundadas e denominadas localmente de florestas de igapós e várzeas (Veloso *et al.*, 1991).

As florestas de igapó na Estação são inundadas sazonalmente pela flutuação anual dos rios e igarapés de água preta e também por inundações diárias das marés. O dossel da floresta é fechado, as árvores apresentam diâmetro de pequeno porte e folhas menores em comparação as florestas de várzea, poucas espécies de palmeiras, densa vegetação no sub-bosque, caracterizados por grande abundância de espécies herbáceas, tais como, *Beckerelia cymosa* Sauergräser (Cyperaceae) e *Rapatea* sp. (Rapateaceae) (FERREIRA *et al.*, 2012) (Figura 2).

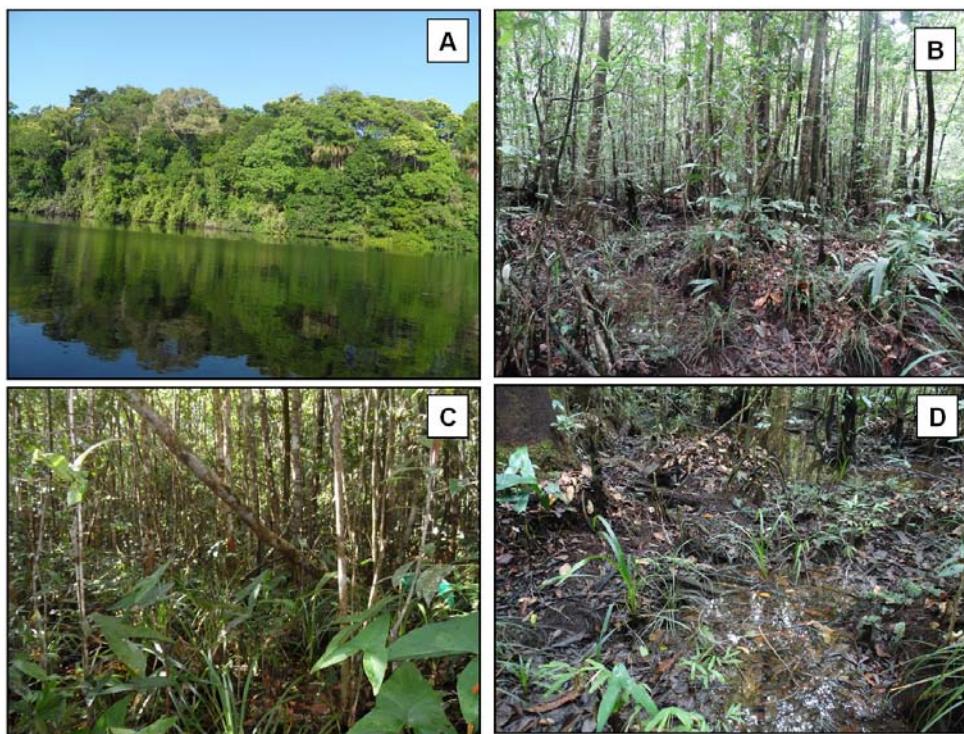


Figura 2 – (A) Estrutura da vegetação da floresta de igapó, (B) árvores com diâmetros de pequeno porte, (C) conspícuia presença de espécies com forma de vida herbácea na regeneração natural, (D) destaque para as famílias Rapataceae, Cyperaceae, Poaceae (Fotos: Leandro V. Ferreira, Museu Paraense Emílio Goeldi, em 2013).

Os solos das florestas de igapó são classificados como Gleissolos de textura siltosa, com pouca drenagem e em condições de regime de excesso de umidade permanente ou periódico, pobres em nutrientes e com alta fragilidade (PICCININ & RUIVO, 2012).

As florestas de várzea na Estação são inundadas sazonalmente pela flutuação anual de igarapés e da baía de Caxiuanã e também por inundações diárias das marés. O dossel da floresta é aberto, as árvores apresentam diâmetro de maior porte e folhas também maiores em comparação as florestas de igapó, presença de muitos indivíduos de espécies de palmeiras, com pouca vegetação no sub-bosque (Figura 3), sendo este caracterizado pela presença na regeneração natural de indivíduos das espécies arbóreas sem a presença de uma comunidade de plantas herbáceas, com exceção de *Montrichardia arborescens* (L.) Schott, (Araceae) conhecida regionalmente como Aningá, grande quantidade de banco de macrófitas aquáticas flutuantes na baía de Caxiuanã (água barrenta) (FERREIRA *et al.*, 2012).

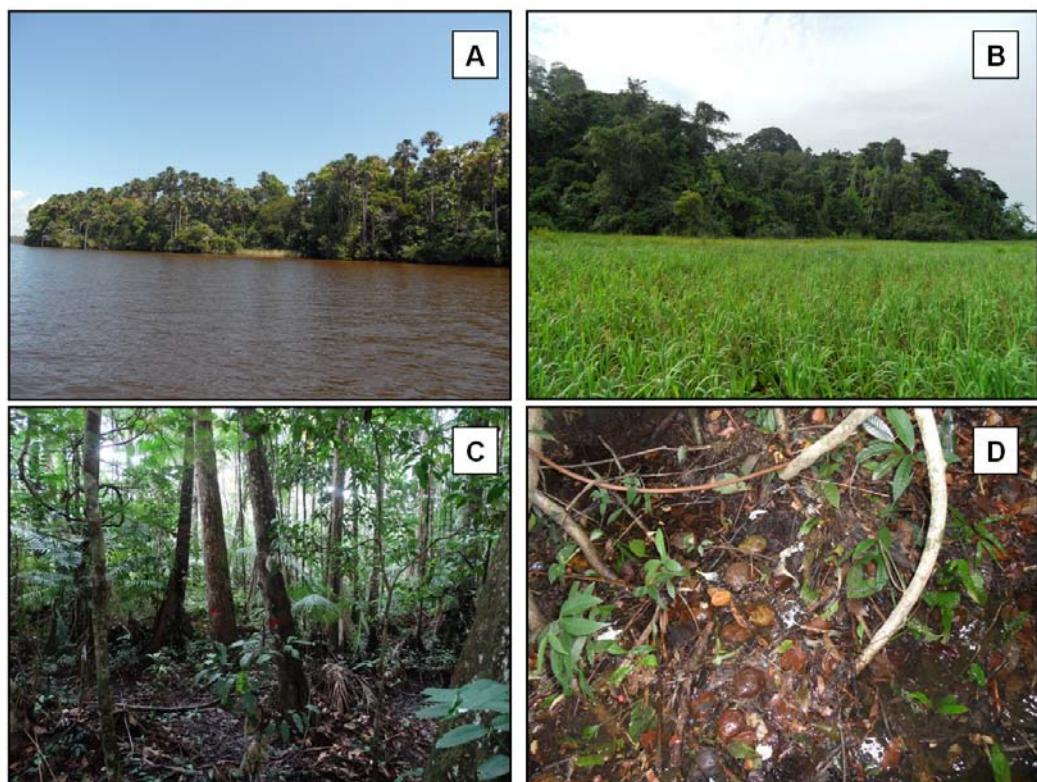


Figura 3 – (A) Estrutura da vegetação da floresta de várzea com abundante presença de *Mauritia flexuosa* (buriti), (B) grande quantidade de bancos de macrófitas aquáticas flutuantes, (C) sub-bosque aberto, (D) baixa abundância de espécies de plantas herbáceas na regeneração natural (Fotos: Leandro V. Ferreira, Museu Paraense Emílio Goeldi, em 2013).

As florestas de várzea, localizadas na baía de Caxiuanã, são inundadas por rios com maior carga de sedimentos. Os solos são classificados como Plintossolos, solos minerais formados sob condições de restrição à percolação da água, sujeitos ao efeito temporário de excesso de umidade, mal drenados e com maior proporção de nutrientes (PICCININ & RUIVO, 2012).

3.2. Coleta de Dados

3.2.1. Escala Local

Nesse estudo foram usadas as quatro parcelas permanentes do inventário de florestas inundadas do Projeto de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração (PELD) na Floresta Nacional de Caxiuanã, duas localizadas na floresta de igapó do rio Curuá, 1,5 km distantes entre si e duas na floresta de várzea na baía de Caxiuanã, 1,5 km distantes entre si (Figura 4).

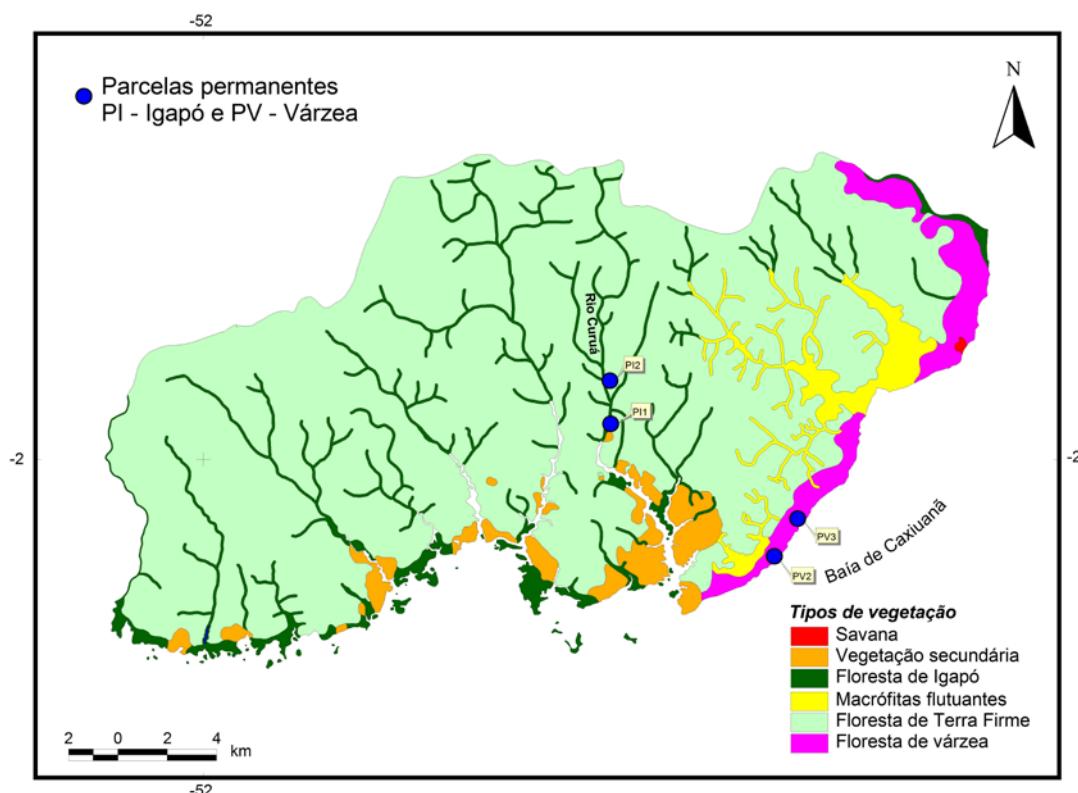


Figura 4 - Localização das quatro parcelas permanentes do inventário de florestas inundadas do Projeto de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração (PELD), duas nas florestas de igapó do rio Curuá e duas nas florestas de várzea na baía de Caxiuanã (Autor: Leandro V. Ferreira, Museu Paraense Emílio Goeldi, em 2013).

As parcelas permanentes têm a forma de um quadrado de 100 x 100 metros, divididos em 25 quadras de 20 x 20 metros (Figura 5). Dentro de cada quadra todas as árvores, lianas e palmeiras com diâmetro a altura do peito (DAP 10 cm) foram marcados com placas de alumínio numeradas. Cada indivíduo teve o DAP medido a 1,3 metros de altura, ou acima disso em caso de presença de sapopemas, deformidades no tronco, presença de lianas, raízes escoradas, entre outros.

Para o levantamento botânico desse estudo foram escolhidas sistematicamente 13 quadras de 20 x 20 metros em cada parcela totalizando 52 quadras (Figura 6).

O levantamento botânico foi dividido em três estratos: (1) arbóreo, usando 13 parcelas de 20 x 20 metros, (2) plantas estabelecidas, usando 13 parcelas de 5 x 5 metros e (3) regeneração natural, usando 13 parcelas 2 x 2 metros em cada uma das quatro parcelas permanentes do inventário de florestas inundadas do Projeto de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração (PELD) Floresta Nacional de Caxiuanã (Figura 6).

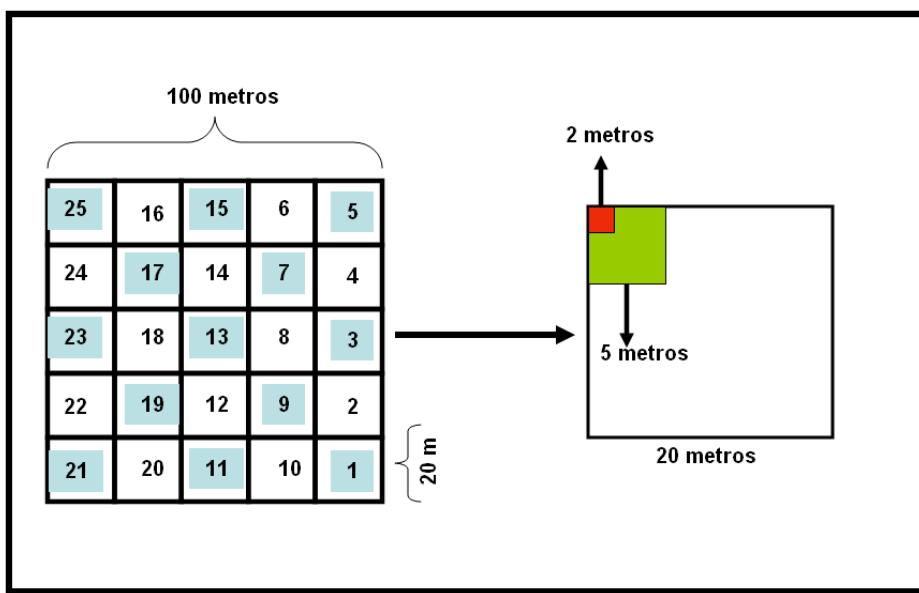


Figura 5 - Diagrama da localização das 13 quadras (20 x 20 metros) na parcela permanente do inventário das florestas inundadas do Projeto de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração (PELD) de Caxiuanã, e o detalhe do tamanho das quadras usadas nos estratos arbóreo (20 x 20 metros), plantas estabelecidas (5 x 5 metros) e regeneração natural (2 x 2 metros).

No estrato arbóreo (DAP \geq 10 cm de diâmetro altura do peito), todos os indivíduos foram contados e medidos. No estrato de plantas estabelecidas (1-9.9 cm de diâmetro), todos os indivíduos foram contados e medidos. No estrato da regeneração natural (indivíduos até 30 cm de altura e as espécies com forma de vida herbácea) todos os indivíduos foram contados, segundo a metodologia adotada por Cunha e Ferreira (2012).

Todos os indivíduos dos três estratos foram identificados no campo e no herbário por um técnico em botânica do Museu Paraense Emílio Goeldi e classificados em relação às formas de vida de acordo com Veloso *et al.* (1991) com as seguintes especificações herbácea, liana, epífita, estipe e arbórea.

O sistema de classificação das espécies adotado foi o APG III (2009) e a validação dos nomes foi baseada na Lista de Espécies do site da Flora do Brasil 2013.

O material fértil coletado foi incorporado ao acervo do Herbário João Murça Pires (MG) do Museu Paraense Emílio Goeldi.

3.2.2. Escala intermediária

O levantamento botânico foi realizado usando 30 parcelas de 10 x 50 metros, 15 parcelas na floresta de igapó do rio Caxiuanã e 15 parcelas na floresta de várzea na baía de Caxiuanã. A distância entre as parcelas variou de 800 metros a 30 km, totalizando um transecto linear de 15 km em cada tipo de vegetação (Figura 6).

