



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA-UFRA  
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI-MPEG  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS  
BIOLÓGICAS-BOTÂNICA TROPICAL**



**ANNANDA WANEZA DA SILVA BATISTA**

**ESTUDOS ECOLÓGICOS DE *Swartzia polyphylla* DC. (Fabaceae) EM FLORESTAS  
INUNDÁVEIS NA AMAZÔNIA ORIENTAL**

**BELÉM  
2017**

**ANNANDA WANEZA DA SILVA BATISTA**

**ESTUDOS ECOLÓGICOS DE *Swartzia polyphylla* DC. (Fabaceae) EM FLORESTAS  
INUNDÁVEIS 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 em Botânica Tropical, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Dr. Leandro Valle Ferreira

**BELÉM  
2017**

---

Batista, Annanda Waneza da Silva

Estudos ecológicos de *Swartzia polyphylla* DC. (Fabaceae)  
em florestas inundáveis na Amazônia Oriental / Annanda Waneza da  
Silva Batista. – Belém, 2017.

59 f.

Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) -  
Universidade Federal Rural da Amazônia, 2017.

Orientador: Leandro Valle Ferreira.

1. *Swartzia polyphylla*
  2. Fabaceae – Amazônia
  3. *Swartzia polyphylla* - Germinação
  4. *Swartzia polyphylla* – Sementes
  5. *Swartzia polyphylla* – Traços funcionais
- I. Ferreira, Leandro Valle  
(orient.) II. Título.

---

**CDD – 583.7409811**

**ANNANDA WANEZA DA SILVA BATISTA**

**ESTUDOS ECOLÓGICOS DE *Swartzia polyphylla* DC. (Fabaceae) EM FLORESTAS  
INUNDÁVEIS 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 em Botânica Tropical, para obtenção do título de Mestre.  
Orientador: Dr. Leandro Valle Ferreira

Aprovado em

**BANCA EXAMINADORA**

---

Dr. Leandro Valle Ferreira - Orientador  
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI – MPEG

---

Dra. Thaís Sala Michelan – 1º Examinador  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ – UFPA

---

Dr. Mário Augusto Gonçalves Jardim – 2º Examinador  
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI – MPEG

---

Dr. João Ubiratan Moreira dos Santos – 3º Examinador  
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI – MPEG

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, que todos os dias de minha vida me deu forças para nunca desistir.

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

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida e apoio a pesquisa.

Ao Conselho Nacional Científico e Tecnológico (CNPq) no âmbito do Programa de Pesquisas de Longa Duração (PELD) da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã, pelo financiamento desta dissertação.

Ao meu orientador, Dr. Leandro Valle Ferreira, pelos questionamentos, orientações e ensinamentos que foram fundamentais para a construção deste trabalho.

Ao programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas – Botânica Tropical pela infraestrutura concedida para a realização desse trabalho, em especial ao Dr. Rafael de Paiva Salomão pela cessão de uso do Horto Botânico do Museu Paraense Emílio Goeldi para a realização dos experimentos

Aos coordenadores e funcionários da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã, pelo apoio logístico desta dissertação, especialmente ao técnico de campo Flávio Vieira Vaz, pelo auxílio na coleta e identificação dos espécimes de *S. polyphylla*.

À colega e pesquisadora do PELD, Darley Matos pelas conversas e auxílios técnicos científicos.

Aos amigos da turma de pós-graduação 2015, curso de mestrado em Ciências Biológicas – Botânica Tropical, em especial as minhas amigas: Keila Rocha, Claudia Viana e Monique Prado pelo companheirismo, horas de estudo, palavras de estímulo e toda ajuda prestada ao longo destes dois anos de curso.

Ao meu esposo, Markus Meireles Campos, pela ajuda na elaboração desta pesquisa, por suas palavras de incentivo e pelo cuidado e dedicação prestados a mim nos momentos de aflição.