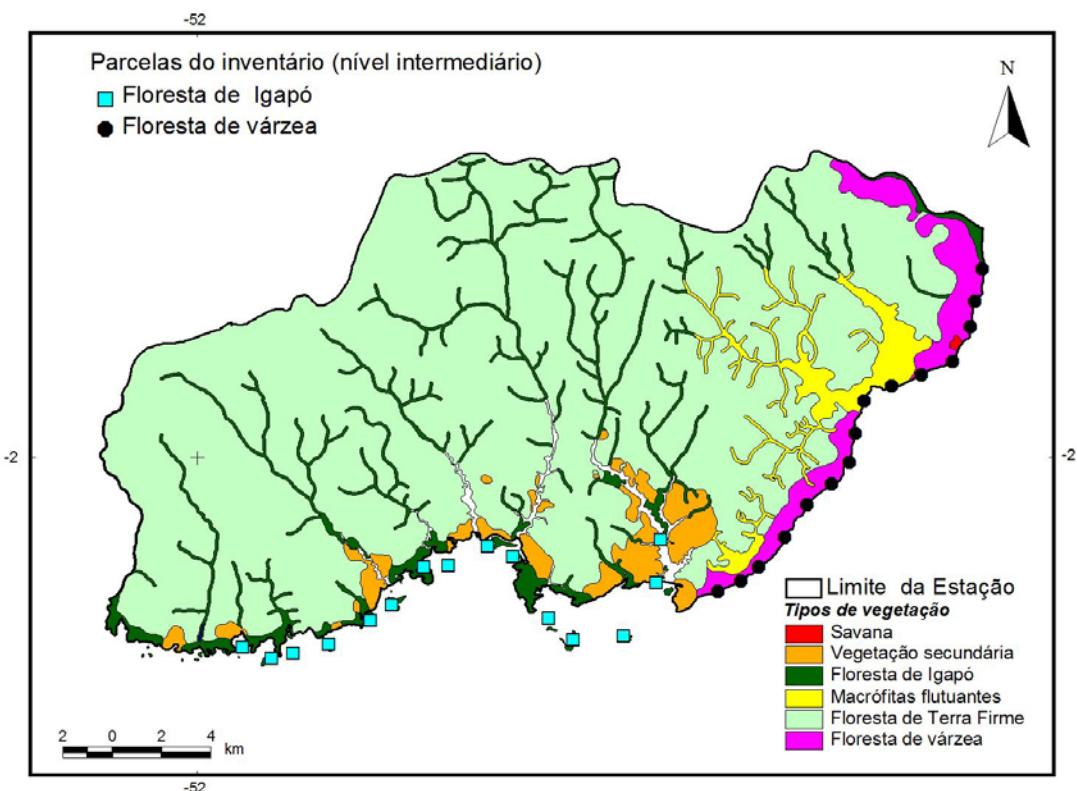


Figura 6 - Distribuição espacial das 30 parcelas do inventário botânico em escala intermediária (meso-escala) realizado nas florestas de igapó e de várzea da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã (Autor: Leandro V. Ferreira, Museu Paraense Emílio Goeldi, em 2013).

O levantamento botânico foi dividido em três estratos: (1) arbóreo, usando 15 parcelas de 10 x 50 metros, (2) plantas estabelecidas, usando 15 parcelas de 5 x 5 metros e (3) regeneração natural, usando 15 parcelas 2x 2 metros.

No estrato arbóreo (DAP \geq 10 cm de diâmetro altura do peito), todos os indivíduos foram contados e medidos. Nas plantas estabelecidas (1-9.9 cm de diâmetro), todos os indivíduos foram contados e medidos. Na regeneração natural (indivíduos até 30 cm de altura e as plantas com forma de vida herbácea) todos os indivíduos foram contados.

Todos os indivíduos dos três estratos foram identificados no campo e no herbário por um técnico em botânica do Museu Paraense Emílio Goeldi e classificados em relação às

formas de vida de acordo com Veloso *et al.* (1991) com as seguintes especificações herbácea, liana, epífita, estipe e arbórea.

O sistema de classificação das espécies adotado foi o APG III (2009) e a validação dos nomes foi baseada na Lista de Espécies do site Flora do Brasil 2013.

O material fértil coletado foi incorporado ao acervo do Herbário João Murça Pires (MG) do Museu Paraense Emílio Goeldi.

3.3. Análise de Dados

3.3.1. Escala Local e Intermediária

Os dados de densidade dos indivíduos e do número de espécies, dentro de cada quadra, foram gerados no programa Mata Nativa 2 (CIENTEC, 2006).

As diferenças do número de indivíduos e do número de espécies em relação aos estratos e os tipos de vegetação foram testados com ANOVA Two Way, quando a homogeneidade dos dados não cumpria com os pressupostos das análises era realizado um Teste T normal ou Teste T para variâncias separadas (para o caso de variâncias heterogêneas) com o intuito de verificar as diferenças do número de indivíduos e do número de espécies entre os ambientes (igapó e várzea) dentro de cada estrato (regeneração natural, plantas estabelecidas e arbóreo) e testado com ANOVA One Way as diferenças do número de indivíduos e do número de espécies entre os estratos (regeneração natural, plantas estabelecidas e arbóreo) dentro do mesmo ambiente (igapó ou várzea), quando a homogeneidade dos dados não cumpria com os pressupostos das análises era realizado o teste não paramétrico Kruskal-Wallis. Essas análises foram realizadas através do programa Statistica 8.0 (ZAR, 2010).

Para testar diferenças na composição de espécies da comunidade de plantas nos três estratos entre a floresta de igapó e de várzea foi utilizada a análise multivariada de ordenamento DCA, utilizando o índice de similaridade de Sörensen usando o programa PC-ORD (McCUNE & MEFFORD, 1999).

Na escala Intermediária, além das análises citadas anteriormente, foi realizado também a correlação entre a similaridade de espécies e a distância das parcelas, obtida pelo teste de Mantel, usando o índice de correlação de Pearson ao nível de significância de 5%, através do programa PC-ORD 6 (ZAR, 2010).

O teste de Mantel é um procedimento estatístico de correlação entre duas matrizes (MANTEL, 1967), frequentemente usado para correlacionar à variável ‘distância’ com outra variável qualquer (MANLY, 1986). O método de Monte Carlo, com 1.000 permutações aleatórias, foi aplicado para avaliar a significância do teste de Mantel (ZAR, 2010).

A matriz de similaridade de espécies, usando o índice de similaridade de Sørensen, entre as parcelas nas florestas de igapó e de várzea foi calculada no programa Mata Nativa 2 (CIENTEC, 2006).

A matriz de distância entre as parcelas nas florestas de igapó e de várzea foi calculada no programa Arcview 3.3, usando a extensão “Distance Matrix of Point Features” (ESRI, 2002).

4. RESULTADOS

4.1. Florística da Escala Local

Na escala local, a riqueza de espécies vegetais das florestas de igapó foi maior na comunidade de plantas dos estratos de regeneração natural com formas de vida herbáceas, plantas estabelecidas e arbóreo em comparação com as florestas de várzeas. Nos três estratos (regeneração natural, plantas estabelecidas e arbóreo) e em ambas as florestas, há uma grande dominância de poucas espécies na comunidade de plantas. As 10 espécies com maior densidade relativa têm 80% 64% e 53% do total de dos indivíduos amostrados nos três estratos de igapó, respectivamente e 73% 69% e 84% do total de dos indivíduos amostrados nos três estratos de várzea, respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1 – Número de espécies total, por tipos de floresta (igapó e várzea) e comum as duas florestas separadas por estratos e a porcentagem das 10 espécies com maior densidade relativa em cada tipo de floresta dentro de cada estrato da escala local na Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã.

ESTRATO	TOTAL	IGAPÓ	VÁRZEA	COMUM	DR IGAPÓ	DR VÁRZEA
Regeneração Natural -						
Comunidade Total	64	25	44	15 (23%)	80%	73%
Regeneração Natural -						
Herbáceas	14	10	8	4 (29%)		
Plantas Estabelecidas	76	52	46	22 (29%)	64%	69%
Arbóreo	77	58	39	19 (24%)	53%	84%

A comunidade de plantas da regeneração natural apresentou três espécies comuns a ambas as florestas (igapó e várzea) *Montrichardia arborescens* (aninga), *Virola surinamensis* (virola) e *Swartzia polyphylla* (pitaica); e quando analisadas somente as espécies herbáceas da regeneração natural foi verificado quatro espécies comuns aos dois tipos de florestas (igapó e várzea) *Calyptrocarya glomerulata*, *Dieffenbachia seguine*, *Montrichardia arborescens*, *Rapatea paludosa*. No estrato de plantas estabelecidas, as espécies *Caraipa grandifolia*, *Diospyros guianensis* apresentaram o maior número de indivíduos nas florestas de igapó e *Virola surinamensis*, *Montrichardia arborescens*, apresentaram o maior número de indivíduos na floresta de várzea, enquanto que no estrato arbóreo as espécies *Caraipa grandifolia*, *Euterpe oleracea* foram mais abundantes nas florestas de igapó e várzea, respectivamente, caracterizando ser típicas nesses tipos de ambientes.

As espécies de regeneração natural típicas de floresta de igapó registradas nesse estudo foram, *Calyptrocarya glomerulata*, *Caraipa grandifolium* e *Xilopia emarginata*. Enquanto que *Virola surinamensis*, *Combretum laxum* e *Euterpe oleracea*, foram espécies típicas de várzea. As três mais representativas entre as duas florestas (igapó e várzea) foi, *Virola surinamensis*, *Swartzia polyphylla* e *Montrichardia arborescens*, as duas primeiras espécies citadas, também apareceram nos estudos de Scudeller & Souza (2009), realizado em floresta de igapó da Amazônia Central.

Em estudos realizados por Ferreira (2011) em florestas alagadas (igapó e várzea) no Pará, as cinco espécies mais abundantes da várzea foram *Pterocarpus officinalis*, *Euterpe oleracea*, *Macrolobium angustifolium*, *Pentaclethra macroloba* e *Virola surinamensis*, enquanto que as cinco espécies mais abundantes na floresta de igapó foram *Lecythis idatimon*, *Ormosia coutinhoi*, *Sympomia globulifera*, *Caraipa grandiflora* e *Vochysia inundata*.

4.2. Florística da Escala Intermediária

Na escala intermediária, a riqueza de espécies vegetais das florestas de igapó foi maior na comunidade de plantas dos estratos de regeneração natural e arbóreo em comparação com as florestas de várzeas. Nos três estratos (regeneração natural, plantas estabelecidas e arbóreo) e em ambas as florestas, há uma grande dominância de poucas espécies na comunidade de plantas. As 10 espécies com maior densidade relativa têm 93% 65% e 76% do total de dos

indivíduos amostrados nos três estratos de igapó, respectivamente e 90% 75% e 66% do total de dos indivíduos amostrados nos três estratos de várzea, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2- Número de espécies total, por tipos de floresta (igapó e várzea) e comum as duas florestas separadas por estratos e a porcentagem das 10 espécies com maior densidade relativa em cada tipo de floresta dentro de cada estrato da Escala Intermediária na Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã.

ESTRATO	Natural	-	TOTAL		IGAPÓ	VÁRZEA	COMUM	IGAPÓ	VÁRZEA	DR	DR
			IGAPÓ	VÁRZEA	IGAPÓ	VÁRZEA	IGAPÓ	VÁRZEA	IGAPÓ	VÁRZEA	
Regeneração	Natural	-									
Comunidade Total		61	45	37	18 (29%)	93%	90%				
Plantas Estabelecidas		84	51	59	31 (30%)	65%	75%				
Arbóreo		62	45	36	19 (30%)	76%	66%				

A comunidade de plantas da regeneração natural apresentou duas espécies, *Xylopia emarginata* e *Virola surinamensis* caracterizadas como típicas de floresta de igapó e várzea, respectivamente, devidos ser abundantes nesses ambientes. No estrato de plantas estabelecidas, as espécies *Diospyrus guianensis* e *Podocalyx loranthoides* apresentaram o maior número de indivíduos nas florestas de igapó e *Virola surinamensis* e *Euterpe oleracea*, apresentaram o maior numero de indivíduos na floresta de várzea, enquanto que no estrato arbóreo as espécies *Qualea albiflora* e *Virola surinamensis* foram mais abundantes nas florestas de igapó e várzea, respectivamente, caracterizando ser típicas nesses tipos de ambientes.

4.3. Número de Indivíduos e de Espécies na Escala Local

Houve diferença significativa no número de indivíduos da comunidade de plantas entre os três estratos da floresta de igapó na escala local $F (2, 75) = 85.571$, $p < 0.001$ (Figura 7), entretanto só foi significativo entre o estrato arbóreo com regeneração natural e entre o estrato arbóreo com plantas estabelecidas Kruskal-Wallis test $H (2, N= 78) = 51.458$ $p < 0.001$ (Tabela 3).

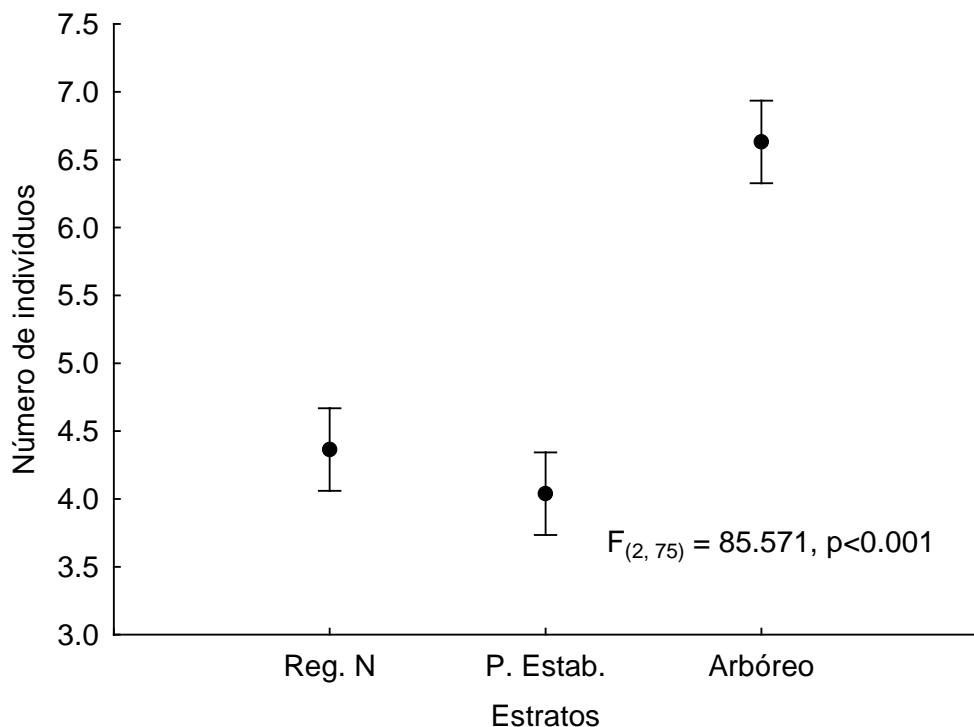


Figura 7- Média do número de indivíduos da comunidade de planta dos três estratos da floresta de igapó na escala local da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã. Teste realizado com Anova one way, utilizando a transformação de raiz quadrada dos dados.

Tabela 3 - Teste de Tukey realizado com a raiz quadrada do número de indivíduos da comunidade de plantas dos três estratos da floresta de igapó na escala local da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã.

ESTRATOS	Regeneração Natural	Plantas Estabelecidas	Arbóreo
Regeneração Natural		0.293482	0.000110
Plantas Estabelecidas	0.293482		0.000110
Arbóreo	0.000110	0.000110	
MS = 0.60566	4.3644	4.0391	6.6308
df = 75.000			

Houve diferença significativa no número de espécies da comunidade de plantas entre os três estratos da floresta de igapó na escala local, Kruskal-Wallis test: $H (2, N= 78) = 51.458 p < 0.001$ (Figura 8), entretanto só foi significativo entre o estrato arbóreo com regeneração natural e entre o estrato arbóreo com plantas estabelecidas (Tabela 4) .

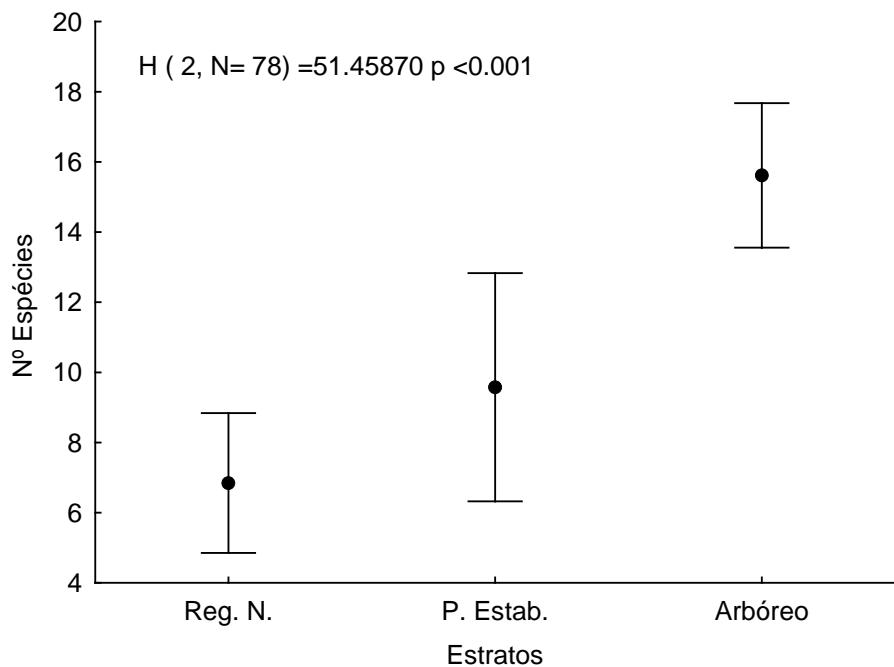


Figura 8 - Média do número de espécies da comunidade de planta dos três estratos da floresta de igapó na escala local da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã. Teste realizado com Anova one way.

Tabela 4 - Teste de comparação múltipla realizado com o número de espécies da comunidade de plantas dos três estratos da floresta de igapó na escala local da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã.

ESTRATOS	Regeneração Natural	Plantas Estabelecidas	Arbóreo
Regeneração Natural		0.054953	0.000000
Plantas Estabelecidas	0.054953		0.000009
Arbóreo	0.000000	0.000009	
	R:19.846	R:34.673	R:63.981

Houve diferença significativa no número de indivíduos da comunidade de plantas entre os três estratos da floresta de várzea na escala local, Kruskal-Wallis test: $H (2, N= 78) = 45.197 p < 0.001$ (Figura 9 e Tabela 5) .

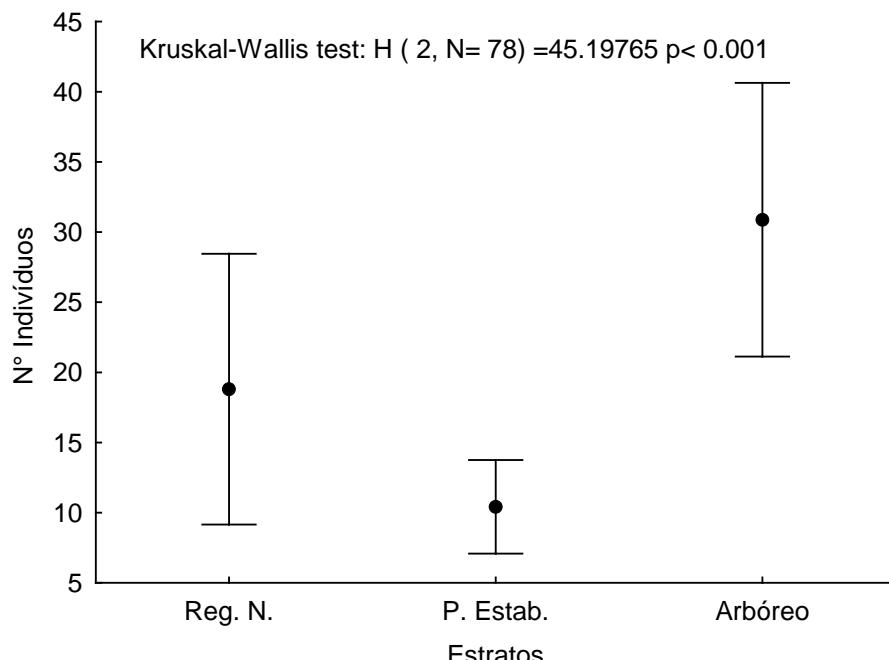


Figura 9 - Média do número de indivíduos da comunidade de planta dos três estratos da floresta de várzea na escala local da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã. Teste realizado com Anova one way.

Tabela 5 - Teste de comparação múltipla realizado com o número de indivíduos da comunidade de plantas dos três estratos da floresta de várzea na escala local da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã.

ESTRATOS	Regeneração Natural	Plantas Estabelecidas	Arbóreo
Regeneração Natural		0.004525	0.001199
Plantas Estabelecidas	0.004525		0.000000
Arbóreo	0.001199	0.000000	
	R:38.731	R:18.788	R:60.981

Houve diferença significativa no número de espécies da comunidade de plantas entre os três estratos da floresta de igapó na escala local $F (2, 75) = 19.975$, $p < 0.001$ (Figura 10), entretanto só foi significativo entre o estrato arbóreo com regeneração natural e entre o estrato arbóreo com plantas estabelecidas (Tabela 6).

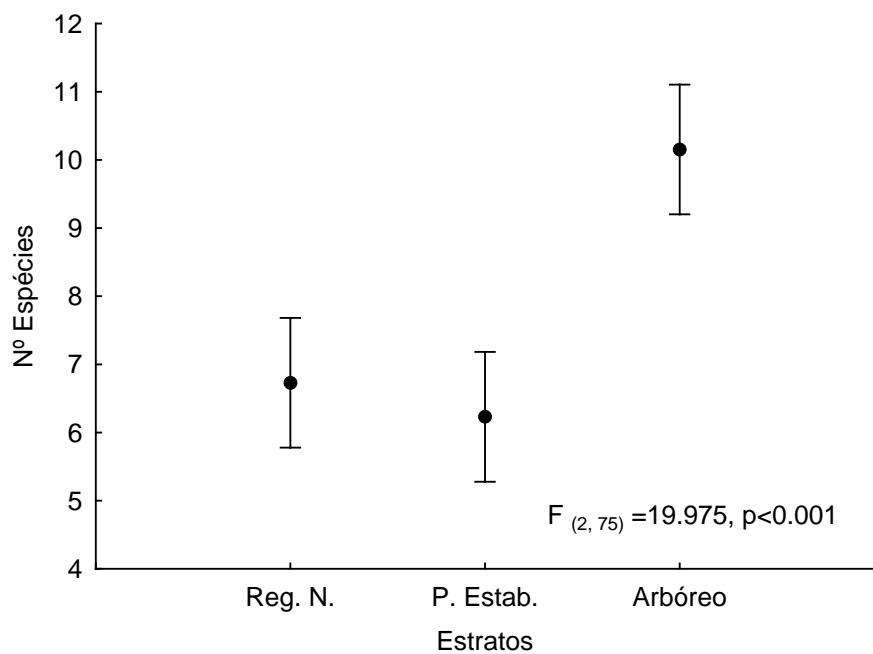


Figura 10 - Média do número de espécies da comunidade de planta dos três estratos da floresta de várzea na escala local da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã. Teste realizado com Anova one way, utilizando a transformação de raiz quadrada dos dados.

Tabela 6 - Teste de Tukey realizado com o número de espécies da comunidade de plantas dos três estratos da floresta de várzea na escala local da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã.

ESTRATOS	Regeneração Natural	Plantas Estabelecidas	Arbóreo
Regeneração Natural		0.740618	0.000116
Plantas Estabelecidas	0.740618		0.000110
Arbóreo	0.000116	0.000110	
MS = 5.9349			
df = 75.000	67.308	62.308	10.154

O número de indivíduos e de espécies foi significativamente maior na comunidade de plantas da floresta de igapó nos estratos de plantas estabelecidas e arbóreo da escala local, não sendo significativa essa diferença na comunidade de plantas do estrato de regeneração natural, entretanto quando analisados somente as formas de vida herbácea desse estrato verificou que há diferença significativamente maior na comunidade de plantas no ambiente de igapó (Tabela 7).

Tabela 7 – Valor do Teste t realizado com a média do número de indivíduos e do número de espécies dos três estratos (regeneração natural, plantas estabelecidas e arbóreo) e com a comunidade de herbáceas na escala local da Estação Científica Ferreira Penna – Caxiuanã.

ESTRATOS		Média Igapó	Média Várzea	p - Valor	Tipo de teste t
Regeneração Natural	Nº indivíduos	2.007	1.880	0.650	Normal
	Nº espécies	6.846	6.730	0.855	Normal
Reg. Nat. Herbáceas	Nº indivíduos	1.157	2.346	0.001	Variâncias separadas
	Nº espécies	3.153	1.192	0.001	Normal
Plantas Estabelecidas	Nº indivíduos	1.650	1.042	0.002	Normal
	Nº espécies	9.576	6.230	0.000048	Variâncias separadas
Arbóreo	Nº indivíduos	4.450	3.088	0.000	Normal
	Nº espécies	1.561	1.015	0.001	Variâncias separadas

4.4. Número de Indivíduos e de Espécies na Escala Intermediária

Não houve diferença significativa no número de espécies na comunidade de plantas dos três estratos em relação aos dois tipos de ambientes (floresta de igapó e várzea) na escala intermediária $F (2, 84) = 0.277$, $p < 0.758$ (Figura 11).

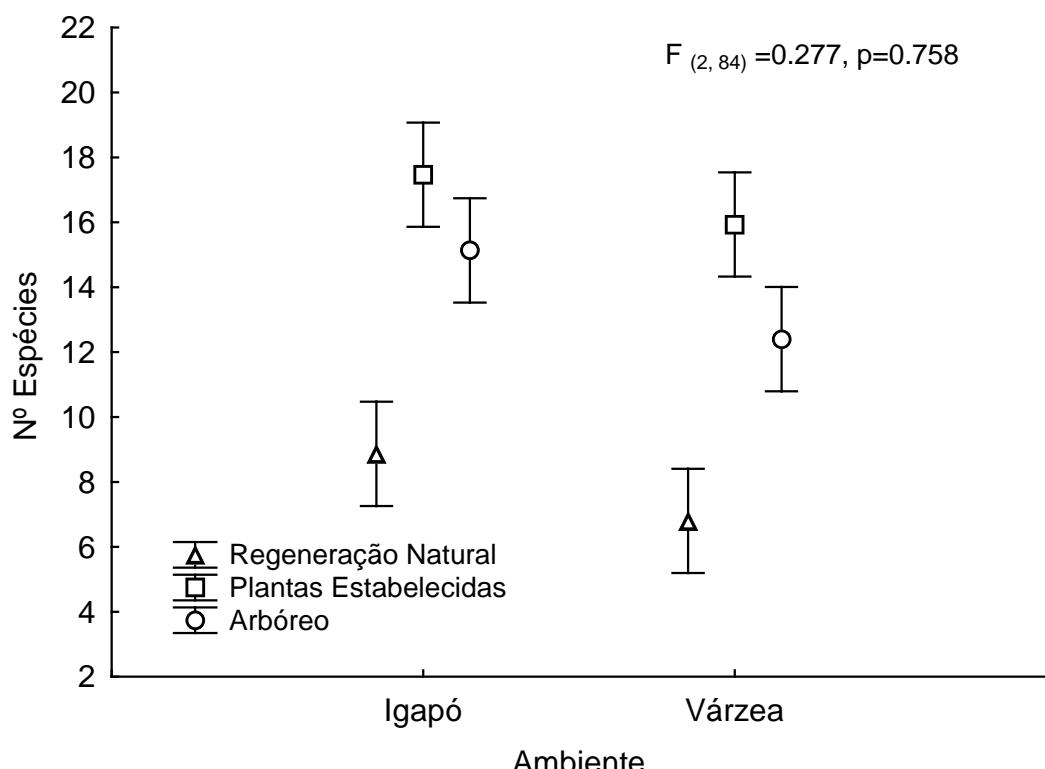


Figura 11 - Média do número de espécies da comunidade de planta nos três estratos dos dois ambientes (floresta de igapó e de várzea) na escala local da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã. Teste realizado com Anova two way.

Não houve diferença significativa no número de indivíduos da comunidade de plantas entre os três estratos da floresta de igapó na escala intermediária Kruskal-Wallis test: $H (2, N= 45) =4.204 p =0.122$ (Figura 12 e Tabela 8).

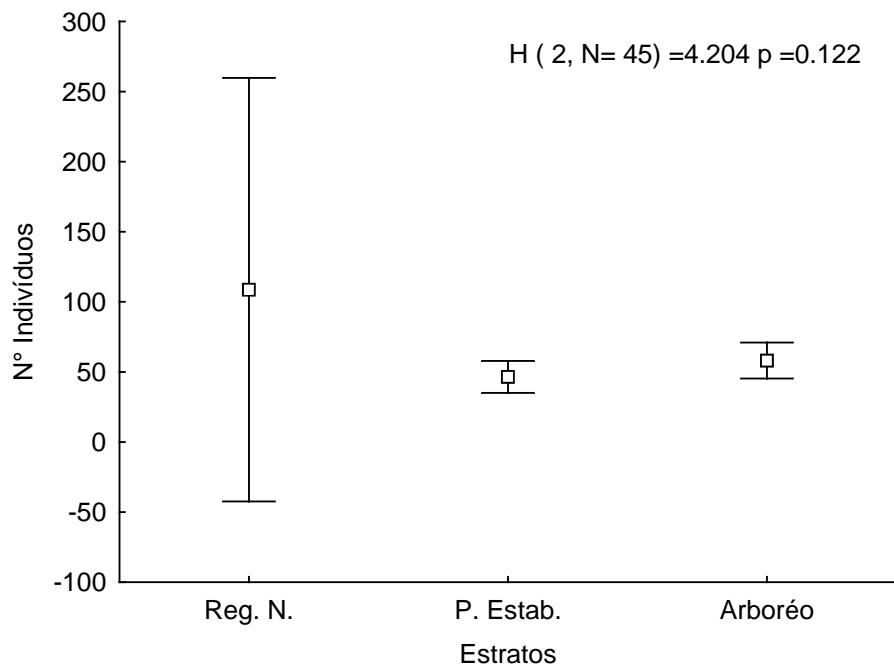


Figura 12 - Média do número de indivíduos da comunidade de planta nos três estratos da floresta de igapó na escala intermediária da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã. Teste realizado com Anova one way.

Tabela 8 - Teste de comparação múltipla realizado com o número de indivíduos da comunidade de plantas dos três estratos da floresta de igapó na escala intermediária da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã.

ESTRATOS	Regeneração Natural	Plantas Estabelecidas	Arbóreo
Regeneração Natural		0.820	1.216
Plantas Estabelecidas	0.820		2.036
Arbóreo	1.216	2.036	
	R:22.367	R:18.433	R:28.200

Não houve diferença significativa no número de indivíduos da comunidade de plantas entre os três estratos da floresta de várzea na escala intermediária Kruskal-Wallis test: $H (2, N= 45) =4.067 p =0.130$ (Figura 13 e Tabela 9).