À minha mãe, Vanderléia do Socorro da Silva Batista, meu pai, Miraldo Fernandes Batista, meus irmãos Arlon Alexandre da Silva Batista e Amanda Valéria da Silva Rocha, por todo investimento financeiro e apoio em minha trajetória acadêmica.

Aos meus pais, Vanderléia do Socorro da Silva Batista e  
Miraldo Fernandes Batista,

Dedico.

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.”

(José de Alencar)

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	10
<b>RESUMO.....</b>	11
<b>ABSTRACT .....</b>	13
<b>1. CONTEXTUALIZAÇÃO .....</b>	14
<b>1.1 Revisão de Literatura .....</b>	16
1.1.1 Região Amazônica .....	16
1.1.2 Caracterização das planícies inundáveis da Amazônia .....	15
1.1.2.1 Estrutura e composição de espécies.....	15
1.1.2.2 Tipo de solo e origem geológica.....	16
1.1.2.3 Adaptações das espécies à inundaçāo.....	17
1.1.3 Características da espécie em estudo.....	18
1.1.4 Germinação e crescimento de plântulas de espécies arbóreas em planícies inundáveis da Amazônia .....	19
1.1.5 Traços funcionais foliares e variação intraespecífica.....	19
<b>2. VARIAÇÃO INTRAESPECÍFICA DE <i>Swartzia polyphylla</i> DC. (Fabaceae) EM FLORESTAS INUNDÁVEIS, CAXIUANĀ, PARÁ .....</b>	22
<b>2.1 Introdução .....</b>	22
<b>2.2 Material e Métodos .....</b>	26
2.2.1 Área de estudo.....	26
2.2.2 Coleta de dados .....	29
2.2.2.1. Estrutura da população .....	29
2.2.2.2 Coleta das folhas.....	30
2.2.2.3 Coleta das sementes.....	32
2.2.3 Análise de dados.....	34
2.2.3.1 Estrutura da população .....	34
2.2.3.2 Traços foliares .....	34
2.2.3.3 Biometria de sementes e crescimento de plântulas .....	34
<b>2.3. Resultados.....</b>	35
2.3.1. Estrutura da população .....	35
2.3.2 Traços Funcionais Foliares.....	36
2.3.2.1 Área foliar (LA).....	36

2.3.2.2 Área foliar específica (SLA).....	36
2.3.2.3 Conteúdo de matéria seca foliar (LDMC) .....	37
2.3.2.4 Massa seca por área foliar (LMA) .....	38
2.3.2.5. Distribuição dos traços funcionais.....	39
2.3.3 Biometria das sementes .....	40
2.3.4. Experimento 1 - Teste de germinação.....	42
2.3.4.1 Tempo de germinação .....	42
2.3.4.2. Taxa de germinação .....	43
2.3.5 Experimento 2 - Crescimento de plântulas .....	44
<b>2.4 Discussão .....</b>	<b>45</b>
<b>2.5 Conclusão .....</b>	<b>48</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>49</b>