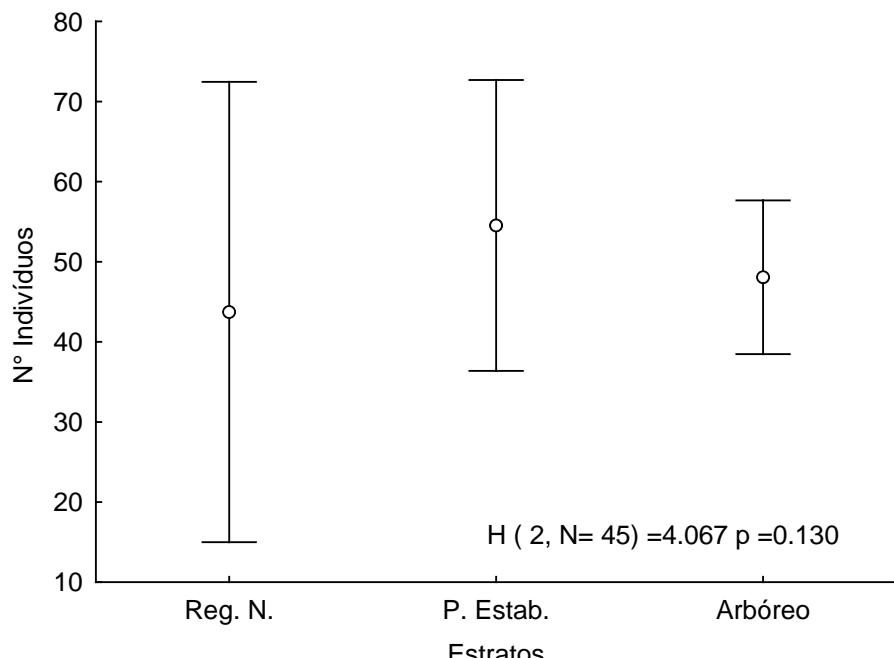


Figura 13 - Média do número de indivíduos da comunidade de planta nos três estratos da floresta de várzea na escala intermediária da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã. Teste realizado com Anova one way.

Tabela 9 - Teste de comparação múltipla realizado com o número de indivíduos da comunidade de plantas dos três estratos da floresta de várzea na escala intermediária da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã.

ESTRATOS	Regeneração Natural	Plantas Estabelecidas	Arbóreo
Regeneração Natural		0.176	0.363
Plantas Estabelecidas	0.176		1
Arbóreo	0.363	1	
	R:17.500	R:26.567	R:24.933

O número de indivíduos e de espécies foi significativamente maior na comunidade de plantas da floresta de igapó nos estratos de regeneração natural e arbóreo da escala intermediária (Tabela 10).

Tabela 10 - Valores dos Teste t realizado com a média do número de indivíduos dos três estratos (regeneração natural, plantas estabelecidas e arbóreo) na escala intermediária da Estação Científica Ferreira Penna – Caxiuanã.

ESTRATOS	Média Igapó	Média Várzea	p - Valor	Tipo de test t
Regeneração Natural	1.086	4.373	0.001	Variâncias separadas
Plantas Estabelecidas	4.646	5.453	0.094	Variâncias separadas
Arbóreo	5.813	4.806	0.021	Normal

4.5. Análise de Ordenamento das Parcelas Botânicas na Escala Local

Houve uma tendência a separação da composição de espécies da comunidade de plantas do estrato de regeneração natural e plantas estabelecidas entre as florestas de igapó e várzea, na regeneração natural o 1º e 2º eixos da ordenação explicam 43% e 16% da variância da regeneração entre várzea e igapó, respectivamente (Figura 14), e nas plantas estabelecidas cada um dos ambos os eixos da ordenação explicam 13% da variância entre várzea e igapó (Figura 15). Entretanto houve uma nítida separação da composição de espécies da comunidade de plantas do estrato arbóreo, onde o 1º eixo da ordenação separou a comunidade de plantas das florestas de várzea em relação às florestas de igapó e o 2º eixo da ordenação separou as quadras das duas parcelas de igapó, o 1º e 2º eixos explicaram 13% e 15% da ordenação, respectivamente (Figura 16).

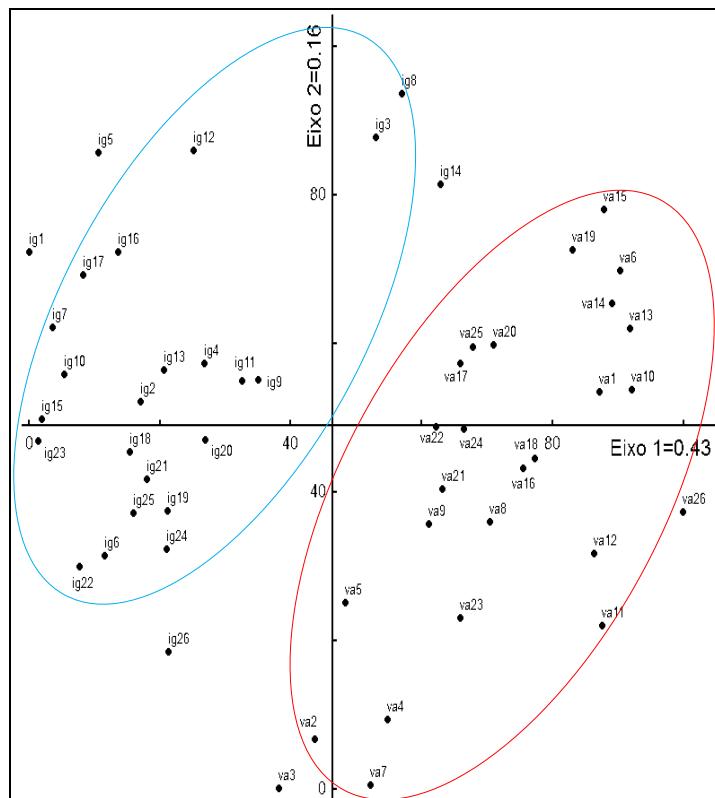


Figura 14 - Ordenamento das parcelas botânicas da comunidade do estrato de regeneração natural em escala local entre as florestas de igapó (ig - destaque em azul) e de várzea (va - destaque em vermelho) da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã.

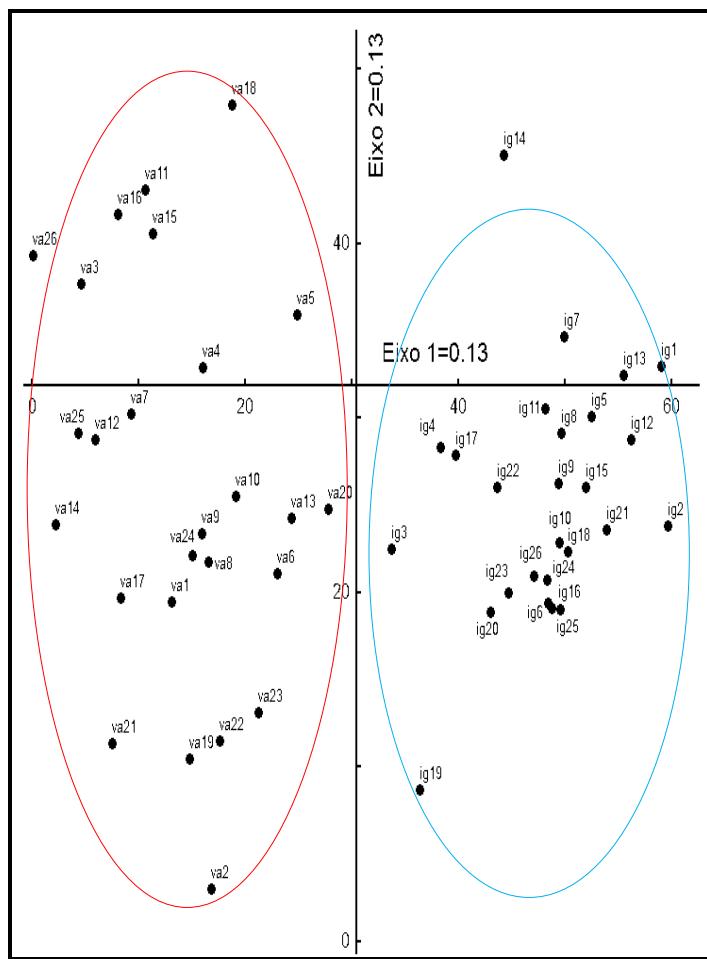


Figura 15 - Ordenamento das parcelas botânicas da comunidade do estrato de plantas estabelecidas entre a floresta de igapó (ig – destaque em azul) e várzea (va – destaque em vermelho) escala local na Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã.

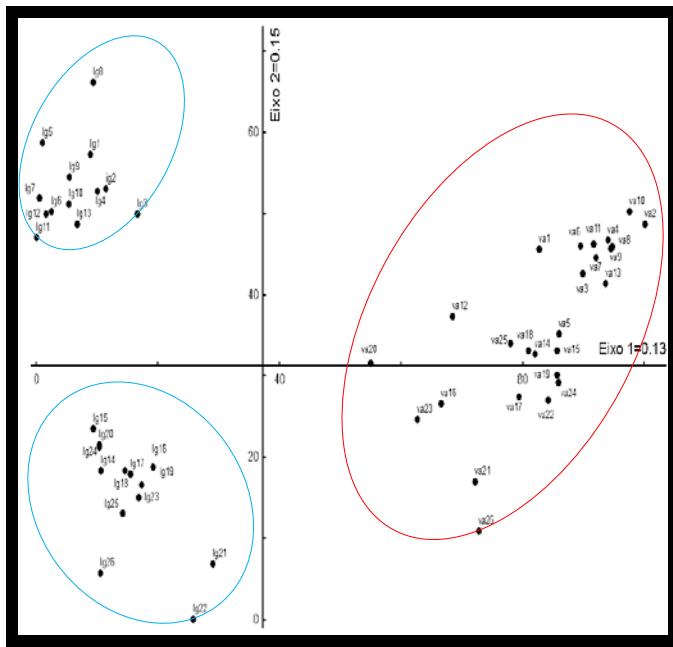


Figura 16 - Ordenamento das parcelas botânicas da comunidade de plantas do estrato arbóreo em escala local das florestas de igapó (ig – destaque em azul) e de várzea (va – destaque em vermelho) da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã.

4.6. Análise de Ordenamento das Parcelas Botânicas na Escala Intermediária

Houve uma tendência a separação da composição de espécies na comunidade de plantas do estrato de regeneração natural entre as florestas de igapó e várzea, o 1º e 2º eixos da ordenação explica 42% e 17% da variância, respectivamente (Figura 17), e houve uma nítida separação da composição de espécies entre as florestas de igapó e várzea dentro da comunidade de plantas do estrato de plantas estabelecidas e também no estrato arbóreo, sendo que o 1º e 2º eixos da ordenação explica 68% e 13% da variância das plantas estabelecidas (Figura 18) e no estrato arbóreo o 1º e 2º eixos da ordenação explica 78% e 12% da variância, respectivamente (Figura 19).

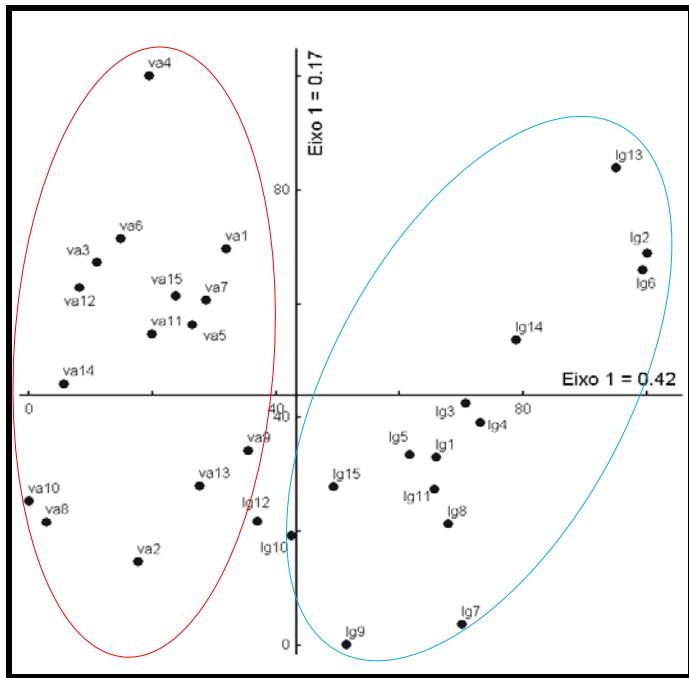


Figura 17 - Ordenamento das parcelas botânicas da comunidade de plantas do estrato da regeneração natural das florestas de igapó (ig – destaque em azul) e várzea (va – destaque em vermelho) escala intermediária na Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã.

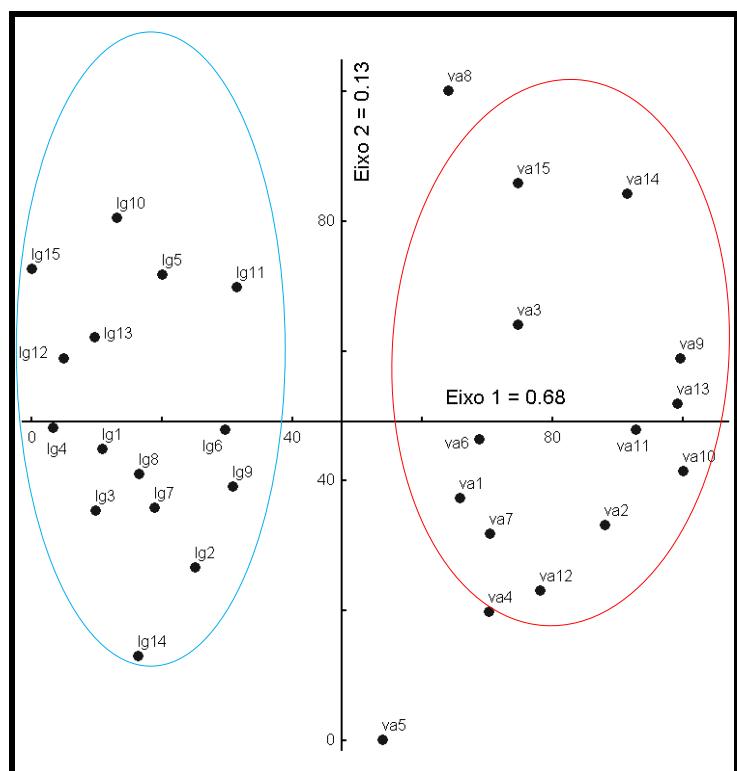


Figura 18 - Ordenamento das parcelas da comunidade do estrato de plantas estabelecidas entre as florestas de igapó (ig – destaque em azul) e várzea (va – destaque em vermelho) em escala intermediária na Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã.

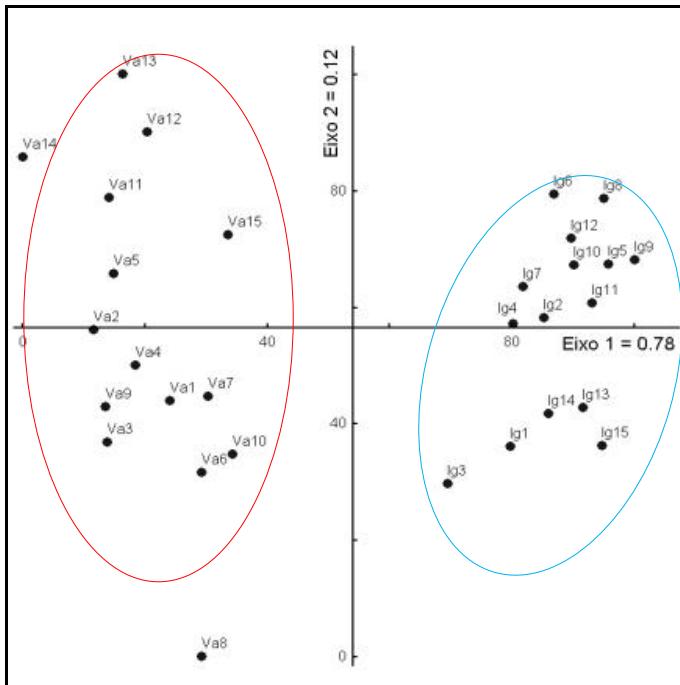


Figura 19 - - Ordenamento das parcelas da comunidade de plantas do estrato arbóreo entre as florestas de igapó (ig – destaque em azul) e várzea (va – destaque em vermelho) escala intermediária na Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã.

4.7. Correlação da Similaridade de Espécies e a Distância das Parcelas entre as Florestas de Igapó e de Várzea na Escala Intermediária

Houve uma correlação negativa entre a similaridade de espécies da comunidade de plantas das florestas de igapó e várzea nos estratos, regeneração natural, plantas estabelecidas e arbóreo em relação a distância das parcelas, $r=-0.45$; $p=0.001$ (Figura 20), $r=-0.62$; $p=0.001$ (Figura 21) e $r=-0.63$; $p=0.001$ (Figura 22), respectivamente.

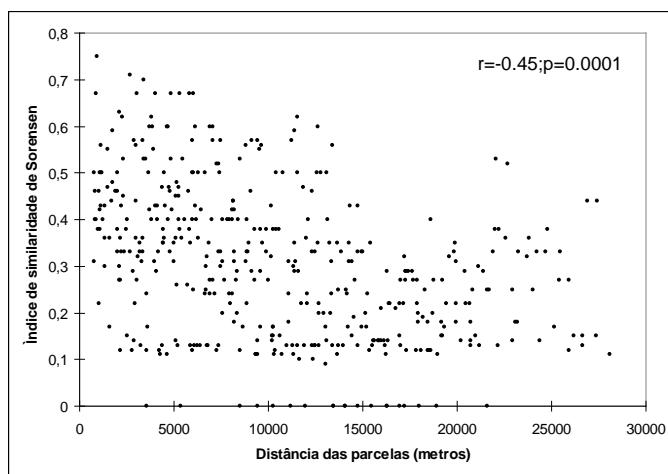


Figura 20 - Correlação da similaridade de espécies e a distância das parcelas da comunidade de plantas do estrato de regeneração natural nas florestas de várzea e igapó na escala intermediária na Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã

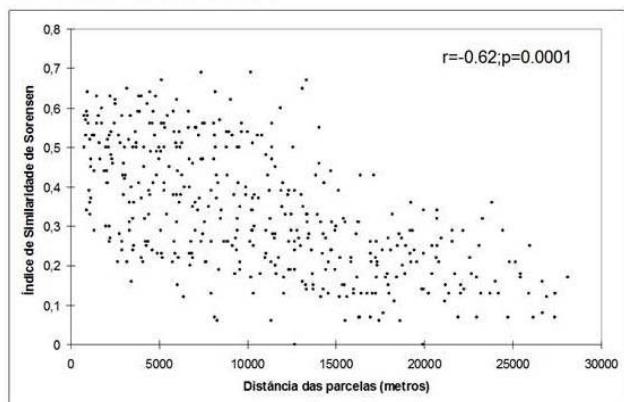


Figura 21 - Correlação da similaridade de espécies e a distâncias das parcelas da comunidade do estrato de plantas estabelecidas nas florestas de várzea e igapó escala intermediária na Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã.

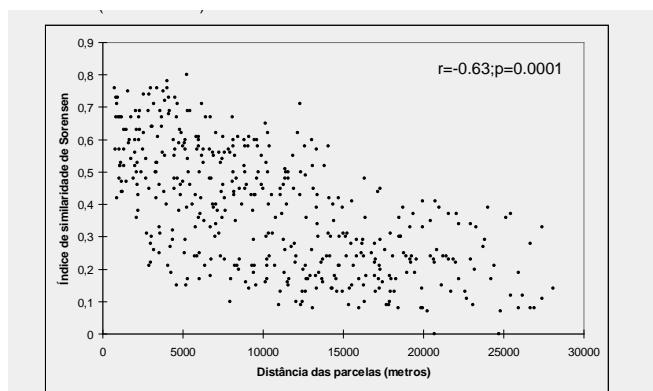


Figura 22 - Correlação da similaridade de espécies e a distâncias das parcelas da comunidade de plantas do estrato arbóreo das florestas de várzea e igapó escala intermediária na Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã.

4.8. Correlação da Similaridade de Espécies e a Distância das Parcelas dentro do mesmo Tipo de Vegetação (igapó e várzea) na Escala Intermediária

Não houve correlação significativa da similaridade da comunidade de plantas do estrato da regeneração natural das florestas de igapó ($r=-0.09$; $p=0.373$) e da várzea ($r=-0.14$; $p=0.16$) (Figura 23). A similaridade das parcelas mais próximas, 25-28 (0.50), distantes 760 metros entre si, é praticamente a mesma das parcelas mais distantes, 16-30 (0.44), distantes 14 km entre si.

Também não houve correlação significativa da similaridade das plantas da comunidade do estrato de plantas estabelecidas das florestas de igapó ($r=0.05$; $p=0.330$) e da várzea ($r=0.01$; $p=0.895$) (Figura 24).

Entretanto houve correlação negativa da similaridade da comunidade de plantas do estrato arbóreo nas florestas de igapó ($r=-0.43$; $p=0.001$), porém não significativo nas florestas de várzea ($r=-0,01$; $p=0.895$) (Figura 25).

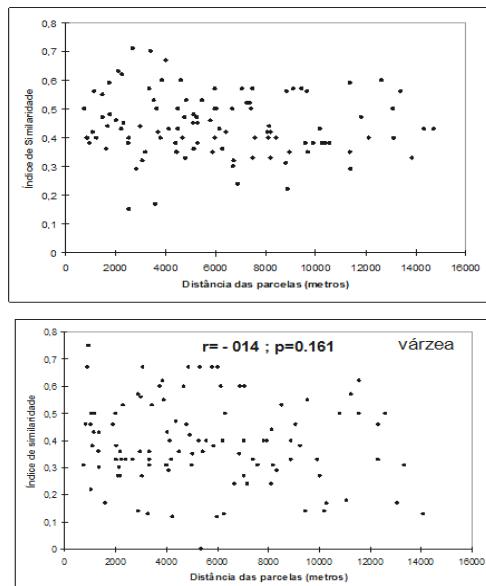


Figura 23 - Correlação da similaridade de espécies e a distâncias das parcelas dentro do mesmo tipo de vegetação (igapó e várzea) da comunidade de plantas do estrato da regeneração natural da escala intermediária na Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã.

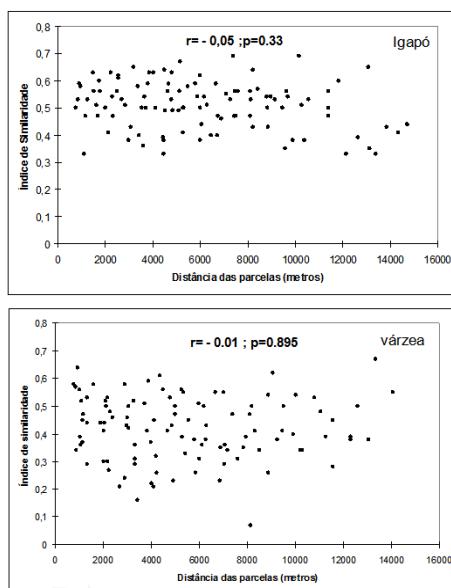


Figura 24 - Correlação da similaridade de espécies e a distâncias das parcelas dentro do mesmo tipo de vegetação (igapó e várzea) da comunidade do estrato de plantas estabelecidas da escala intermediária na Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã.

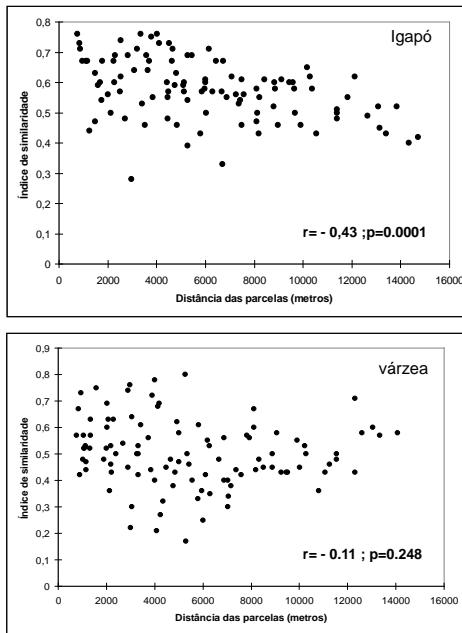


Figura 25 - Correlação da similaridade de espécies e a distâncias das parcelas dentro do mesmo tipo de vegetação (igapó e várzea) da comunidade de plantas do estrato arbóreo da escala intermediária na Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã.

5. DISCUSSÕES

Neste trabalho, a distribuição da riqueza e a densidade de espécies vegetais nas florestas de igapó e várzea nas escalas local e intermediária foram explicadas pela teoria neutra e a do nicho, corroborando com outros estudos que levam em consideração as duas teorias no padrão de distribuição e composição de espécies nos ambientes. Como é o caso do estudo com árvores realizado por Chust *et al.* (2006) em uma floresta tropical no Panamá, onde eles observaram que 22% da variação florística foi explicada pela distância, ou seja, teoria neutra, 12% foi explicado exclusivamente pelas variáveis ambientais (teoria do nicho) e 16% foi compartilhado, sendo que a maior parte da variação (49%) permaneceu não explicada. Aranha (2008) também menciona que a teoria neutra e do nicho podem estar atuando paralelamente no processo de estruturação de uma comunidade, levando em consideração a discrepância das condições ambientais. Entretanto essas teorias algumas vezes são testadas isoladamente, na tentativa de tentar explicar a manutenção da diversidade de espécies em florestas (CONNELL, 1978; HUBBELL, 2005).

As espécies apresentadas como abundantes nas florestas de igapó e várzea também foram listadas em estudos realizados por Ferreira *et al.* (2011) em florestas alagadas (igapó e várzea) no Pará, pois eles demonstraram que as cinco espécies mais abundantes da várzea foram *Pterocarpus officinalis*, *Euterpe oleracea*, *Macrolobium angustifolium*,

Pentaclethra macroloba e *Virola surinamensis*, enquanto que as cinco espécies mais abundantes na floresta de igapó foram *Lecythis idatimon*, *Ormosia coutinhoi*, *Sympmania globulifera*, *Carapa grandiflora* e *Vochysia inundata*, caracterizando essas espécies como típicas dentro desses ambientes (igapó e várzea)

As diferenças significativas na densidade e riqueza de espécies nos três estratos da florestas de igapó com relação a floresta de várzea demonstradas nesse estudo é semelhante as pesquisas demonstrado por outros autores, Keel & Prance (1979) realizando estudos na região da Amazônia central, próximo a Manaus, demonstraram que as composições florísticas das florestas de várzea e igapó são bem distintas. Ferreira *et al.* (2005) também encontraram o mesmo padrão nas espécies arbóreas das florestas de igapó e de várzea amostradas na Estação Científica Ferreira Penna, na Amazônia oriental no estado do Pará. Estudos realizados no parque ecológico do Gunma, localizado no município de Santa Bárbara no Pará revelaram que existe diferença significativa maior entre as florestas de igapó com relação as de várzea Ferreira *et al.*,(2011).

Essas diferenças na composição florística levando a uma nítida formação de dois grupos, (um por espécies de igapó e outro por espécies de várzea) é semelhante ao apresentado por Ferreira *et al.*,(2011) em florestas alagadas no parque ecológico do Gunma no Pará, pois verificaram que as espécies identificadas foram separadas pela distribuição dos indivíduos das espécies em dois grupos, o primeiro, formado pelas parcelas amostradas na floresta de igapó e o segundo grupo pelas parcelas amostradas na floresta de várzea.

As características ambientais, ou seja, a teoria do nicho, explica essas diferenças na riqueza e na composição de espécies entre os ambientes, pois as florestas de igapós ocorrem em formações mais antigas do Período Terciário ou Pré-Cambriano com baixos níveis de nutrientes e com poucos sedimentos em suspensão, entretanto as florestas de várzeas ocorrem em formações do Período Quaternário Recente, com elevada dinâmica Hidrogeomorfológica e apresenta grande carga de sedimentos em suspensão ricos em nutrientes (FITTKAU, 1971; AYRES, 1986; IRION *et al.* 2010), logo, a composição de espécies que ocorrem entre as parcelas na floresta de várzea tornam-se mais similares; assim como haverá uma maior similaridade entre as parcelas de igapó, pois dentro de cada ambiente (igapó e várzea) tem espécies sensíveis e adaptadas a condições específicas do ambiente, sendo assim caracterizadas como “espécies típicas”.

Outra explicação dada por MacArthur & Levins (1967) é que, a falta de nutrientes no solo, pouca disponibilidade de luz e perturbações naturais nas florestas de igapó, gera um

fator seletivo na colonização das espécies, podendo ser competição intra ou inter-específica, implicando em uma limitação de similaridade no uso de recursos por espécies concorrentes. Esses atributos funcionais que distingui a composição e densidade de espécies numa comunidade.

Foi observado que a *Euterpe oleracea* foi mais abundante em floresta de várzea, este resultado já era esperado, pois é comum desta espécie formar grandes conjuntos homogêneos, caracterizada por apresentar uma grande densidade nas florestas de várzeas, sendo assim um padrão esperado, isto está relacionado com sua grande tolerância à inundação, sedimentação e a ambientes ricos de nutrientes, que são características deste tipo de floresta inundável (FERREIRA *et al.*, 2011).

A baixa similaridade encontrada no experimento da escala intermediária é explicada pela teoria Neutra de Hubbell (2001), onde prediz que haverá um declínio na similaridade da comunidade ao longo do espaço, algo gerado pelo acaso e não por alguma interferência ambiental, logo, quanto mais longe as parcelas estavam uma das outras, menor foi a similaridade entre elas, e isso é reflexo e depende da taxa e a capacidade de dispersão de cada espécie. Esse mecanismo de dispersão ajuda explicar o grande número de espécies raras em florestas tropicais, os processos probabilísticos da colonização, as substituições que ocorrem mais lentamente na comunidade com espécies comuns e a grande facilidade destas em se extinguir no local, gerando diferenças de composição e densidade das espécies entre as florestas e dentre as parcelas (HUBBELL, 2001; MAURER & MACGILL, 2005; VOLKOV *et al.* 2005).

Estudos que são voltados aos fatores que interferem na distribuição, densidade e composição de espécies de plantas em florestas tropicais são de suma importância, e faz-se necessário para poder haver comparações de padrões de diferentes locais ou em diferentes gradientes, tornando-se base para melhoria das propostas de planejamento nas pesquisas na área de conservação ambiental gerando subsídios para as políticas públicas (HOWARD *et al.*, 1998).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As diferenças verificadas nesse estudo referente à composição de espécies nas florestas de igapó e várzea na Estação Científica Ferreira Penna, foram corroboradas pelas duas Teorias Ecológicas, Neutro e a de Nicho. Entretanto, fazem-se necessários estudos mais

aprofundados envolvendo coleta de outros dados ambientais (físico-química do solo e da água, nível de inundações, índice de luminosidade e radiação) a fim de obter uma correlação entre a composição vegetal e os prováveis gradientes ambientais, identificando a diversidade funcional da composição vegetal e a caracterização de seus nichos, subsidiando informações que reforcem as predições referentes às duas Teorias Neutra e principalmente a de Nicho sugerido e discutido nesse trabalho.

7. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, S. S. et al. Inventário florístico e análise fitossociológica dos ambientes do Parque Ecológico de Gumna, Município de Santa Bárbara, PA. Relatório Técnico. **MPEG/MCT-JICA**. 188p. 2003.
- APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society** 161:105-121. 2009.
- ARANHA, B.A. **Determinismo ambiental e estocasticidade em uma comunidade do sobosque da Floresta Atlântica**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, p. 54. 2008.
- AYRES, J.M.C. **White Uakaris and flooded forests**. Tese (PhD em Ecologia). Cambridge University, Cambridge, p. 338 p. 1986.
- APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants:APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 161, p. 105-121. 2009.
- BERREDO, J.F.; MELO, D.M.B.; RIBEIRO, M.M.; MIGIYAMA, A.C.& SALES, M.E. Hidrografia da Floresta Nacional de Caxiuanã. p:128-132. **Plano de Manejo da Floresta Nacional de Caxiuanã**. Volume 1 – Diagnóstico, p. 462. 2012.
- CAMPBELL, O. W. & PEART, D. R. Habitat association of trees and seedlings in a Bornean rain forest. **Journal of Tropical Ecology** 88: 464-478. 2000.
- CARNEIRO, J. S.; VALERIANO, D. M. Padrão espacial da diversidade beta da Mata Atlântica – Uma análise da distribuição da biodiversidade em um banco de dados geográficos. **Anais XI SBSR, INPE**, Brasil. p.629-636, 2003.
- CHU, C-J. et al. On the balance between niche and neutral processes as drivers of community structure along a successional gradient: insights from Alpine and Sub-alpine Meadow Communities. **Annals of Botany**, v. 100, p. 807–812, 2007.
- CHUST, G., J. CHAVE, R. CONDIT, S. AGUILAR, S. LAO & R. PÉREZ. Determinants and spatial modeling of tree beta – diversity in a tropical forest landscape in Panama. **Journal of Vegetable Science** 17: 83-92. 2006.
- CIENTEC- Consultoria e Desenvolvimento de Sistema. Mata Nativa 2: **Manual do usuário**. Viçosa: Cientec, p. 295. 2006.
- CLARK, D.; PALMER, M. W.; CLARK, D. A. Edaphic factors and the landscape-scale distributions of tropical rain forest trees. **Ecology** 80(8): 2662-2675. 1999.

CONDIT, R., N. PITMAN, E. G. LEIGHT JR., J. CHAVE, J. TERBORGH, R. B. FOSTER, P. NÚÑEZ, S. AGUILAR, R. VALENCIA, G. VILLA, H. C. MULLER-LANDAU, E. LOSOS & S. P. HUBBELL. Beta-diversity in Tropical Forest Trees. **Science** 295(5555): 666-669. 2002.

CONDIT, R.; ASHTON, P.; BUNYAVEJCHEWIN, S.; DATTARAJA, H.S.; DAVIES, S.; ESUFALI, S.; EWANGO, C.; FOSTER, R.; GUNATILLEKE, I.A.U.N.; GUNATILLEKE, C.V.S.; HALL, P.; HARMS, KYLE E.; HART, T.; HERNANDEZ, C.; HUBBELL, S.; ITOH, A.; KIRATIPRAYOON, S.; LAFRANKIE, J.; DE LAO, SUZANNE L.; MAKANA, JEAN-REMY; NOOR, MD.N.S.; KASSIM, A.R.; RUSSO, S.; SUKUMAR, R.; SAMPER, C.; SURESH, H.S.; TAN, S.; THOMAS, S.; VALENCIA, R.; VALLEJO, M.; VILLA, G. & ZILLIO, T. The Importance of Demographic Niches to Tree Diversity. **Science**, p. 313: 98-101. 2006.

CONNELL, J.H. Diversity In Tropical Rain Forest And Coral Reefs. **Science**, new series, vol. 199, nº 4335, 1302-1310, 1978.

COSTA, A.C.L; OLIVEIRA, A.A.R.; COSTA, M.C.; SILVA JUNIOR, J.A.; PORTELA, B.T.T. O Clima da Floresta Nacional de Caxiuanã. p: 108-114. **Plano de Manejo da Floresta Nacional de Caxiuanã**. Volume 1 – Diagnóstico, p. 406. 2012.

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

ESRI - ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE (ESRI), Arc View User's Guide. **Redlands**, California. 2002.

FELFILI, M. C.; FELFILI, J. M. Diversidade alfa e beta no cerrado sensu stricto da Chapada Pratinha, Brasil. **Acta botânica brasílica**, v. 15, n. 2, p. 243-254, 2001.

FERREIRA, L.V. Effect of flooding duration on species richness, floristic composition and forest structure in river margin habitats in Amazonian blackwater floodplain forests: Implications for future design of protected areas. **Biodiversity and Conservation** 9: 1-14. 2000.

FERREIRA L.V.; ALMEIDA S.S.; AMARAL D.D.; PAROLIN P. Riqueza E Composição De Espécies Da Florestade Igapó e Várzea da Estação Científica Ferreira Penna: Subsídios Para O Plano de Manejo Da Floresta Nacional de Caxiuanã. PESQUISAS, BOTÂNICA Nº 56: 103-116 São Leopoldo: **Instituto Anchieta de Pesquisas**, 2005.

FERREIRA, L.V.; SALOMÃO R. P.; MATOS D.C.L.; PEREIRA J.L.G.; Similaridade de espécies arbóreas em função da distância em uma floresta ombrófila na Floresta Nacional de Saracá-Taquera, Pará. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Nat.**, Belém, v. 6, n. 3, p. 295-306, set.-dez. 2011

FERREIRA L.V.; ALMEIDA S.S.; LIMA DA SILVA A.S.; AMARAL D.D. & PAROLIN P. Riqueza, diversidade, estrutura e composição de espécies de uma floresta de igapó e de várzea no Parque Ecológico de Gunma, Pará. Brasil. **Revista Arvore**, 2011.

FERREIRA, L.V.; SILVA, A.S. & ALMEIDA, S.S. Os tipos de vegetação de Caxiunã. p:132-152. **Plano de Manejo da Floresta Nacional de Caxiuanã**. Volume 1 – Diagnóstico, p. 462. 2012.

FITTKAU E.J. Ökologische Gliederung des Amazonas-Gebietes auf Geochemischer Grundlage. Münster, Forsch. **Geologischies Paläontol**, v.20/21, p.35-50, 1971.

- GIACOMINI, H. C. Os mecanismos de coexistência de espécies como vistos pela teoria ecológica. **Oecologia Brasiliensis**, v. 11, n. 4, p. 521-543, 2007.
- GRAVEL, D.; CANHAM, C.D.; BEAUDET, M.; MESSIER, C. Reconciling niche and neutrality: the continuum hypothesis. **Ecology Letters** 9: 399–409. 2006.
- HARMS, K. E.; POWERS, J. S.; MONTGOMERY, R. A. Variation in small sapling density, understory cover, and resource availability in four neotropical forests. **Biotropica** 36(1): 40-51. 2004.
- HAUGGASEN, T. & PERES, C.A. Floristic, edaphic and structural characteristics of flooded and unflooded forests in the lower rio Purús region of central Amazonia, Brazil. **Acta Amazonica** 36 (1): 25-36. 2006.
- HIDA, N., MAIA, J.G., HIRAKAWA, SHIMMI, O & MIZATANI, N. Notes of Annual and Daily Water Level Changes at Breves and Caxiuanã, Amazon Estuary. pp: 97-103. Os Sedimentos de Fundo da Baía de Caxiuanã. Em Caxiuanã;. Ed: Pedro L.B. Lisboa. **Museu Paraense Emílio Goeldi**, p. 442. 1997.
- HOWARD, P. C.; Viskanic P.; Davenport T.R.B.; Kigenyi F.W.; Baltzer M.; Dickinson C.J.; Lwanga J.S.; Matthews R.A. & Balmford A. Complementarity and the use of indicator groups for reserve selection in Uganda. **Nature**, v. 394, n. 33, p. 472-475, 1998.
- HUBBELL, S.P. The unified neutral theory of biodiversity and biogeography. **University Press, Princeton**, p. 396. 2001.
- HUBBELL, S.P. Neutral theory in community ecology and the hypothesis of functional equivalence. **Functional Ecology**, p.19: 166–172. 2005.
- HUBBELL, S. P. Neutral theory and the evolution of ecological equivalence. **Ecology**, p. 87: 1387-1398. 2006.
- IRION G.; JASN M.; MORAIS J.; PIEDADE M.T.F.; JUNK W.J.; GARMING L. Development of the Amazon valley during the middle to late quaternary: sedimentological and climatological observations. In: Junk WJ, Piedade MTF, Wittmann F, Schöngart J, Parolin P (eds) **Central Amazonian floodplain forests: ecophysiology, biodiversity and sustainable management**. Springer, Berlin/Heidelberg/New York. 2010.
- IRMLER, U. Inundation-forest types in the vicinity of Manaus. **Biogeographica**, v. 8, p. 17-29. 1977.
- JONES, M.M.; TUOMISTO, H.; CLARK, D.B. & OLIVAS, P. Effects of mesoscale environmental and dispersal limitation on floristic variation in rain forest ferns. **Journal of Ecology** 94: 181-195. 2006.
- KEDDY, P.A. Assembly and response rules-2 goals for predictive community ecology. **Journal of Vegetation Science** 3: 157-164. 1992.
- KEEL, S.H. & PRANCE, G.T. Studies of the vegetation of a black water igapo (rio Negro - Brazil). **Acta Amazonica** 9:645-655. 1979.
- KLAMMER, G. The relief of extra-Andean Amazon basin. In: SIOLI, H.; JUNK, W. **The Amazon: limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin**. Dr W. Junk Publ., Dordrecht, p. 47-83. 1984.
- KNEITEL, J. M. & CHASE, J. M. Trade-offs in community ecology: linking spatial scales and species coexistence. **Ecology Letters**, 7(1): 69-80. 2004.

- MACARTHUR, R. H.; LEVINS, R. Competition, habitat selection and character displacement in a partchy environment. **Proceedings of National Academy of Sciences**, v. 51, p. 1207-1210, 1964.
- MACARTHUR, R. H. & LEVINS, R. The limiting similarity, convergence, and divergence of coexisting species. **American Naturalist** 101: 377-385. 1967.
- MANLY, B. F. J. Randomization and regression methods for testing for associations with geographical, environmental and biological distances between populations. **Researches on Population Ecology** 28(2): 201-218. 1986.
- MANTEL, N. The detection of disease clustering and a generalized regression approach. **Cancer Research** 27: 209-220. 1967.
- MAURER, B. A.; MCGILL, B. J. Neutral and non- neutral macroecology. **Basic and Applied Ecology**, v. 5, 413-422, 2005.
- MAZANCOURT, C. Consequences of community drift. **Science**, v. 293, p. 1772, 2001.
- MCCUNE, B.; MEFFORD, M.J. PC-ORD version 4.0, multivariate analysis of ecological data, **Users guide**. Glaneden Beach, MjM Sofware Design, Oregon, p. 237. 1999.
- MIKKELSON, G.M. Niche-based vs. neutral models of ecological communities. **Biology and Philosophy**, p. 20: 557-566. 2005.
- OLIVEIRA, L. L.; COSTA, R. F.; SOUSA, F. A. S., COSTA, A. C. L. & BRAGA, A. P. Precipitação efetiva e interceptação em Caxiuanã, na Amazônia Oriental. **Acta Amazonica**. 38(4):723-732. 2008.
- PAROLIN, P. Morphological and physiological adjustments to waterlogging and drought in seedlings of Amazonian floodplain trees. **Oecologia**, v. 128, n. 3, p. 326-335. 2001.
- PHILIPS, O. L. et al. Habitat association among Amazonian tree species: a landscape-scale approach. **Journal ecology**, v. 91, p. 757-775, 2003.
- PICCININ, J. & RUIVO, M.L. Os solos da Floresta Nacional de Caxiuanã. **Plano de Manejo da Floresta Nacional de Caxiuanã**. Volume 1 – Diagnóstico, p. 406: 120-127. 2012.
- PIRES, J. M.; PRANCE, G. T. Notes on the vegetation types of the Brazilian Amazon. En: Prance, G. T. e Lovejoy, T. E. (eds). **Key environments: Amazonia**. Pergamon Press, Oxford, p. 109-145. 1985.
- PIRES, J. M. Tipos de vegetação da Amazônia. **Publ. Avul. Mus. Goeldi**, Belém, v. 20, p. 179-202. 1973.
- PITMAN, N. C. A. et al. Tree species distribution in an upper Amazonian forest. **Ecology**, v. 80, n. 8, p. 2651-2661, 1999.
- PRANCE, G. T. The origin and evolution of the Amazon flora. **Interciencia**, v. 3, p. 207-303. 1978.
- PRANCE, G.T. Notes on vegetation of Amazonia III. **The terminology of Amazonian forest types subject to inundation**. Brittonia, v.31, p.26-38. 1979.
- RICHARD, M.; BERNHARDT, T.; BELL, G. Environmental heterogeneity and the spatial structure of fern species diversity in one hectare of old-growth forest. **Ecography** 3(2): 231-245. 2000.

- SABINO, J.; PRADO, P. I. K. L. Vertebrados. p. 55-134. In: LEWINSONH, T. M. **Avaliação do estado do conhecimento da biodiversidade brasileira**. v. 2. Brasília: MMA, 520 p. 2005.
- SCUDELLER, V. V.; MARTINS, F. R.; SHEPHERD, G. J. Distribution and abundance of arboreal species in the atlantic ombrophilous dense forest in Southeastern Brazil. **Plant ecology**, v. 152, p. 185 - 199, 2001.
- SCUDELLER, V. V. &; SOUZA, A. M. G. Florística da mata de igapó na Amazônia Central. Biotupé: Meio Físico, Diversidade Biológica e Sociocultural do Baixo Rio Negro, Amazônia Central volume 2, **UEA Edições**, Manaus, 2009
- SIOLI, H. Studies in Amazonian waters. **Atlas do simpósio sobre Biota Amazônica 3** (Limnologia), p. 9-50. 1967.
- SIOLI, H. 1965. In A. M. Scott, R. Gronblad, and H. Croasdale, Desmids from the Amazon Basin, Brazil. **Acta Bot. Fenn.**, 69: 1-94.
- SVENNING, J. C. On the role of microenvironmental heterogeneity in the ecology and diversification of neotropical rainforest palms (Arecaceae). **The Botanical Review** 67(1):1-53. 2001
- TILMAN, D. Niche tradeoffs, neutrality, and community structure: a stochastic theory of resource competition, invasion, and community assembly. **Proceedings of the National Academy of Sciences, USA** 101: 10854–10861. 2004.
- URIARTE, M.; REEVE, H.K. Matchmaking and species marriage: a game-theory model of community assembly. **Proceedings of the National Academy of Sciences, USA** 100: 1787–1792. 2003.
- WRIGHT, J. F.; FURSE, M. T.; ARMITAGE P. D. & MOSS, D. New procedures for identifying running-water sites subjects to environmental stress and for evaluating sites for conservation, based on the macroinvertebrate fauna. **Archiv fur Hydrobiologie** 127(3): 319-326. 1993.
- WRIGHT, S. J. Plant diversity in tropical forests: a review of mechanisms of species coexistence. **Oecologia**, p. 130: 1-14. 2002.
- VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L.R. & LIMA, J.C.A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, p. 124. 1991.
- VOLKOV, I. et al. Density dependence explains tree species abundance and diversity in tropical forests. **Nature**, v. 438, p. 658-651, 2005.
- ZAR, J. H. Biostatistical analysis. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. 5th ed.: 1-499. 2010.
- ZHOU, S. R.; ZHANG, D. Y. Allee effects and the neutral theory of biodiversity. **Functional Ecology**, v. 20, p. 509–513, 2006.
- ZUQUIM, G.; COSTA, F. R. C.; PRADO, J. Fatores que determinam a distribuição de espécies de pteridófitas da Amazônia Central. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. 2, p. 360-362, 2007.

APÊNDICES

Apêndice 1 – Lista completa com a densidade total das espécies da comunidade de plantas do estrato de regeneração natural em escala local comuns às florestas de igapó e de várzea na Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã.

FAMILIA	NOME CIENTÍFICO	Igapó	Várzea	Total geral
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.		4	4
Annonaceae	<i>Xylopia emarginata</i> Mart.	12	1	13
Apocynaceae	<i>Forsteronia laurifolia</i> (Benth.) A.DC.		1	1
	<i>Odontadenia nitida</i> (Vahl) Müll.Arg.	1		1
Araceae	<i>Dieffenbachia seguine</i> (Jacq.) Schott		2	2
	<i>Montrichardia arborescens</i> (L.) Schott	69	72	141
	<i>Montrichardia linifera</i> (Arruda) Schott		2	2
	<i>Philodendron acutatum</i> Schott		9	9
	<i>Philodendron pedatum</i> (Hook.) Kunth		4	4
	<i>Urospatha sagittifolia</i> (Rudge) Schott	9	13	22
Arecaceae	<i>Bactris maraja</i> Mart.	1		1
	<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	5	3	8
	<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.		3	3
Bignoniaceae	<i>Cydista aequinoctialis</i> (L.) Miers	1	1	2
Calophyllaceae	<i>Caraipa grandifolia</i> Mart.	13	1	14
	<i>Caraipa punctulata</i> Ducke	18		18
Chrysobalanaceae	<i>Licania licaniiiflora</i> (Sagot) Blake	3	6	9
Clusiaceae	<i>Sympomia globulifera</i> L.f.	59		59
	<i>Tovomita fructipendula</i> (Ruiz & Pav.) Cambess.	2		2
Combretaceae	<i>Combretum laxum</i> Jacq.	1	17	18
Cyatheaceae	<i>Cyathea cyatheoides</i> (Desv.) K.U. Krame		1	1
Cyperaceae	<i>Calyptrocarya glomerulata</i> (Brongn.) Urb.	21	2	23
	<i>Diplasia karatifolia</i> Rich. ex Pers.	38		38
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea erismooides</i> Ducke	3		3
Euphorbiaceae	<i>Hevea brasiliensis</i> (Willd. ex A.Juss.) Müll.Arg.		26	26
Fabaceae	<i>Abarema jupunba</i> (Willd.) Britton & Killip	6	9	15

Continuação Apêndice 1.

	<i>Cynometra bauhiniaefolia</i> Benth.		5	5
	<i>Diplotropis martiusii</i> Benth.	4		4
	<i>Hydrochorea corymbosa</i> (Rich.) Barneby & J.W.Grimes		7	7
	<i>Machaerium ferox</i> (Mart. ex Benth.) Ducke	1		1
	<i>Machaerium latifolium</i> Rusby		11	11
	<i>Machaerium leiophyllum</i> (DC.) Benth.	8		8
	<i>Machaerium lunatum</i> (L.f.) Ducke		4	4
	<i>Machaerium macrophyllum</i> Benth.		2	2
	<i>Machaerium quinata</i> (Aubl.) Sandwith	10		10
	<i>Macrolobium angustifolium</i> (Benth.) R.S.Cowan	1	15	16
	<i>Macrolobium bifolium</i> (Aubl.) Pers.	2		2
	<i>Macrolobium pendulum</i> Willd. ex Vogel		9	9
	<i>Macrosamanea pubiramea</i> (Steud.) Barneby & J.W.Grimes	10		10
	<i>Pentaclethra macroloba</i> (Willd.) Kuntze		5	5
	<i>Pterocarpus santalinoides</i> L'Hér. ex DC.		49	49
	<i>Swartzia polyphylla</i> DC.	26	24	50
	<i>Swartzia racemosa</i> Benth.		1	1
	<i>Vatairea guianensis</i> Aubl.		5	5
	<i>Zygia latifolia</i> (L.) Fawc. & Rendle		18	18
Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes pinnatum</i> Hedw.	59		59
Lecythidaceae	<i>Allantoma lineata</i> (Mart. ex O.Berg) Miers		1	1
Malvaceae	<i>Pachira aquatica</i> Aubl.		4	4
Marantaceae	<i>Ischnosiphon polyphyllus</i> (Poepp. & Endl.) Körn.		2	2
Moraceae	<i>Maquira guianensis</i> Aubl.		16	16
Myristicaceae	<i>Virola surinamensis</i> (Rol. ex Rottb.) Warb.	19	105	124
Myrtaceae	<i>Eugenia patens</i> Poir.		3	3
Olacaceae	<i>Heisteria acuminata</i> (Humb. & Bonpl.) Engl.	1		1
Picridendraceae	<i>Piranhea trifoliata</i> Baill.		2	2
	<i>Podocalyx loranthoides</i> Klotzsch	5		5

Continuação Apêndice 1.

Poaceae	<i>Olyra latifolia</i> L.	4	7	11
	<i>Pariana campestris</i> Aubl.	6		6
Rapateaceae	<i>Rapatea paludosa</i> Aubl.	95		95
Rhizophoraceae	<i>Cassipourea guianensis</i> Aubl.		2	2
Rutaceae	<i>Rauia resinosa</i> Nees & Mart.	1		1
Sapindaceae	<i>Paullinia pinnata</i> L.		1	1
Vochysiaceae	<i>Erisma calcaratum</i> (Link) Warm.		1	1
	<i>Erisma uncinatum</i> Warm.	5	13	18
	<i>Qualea acuminata</i> Spruce ex Warm.	3		3
Total geral		522	489	1011

Apêndice 2 – Lista completa da densidade absoluta das espécies da comunidade de plantas do estrato de regeneração natural em escala local com forma de vida herbácea nas florestas de igapó e de várzea da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã (Espécies comuns estão em negrito).

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	Igapó	Várzea	Total geral
Araceae	<i>Dieffenbachia seguine</i> (Jacq.) Schott		2	2
	<i>Montrichardia arborescens</i> (L.) Schott	69	72	141
	<i>Montrichardia linifera</i> (Arruda) Schott		2	2
	<i>Urospatha sagittifolia</i> (Rudge) Schott	9	13	22
Cyatheaceae	<i>Cyathea cyatheoides</i> (Desv.) K.U. Krame		1	1
Cyperaceae	<i>Calyptrocarya glomerulata</i> (Brongn.) Urb.	21	2	23
	<i>Diplasia karatifolia</i> Rich. ex Pers.	38		38
Fabaceae	<i>Diplotropis martiusii</i> Benth.	4		4
Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes pinnatum</i> Hedw.	59		59
	<i>Ischnosiphon polyphyllus</i> (Poepp. & Endl.)			
Marantaceae	<i>Körn.</i>		2	2
Poaceae	<i>Olyra latifolia</i> L.	4	7	11
	<i>Pariana campestris</i> Aubl.	6		6
Rapateaceae	<i>Rapatea paludosa</i> Aubl.	95		95
Rutaceae	<i>Rauia resinosa</i> Nees & Mart.	1		1
Total geral		306	101	407

Apêndice 3 – Lista completa da densidade total das espécies da comunidade do estrato de plantas estabelecidas comuns às florestas de igapó e de várzea em escala local na Estação Científica Ferreira Penna.

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	Igapó	Várzea	Total geral
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.		1	1
Annonaceae	<i>Duguetia calycina</i> Benoist	4		4
	<i>Unonopsis guatterioides</i> (A.DC.) R.E.Fr.	15	1	16
	<i>Xylopia emarginata</i> Mart.	5		5
Apocynaceae	<i>Ambelania grandiflora</i> Huber	3		3
	<i>Couma macrocarpa</i> Barb.Rodr.	1		1
	<i>Forsteronia laurifolia</i> (Benth.) A.DC.		1	1
Araceae	<i>Montrichardia arborescens</i> (L.) Schott	14	25	39
Arecaceae	<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	8	19	27
Bignoniaceae	<i>Tabebuia fluvialis</i> (Aubl.) DC.		2	2
Calophyllaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.		1	1
	<i>Caraipa grandifolia</i> Mart.	54	1	55
	<i>Caraipa punctulata</i> Ducke	27		27
Caryocaraceae	<i>Caryocar microcarpum</i> Ducke	1		1
Celastraceae	<i>Salacia impressifolia</i> (Miers) A.C.Sm.	1		1
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella racemosa</i> Lam.	2		2
	<i>Licania guianensis</i> (Aubl.) Griseb.	2		2
	<i>Licania heteromorpha</i> Benth.	1		1
	<i>Licania licaniflora</i> (Sagot) Blake	8	6	14
Clusiaceae	<i>Symponia globulifera</i> L.f.	3		3
Combretaceae	<i>Combretum laxum</i> Jacq.	3	5	8
	<i>Terminalia amazonia</i> (J.F.Gmel.) Exell	3		3

Continuação Apêndice 3.

Dilleniaceae	<i>Doliocarpus dentatus</i> (Aubl.) Standl.	2	2
Ebenaceae	<i>Diospyros guianensis</i> (Aubl.) Gürke	42	1
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea erismoides</i> Ducke	25	25
Euphorbiaceae	<i>Hevea brasiliensis</i> (Willd. ex A.Juss.) Müll.Arg.	1	1
	<i>Hura crepitans</i> L.	1	1
Fabaceae	<i>Crudia oblonga</i> Benth.	1	1
	<i>Cynometra bauhiniaefolia</i> Benth.	5	5
	<i>Derris urucu</i> (Killip & Sm.) J.F.Macbr.	2	2
	<i>Diplotropis martiusii</i> Benth.	16	1
	<i>Eperua bijuga</i> Mart. ex Benth.	4	4
	<i>Hydrochorea corymbosa</i> (Rich.) Barneby & J.W.Grimes	3	3
	<i>Inga disticha</i> Benth.	3	3
	<i>Machaerium ferox</i> (Mart. ex Benth.) Ducke	2	2
	<i>Machaerium latifolium</i> Rusby	1	1
	<i>Machaerium leiophyllum</i> (DC.) Benth.	1	1
	<i>Machaerium macrophyllum</i> Benth.	5	5
	<i>Machaerium quinata</i> (Aubl.) Sandwith	2	1
	<i>Macrolobium angustifolium</i> (Benth.) R.S.Cowan	46	10
	<i>Macrolobium bifolium</i> (Aubl.) Pers.	2	2
	<i>Macrolobium pendulum</i> Willd. ex Vogel	2	2
	<i>Macrosamanea pubiramea</i> (Steud.) Barneby & J.W.Grimes	1	1
	<i>Mora paraensis</i> (Ducke) Ducke	1	1
	<i>Mucuna altissima</i> (Jacq.) DC.	2	2
	<i>Ormosia nobilis</i> Tul.	1	1
	<i>Pentaclethra macroloba</i> (Willd.) Kuntze	7	7
	<i>Pterocarpus santalinoides</i> L'Hér. ex DC.	1	25
	<i>Swartzia polyphylla</i> DC.	21	9
	<i>Swartzia racemosa</i> Benth.	1	10
	<i>Taralea oppositifolia</i> Aubl.	8	14

Continuação Apêndice 3.

	<i>Vatairea guianensis</i> Aubl.	1	4	5
	<i>Zigia ramiflora</i> (Benth.) Barneby & J.W.Grimes		7	7
	<i>Zygia latifolia</i> (L.) Fawc. & Rendle		29	29
Lauraceae	<i>Endlicheria verticillata</i> Mez	1		1
	<i>Nectandra amazonum</i> Nees		1	1
Lecythidaceae	<i>Allantoma lineata</i> (Mart. ex O.Berg) Miers	10	2	12
	<i>Gustavia hexapetala</i> (Aubl.) Sm.		3	3
Linaceae	<i>Roucheria calophylla</i> Planch.	2		2
Malvaceae	<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	7	1	8
Moraceae	<i>Brosimum acutifolium</i> Huber		1	1
	<i>Maquira guianensis</i> Aubl.		6	6
Myristicaceae	<i>Virola surinamensis</i> (Rol. ex Rottb.) Warb.	11	48	59
Myrtaceae	<i>Eugenia patens</i> Poir.	1	3	4
Olacaceae	<i>Heisteria acuminata</i> (Humb. & Bonpl.) Engl.		3	3
Picrodendraceae	<i>Podocalyx loranthoides</i> Klotzsch	12		12
Rhizophoraceae	<i>Cassipourea guianensis</i> Aubl.	2		2
Rubiaceae	<i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) Schult.	8		8
Rutaceae	<i>Rauia resinosa</i> Nees & Mart.	7		7
Salicaceae	<i>Hasseltia floribunda</i> Kunth		1	1
Sapindaceae	<i>Allophylus puberulus</i> (Cambess.) Radlk.	1		1
	<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	6		6
Sapotaceae	<i>Pouteria cuspidata</i> (A.DC.) Baehn	2		2
	<i>Sarcalus brasiliensis</i> (A.DC.) Eyma	3	1	4
Vochysiaceae	<i>Erisma uncinatum</i> Warm.	8	2	10
	<i>Qualea acuminata</i> Spruce ex Warm.	16		16
<u>Total geral</u>		429	271	700

Apêndice 4 – Lista total da densidade total das espécies da comunidade de plantas do estrato de arbóreo em escala local comuns às florestas de igapó e de várzea da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã.

FAMILIA	NOME CIENTÍFICO	Igapó	Várzea	Total geral
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.		4	4
Annonaceae	<i>Unonopsis guatterioides</i> (A.DC.) R.E.Fr.	1		1
	<i>Xylopia emarginata</i> Mart.	44		44
Apocynaceae	<i>Ambelania acida</i> Aubl.	6		6
	<i>Ambelania grandiflora</i> Huber	2		2
	<i>Aspidosperma carapanauba</i> Pichon	1		1
	<i>Couma guianensis</i> Aubl.	10		10
	<i>Parahancornia amara</i> (Markgr.) Monach.	1		1
Arecaceae	<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	4	291	295
	<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.		13	13
Bignoniaceae	<i>Tabebuia fluviatilis</i> (Aubl.) DC.		13	13
Calophyllaceae	<i>Caraipa grandifolia</i> Mart.	120	1	121
Caryocaraceae	<i>Caryocar microcarpum</i> Ducke	3		3
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella racemosa</i> Lam.	2		2
	<i>Licania guianensis</i> (Aubl.) Griseb.	2		2
	<i>Licania heteromorpha</i> Benth.	6		6
	<i>Licania laxiflora</i> Fritsch	2	2	4
	<i>Licania licaniflora</i> (Sagot) Blake	14	6	20
	<i>Parinari excelsa</i> Sabine		3	3
Clusiaceae	<i>Sympomia globulifera</i> L.f.	45		45
Combretaceae	<i>Terminalia amazonia</i> (J.F.Gmel.) Exell	7	2	9
Dilleniaceae	<i>Doliocarpus dentatus</i> (Aubl.) Standl.	1		1
Ebenaceae	<i>Diospyros guianensis</i> (Aubl.) Gürke	94	6	100
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea duckei</i> Earle Sm.	43		43
Euphorbiaceae	<i>Alchorneopsis floribunda</i> (Benth.) Müll.Arg.		3	3
	<i>Hevea brasiliensis</i> (Willd. ex A.Juss.) Müll.Arg.	1	27	28

Continuação apêndice 4.

	<i>Hevea guianensis</i> Aubl.	4	4
	<i>Hura crepitans</i> L.	3	3
	<i>Omphalea diandra</i> L.	1	1
Fabaceae	<i>Abarema jupunba</i> (Willd.) Britton & Killip	1	4
	<i>Campsandra laurifolia</i> Benth.	8	8
	<i>Chamaecrista negrensis</i> (H.S.Irwin) H.S.Irwin & Barneby	16	16
	<i>Crudia oblonga</i> Benth.	5	5
	<i>Cynometra bauhiniaefolia</i> Benth.	1	1
	<i>Diplotropis martiusii</i> Benth.	63	63
	<i>Eperua bijuga</i> Mart. ex Benth.	12	12
	<i>Hydrochorea corymbosa</i> (Rich.) Barneby & J.W.Grimes	7	7
	<i>Machaerium ferox</i> (Mart. ex Benth.) Ducke	1	1
	<i>Machaerium macrophyllum</i> Benth.	7	7
	<i>Macrolobium angustifolium</i> (Benth.) R.S.Cowan	102	24
	<i>Macrolobium bifolium</i> (Aubl.) Pers.	14	14
	<i>Ormosia coutinhoi</i> Ducke	3	3
	<i>Pentaclethra macroloba</i> (Willd.) Kuntze	77	77
	<i>Pterocarpus santalinoides</i> L'Hér. ex DC.	4	93
	<i>Swartzia polypylla</i> DC.	24	14
	<i>Swartzia racemosa</i> Benth.	2	8
	<i>Taralea oppositifolia</i> Aubl.	26	6
	<i>Vatairea guianensis</i> Aubl.	6	23
	<i>Zygia latifolia</i> (L.) Fawc. & Rendle	2	2
Gnetaceae	<i>Gnetum leyboldii</i> Tul.	2	2
Lauraceae	<i>Clinostemon mahuba</i> (A. Samp.) Kuhlm. & A. Samp.	2	2
Lecythidaceae	<i>Allantoma lineata</i> (Mart. ex O.Berg) Miers	81	18
	<i>Gustavia hexapetala</i> (Aubl.) Sm.	7	7
Malvaceae	<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	19	3
Meliaceae	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	57	2
			59

Continuação apêndice 4.

	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	1	1	1
Moraceae	<i>Ficus maxima</i> Mill.	1	1	2
	<i>Naucleopsis caloneura</i> (Huber) Ducke		27	27
Myristicaceae	<i>Virola surinamensis</i> (Rol. ex Rottb.) Warb.	69	86	155
Myrtaceae	<i>Eugenia flavescens</i> DC.	1		1
	<i>Eugenia patens</i> Poir.	7		7
Picridendraceae	<i>Podocalyx loranthoides</i> Klotzsch	28		28
Polygalaceae	<i>Moutabea guianensis</i> Aubl.	4		4
Rubiaceae	<i>Alibertia macrophylla</i> K.Schum.	4		4
	<i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) Schult.	2		2
Sapindaceae	<i>Matayba guianensis</i> Aubl.		1	1
Sapotaceae	<i>Pouteria cuspidata</i> (A.DC.) Baehn	1		1
	<i>Pouteria elegans</i> (A.DC.) Baehni	2		2
	<i>Pouteria procera</i> (Mart.) K.Hammer	1		1
	<i>Pradosia cochlearia</i> (Lecomte) T.D.Penn.	2		2
	<i>Pradosia pedicellata</i> (Ducke) Ducke	1		1
	<i>Sarcaulus brasiliensis</i> (A.DC.) Eyma	1		1
Urticaceae	<i>Cecropia distachya</i> Huber		1	1
Vochysiaceae	<i>Erisma calcaratum</i> (Link) Warm.	3		3
	<i>Erisma uncinatum</i> Warm.	12		12
	<i>Qualea albiflora</i> Warm.	170		170
	<i>Vochysia guianensis</i> Aubl.	1		1
Total geral		1157	803	1960

Apêndice 5 – Lista completa da densidade total das espécies da comunidade de plantas do estrato da regeneração natural na escala intermediária comuns às florestas de igapó e de várzea da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã.

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	Igapó	Várzea	Total geral
Annacardiaceae	<i>Anarcadium occidentale</i>		1	1
Annonaceae	<i>Unonopsis guatterioides</i>		1	1
	<i>Xylopia emarginata</i>	1145	2	1147
Arecaceae	<i>Euterpe oleracea</i>		169	169
	<i>Mauritia flexuosa</i>		1	1
Bignoniaceae	<i>Anemopaegma paraense</i>	2		2
Burseraceae	<i>Protium decandrum</i>	1		1
Caryocaraceae	<i>Caryocar microcarpum</i>	1	2	3
Chrysobalanaceae	<i>Licania apetala</i>		5	5
	<i>Licania canescens</i>	3	2	5
	<i>Licania licanifolia</i>	2	1	3
	<i>Licania membranacea</i>	3		3
	<i>Parinari excelsa</i>	3		3
Clusiaceae	<i>Caraipa grandifolia</i>	7	1	8
	<i>Sympodia globulifera</i>	45	8	53
	<i>Tovomita brasiliensis</i>	7	18	25
Combretaceae	<i>Combretum laxum</i>	10		10
Dellineaceae	<i>Doliocarpus dentatus</i>	35		35
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea ceratandra</i>	2		2
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea erismoides</i>	7		7
Euphorbiaceae	<i>Hevea brasiliensis</i>		3	3
	<i>Hevea guianensis</i>	6		6
Fabaceae	<i>Cynometra bauhiniifolia</i>		45	45
	<i>Inga laurina</i>		1	1
	<i>Machaerium ferox</i>		3	3
	<i>Macrolobium angustifolium</i>	9	2	11
	<i>Macrolobium bifolium</i>	8	40	48
	<i>Peltogyne venosa</i>	8	20	28
	<i>Pterocarpus santalinoides</i>		2	2
	<i>Swartzia arborescens</i>		4	4
	<i>Swartzia polyphylla</i>	99	30	129
	<i>Swartzia racemosa</i>		1	1
	<i>Taralea oppositifolia</i>	1	3	4
	<i>Vatairea guianensis</i>	2		2
	<i>Zygia latifolia</i>	1	1	2
Gnetaceae	<i>Gnetum leyboudii</i>	1		1
Lauraceae	<i>Aniba citrifolia</i>	2	2	4
Lecythidaceae	<i>Allantoma lineata</i>	2		2
	<i>Eschweilera coriacea</i>		7	7
	<i>Gustavia hexandra</i>		87	87
Loganiaceae	<i>Strychnos guianensis</i>	5		5
Malvaceae	<i>Pachira aquatica</i>	4	1	5

Continuação apêndice 5.

Melastomataceae	<i>Tococa guianensis</i>	6	6
Meliaceae	<i>Carapa guianensis</i>	2	2
	<i>Trichilia micrantha</i>	1	1
Menispermaceae	<i>Cissampelus</i> sp.	1	1
Moraceae	<i>Maquira guianensis</i>	1	1
Myristicaceae	<i>Virola surinamensis</i>	52	168
Myrtaceae	<i>Eugenia muricata</i>	3	3
	<i>Eugenia patrisii</i>	2	2
	<i>Myrcia falax</i>	2	2
Olacaceae	<i>Heisteria acuminata</i>	7	7
Orchidaceae	<i>Vanilla</i> sp.	6	6
Picridendraceae	<i>Podocalyx loranthoides</i>	20	20
Rhizophoraceae	<i>Cassipourea guianensis</i>	2	5
Rubiaceae	<i>Posoqueria latifolia</i>	7	7
Sapotaceae	<i>Pouteria elegans</i>	4	4
	<i>Sarcaulus brasiliensis</i>	2	2
Violaceae	<i>Rinorea passoura</i>	1	1
Vochysiaceae	<i>Erisma uncinatum</i>	23	3
	<i>Qualea albiflora</i>	84	84
Total geral		1630	656
			2286

Apêndice 6 – Lista completa da densidade total das espécies da comunidade do estrato de plantas estabelecidas comuns às florestas de igapó e de várzea em escala intermediária na Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã.

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	Igapó	Várzea	Total geral
Annonaceae	<i>Unonopsis guatterioides</i>	5	1	6
	<i>Xylopia emarginata</i>	27	1	28
Apocynaceae	<i>Malouetia tamaquarina</i>	3		3
Araceae	<i>Dieffenbachia sp.</i>		62	62
	<i>Montrichardia arborescens</i>	62	73	135
	<i>Philodendron muricatum</i>		7	7
	<i>Urospatha caudata</i>		2	2
Arecaceae	<i>Bactris maraja</i>	20		20
	<i>Euterpe oleracea</i>	14	90	104
	<i>Mauritia flexuosa</i>	5	30	35
	<i>Mauritiella armata</i>	1		1
Bignoniaceae	<i>Arrabidaea negrensis</i>		1	1
	<i>Memora schomburgkii</i>		1	1
	<i>Tabebuia aquatica</i>		1	1
Caesalpiniaceae	<i>Campsandra comosa</i>		1	1
Caryocaraceae	<i>Caryocar microcarpum</i>	3		3
Ceasalpiniaceae	<i>Crudia oblonga</i>		1	1
	<i>Eperua bijuga</i>	2		2
	<i>Celastraceae</i>	2		2
Chrysobalanaceae	<i>Maytenus guianensis</i>	1		1
	<i>Hirtella □P.</i>	12		12
	<i>Licania licaniiifolia</i>		9	9
Clusiaceae	<i>Licania macrophylla</i>		1	1
	<i>Caraipa grandifolia</i>	7	5	12
	<i>Clusia panapanari</i>		2	2
Combretaceae	<i>Sympomia globulifera</i>	49	15	64
	<i>Sympomia □P.</i>		2	2
	<i>Tovomita brasiliensis</i>	8	7	15
Connaraceae	<i>Tovomita chomsyana</i>		2	2
	<i>Combretum laxum</i>	2	19	21
	<i>Terminalia amazonica</i>		1	1
Dellineaceae	<i>Connarus floribundus</i>		1	1
Ebenaceae	<i>Doliocarpus dentatus</i>	7		7
Euphorbiaceae	<i>Diospyrus guianensis</i>	62	3	65
	<i>Amanoa guianensis</i>	12		12
	<i>Hevea brasiliensis</i>		1	1
Fabaceae	<i>Chamaecrista negrensis</i>		3	3
	<i>Cynometra bauhiniifolia</i>		12	12
	<i>Dioeclea guianensis</i>	4		4
Malpighiaceae	<i>Dipterocarpus martiusii</i>	1		1
	<i>Hydrochorea corymbosa</i>		6	6
	<i>Inga dystachia</i>		5	5
	<i>Machaerium madeiranum</i>		4	4

Continuação apêndice 6

	<i>Macrolobium angustifolium</i>	10	12	22
	<i>Peltogyne venosa</i>	8		8
	<i>Pentaclethra macroloba</i>		30	30
	<i>Pterocarpus santalinoides</i>		15	15
	<i>Swartzia polyphylla</i>	13	68	81
	<i>Swartzia racemosa</i>		13	13
	<i>Sympmania □P.</i>		1	1
	<i>Taralea oppositifolia</i>	23	5	28
	<i>Vatairea guianensis</i>		5	5
	<i>Zygia cauliflora</i>		11	11
	<i>Zygia latifolia</i>		19	19
Gnetaceae	<i>Gnetum leyboudii</i>	1	4	5
Lauraceae	<i>Aniba citrifolia</i>	8	1	9
Lecythidaceae	<i>Allantoma lineata</i>	5	3	8
	<i>Gustavia hexapetala</i>		34	34
Loganiaceae	<i>Strychnos guianensis</i>		1	1
Malpighiaceae	<i>Mascagnia benthamiana</i>		1	1
Malvaceae	<i>Pachira aquatica</i>	31	4	35
Marantaceae	<i>Ischnosiphon polyphyllus</i>	4		4
Melastomataceae	<i>Miconia splendens</i>		6	6
	<i>Mouriri apiranga</i>	39		39
Meliaceae	<i>Carapa guianensis</i>	2	1	3
Mimosaceae	<i>Abarema jucumba</i>	1		1
Moraceae	<i>Ficus guianensis</i>	1		1
	<i>Maquira caloneura</i>		7	7
Myristicaceae	<i>Virola surinamensis</i>	7	168	175
Myrtaceae	<i>Eugenia muricata</i>	5	4	9
Nyctaginaceae	<i>Guapira ovalifolia</i>	2		2
Ochnaceae	<i>Ouratea salicifolia</i>	1		1
Olacaceae	<i>Heisteria acuminata</i>	10	2	12
Orchidaceae	<i>Vanilla sp.</i>	4		4
Papilionoideae	<i>Derris floribunda</i>	3	3	6
Picrodendraceae	<i>Podocalyx loranthoides</i>	53	1	54
Polygalaceae	<i>Moutabea guianensis</i>	4	15	19
Rhizophoraceae	<i>Cassipourea guianensis</i>	37	10	47
Rubiaceae	<i>Posoqueria latifolia</i>	67		67
	<i>Psychotria mapourioides</i>	1		1
Sapindaceae	<i>Matayba guianensis</i>	3		3
Sapotaceae	<i>Pouteria procera</i>	16		16
Vochysiaceae	<i>Erisma calcaratum</i>	3	3	6
	<i>Qualea acuminata</i>		2	2
	<i>Qualea albiflora</i>	26		26
Total geral		697	818	1515

Apêndice 7 - Densidade total das espécies da comunidade de plantas do estrato arbóreo em escala comuns às florestas de igapó e de várzea intermediária da Estação Científica Ferreira Penna.

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	Igapó	Várzea	Total geral
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i>	1	5	6
Annonaceae	<i>Xylopia emarginata</i>	120		120
Apocynaceae	<i>Ambelania acida</i>	1		1
Arecaceae	<i>Euterpe oleracea</i>		163	163
	<i>Mauritia armata</i>	7		7
	<i>Mauritia flexuosa</i>	19	5	24
	<i>Maximiliana maripa</i>		1	1
Bignoniaceae	<i>Tabebuia aquatica</i>		21	21
	<i>Tabebuia barbata</i>	7		7
Burseraceae	<i>Trattinnickia burserifolia</i>	1		1
Caesalpiniaceae	<i>Campsandra laurifolia</i>		13	13
	<i>Tachigalia paniculata</i>	2		2
Caryocaraceae	<i>Caryocar microcarpum</i>	10		10
Ceasalpiniaceae	<i>Crudia oblonga</i>		2	2
	<i>Eperua bijuga</i>	14		14
Celastraceae	<i>Gouphia glabra</i>	4		4
Chrysobalanaceae	<i>Licania heteromorpha</i>	9		9
	<i>Licania licaniiifolia</i>	7	15	22
	<i>Licania macrophylla</i>		1	1
	<i>Parinari excelsa</i>		2	2
Clusiaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i>	2		2
	<i>Carapa grandifolia</i>	37	12	49
	<i>Sympomia globulifera</i>	75	9	84
Combretaceae	<i>Terminalia amazonica</i>		4	4
Ebenaceae	<i>Diospyros melinonii</i>	6		6
	<i>Diospyrus guianensis</i>	75	3	78
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea erismoides</i>	1		1
Euphorbiaceae	<i>Amanoa guianensis</i>	8		8
	<i>Hevea brasiliensis</i>	2	15	17
Fabaceae	<i>Cynometra bauhiniifolia</i>		2	2
	<i>Dipterocarpus martiusii</i>	22	3	25
	<i>Dipteryx oppositifolia</i>	8		8
	<i>Macrolobium angustifolium</i>	19	18	37
	<i>Macrolobium bifolium</i>	1		1
	<i>Peltogyne venosa</i>	1	1	2
	<i>Pentaclethra macroloba</i>		46	46
	<i>Pterocarpus amazonum</i>		107	107
	<i>Swartzia polyphylla</i>	55	12	67
	<i>Swartzia racemosa</i>	1	5	6
	<i>Taralea oppositifolia</i>	24	9	33
	<i>Vatairea guianensis</i>	3	16	19
	<i>Zygia cauliflora</i>		4	4
	<i>Zygia grandiflora</i>		1	1

Continuação apêndice 7.

Lauraceae	<i>Aniba citrifolia</i>	3	3	
Lecythidaceae	<i>Allantoma lineata</i>	10	9	19
	<i>Eschweilera amazonica</i>	1		1
	<i>Gustavia hexapetala</i>		16	16
Malvaceae	<i>Pachira aquatica</i>	25	2	27
Melastomataceae	<i>Mouriri bracihanthera</i>	5		5
Meliaceae	<i>Carapa guianensis</i>	1	11	12
Mimosaceae	<i>Abarema jucumba</i>		2	2
Moraceae	<i>Ficus maxima</i>		3	3
	<i>Maquira guianensis</i>		23	23
	<i>Virola surinamensis</i>	47	155	202
Olacaceae	<i>Heisteria barbata</i>	1		1
Picrodendraceae	<i>Podocalyx loranthoides</i>	55		55
Rubiaceae	<i>Posoqueria latifolia</i>	2		2
Sapotaceae	<i>Micropholis acutangula</i>	1		1
	<i>Pouteria elegans</i>	2		2
	<i>Sarcaulus brasiliensis</i>	1		1
Vochysiaceae	<i>Erisma uncinatum</i>	56		56
	<i>Qualea albiflora</i>	120	5	125
Total geral		872	721	1593