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Mapa de localização da Floresta Nacional de Caxiuanã em relação ao estado do Pará (A); localização da Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn) em relação a Floresta Nacional de Caxiuanã (B) e a localização das duas áreas de estudo dessa dissertação (C).....26
- Figura 2** – Aspecto da vegetação das florestas de igapó (A) e de várzea (B) e área interna com dossel fechado na floresta de igapó (C) e aberto na floresta de várzea (D) da ECFPn.....28
- Figura 3** – Distribuição espacial das 30 parcelas do inventário botânico realizado nas florestas de igapó e de várzea da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã (Autor: Leandro V. Ferreira, Museu Paraense Emílio Goeldi, em 2014).....29
- Figura 4** – Fases de estabelecimento e crescimento de plântulas de *S. polyphylla* entre as florestas de várzea e de igapó. Germinação (A), epicótilo em evidência (B), crescimento (C) e plântula estabelecida (D).....32
- Figura 5** – Média da regeneração natural (Número de plântulas) de *S. polyphylla* entre as florestas de igapó e várzea da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã, Pará.....34
- Figura 6** – Média da densidade de plantas estabelecidas de *S. polyphylla* entre as florestas de igapó e várzea da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã, Pará.....35
- Figura 7** – Média da área foliar (LA) de *S. polyphylla* entre as florestas de igapó e várzea da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã, Pará.....36
- Figura 8** – Média da área foliar específica (SLA) de *S. polyphylla* entre as florestas de igapó e várzea da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã, Pará.....36
- Figura 9** – Média do conteúdo de matéria seca foliar (LDMC) de *S. polyphylla* entre as florestas de igapó e várzea da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã, Pará.....37
- Figura 10** – Média da massa seca por área foliar (LMA) de *S. polyphylla* entre as florestas de igapó e várzea da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã, Pará.....37
- Figura 11** – Resultado da Análise de Componentes Principais (PCA) dos atributos funcionais foliares de *S. polyphylla* DC. entre as florestas da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã, Pará (i=Igapó; v=Várzea).....38
- Figura 12** – Peso fresco das sementes de *S. polyphylla* entre as florestas de igapó e várzea da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã, Pará.....39
- Figura 13** – Peso seco das sementes de *S. polyphylla* entre as florestas de igapó e várzea da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã, Pará.....39
- Figura 14** – Comprimento das sementes de *S. polyphylla* entre as florestas de igapó e várzea da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã, Pará.....40

<b>Figura 15</b> – Espessura 1 e 2 das sementes de <i>S. polyphylla</i> entre as florestas de igapó e várzea da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã, Pará.....	40
<b>Figura 16</b> – Peso seco do tegumento de <i>S. polyphylla</i> entre as florestas de igapó e várzea da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã, Pará.....	41
<b>Figura 17</b> – Comparação do tempo de germinação das sementes de <i>S. polyphylla</i> entre as florestas de igapó e várzea e com o peso fresco das mesmas na Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã, Pará.....	42
<b>Figura 18</b> – Mediana da taxa de germinação de sementes de <i>S. polyphylla</i> entre as florestas de igapó e várzea da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã, Pará.....	42
<b>Figura 19</b> – Curva de crescimento e razão de crescimento das plântulas (A) germinadas de <i>S. polyphylla</i> e tamanho final das plântulas entre os dois tipos de florestas da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã, Pará (B).....	43

## RESUMO

A capacidade das espécies vegetais em colonizar diferentes ambientes pode ser determinada por suas estratégias adaptativas de cunho fisiológico, morfológico e anatômico. O estudo investigou se houve diferença na densidade de indivíduos, nos atributos funcionais foliares, na germinação e no crescimento das plântulas de *Swartzia polyphylla* DC. (Fabaceae) em duas florestas inundadas (igapó e várzea) da Estação Científica Ferreira Penna, em Caxiuanã no estado do Pará. Houve diferenças significativas da densidade de plântulas e de plantas estabelecidas de *S. polyphylla* entre os dois tipos de florestas inundadas, sendo estas maiores na floresta de igapó em comparação a floresta de várzea. Quanto aos traços funcionais, houve diferença significativa na área foliar (LA) e no conteúdo de matéria seca foliar (LDMC) de *S. polyphylla* entre as florestas de igapó e várzea, sendo estas maiores nas florestas de várzea. Não houve diferença significativa na área foliar específica (SLA) e na massa seca por área foliar (LMA). A distribuição dos traços funcionais nas populações de *S. polyphylla* foram significativamente diferentes entre os tipos de floresta. Houve significativa diferença no peso fresco e seco, comprimento e espessuras das sementes entre as florestas, sendo maiores na floresta de várzea. Não houve diferença estatística no tempo de germinação das sementes entre as florestas de várzea e igapó, não havendo ainda correlação com o peso fresco das sementes entre os tipos de floresta. Houve diferença significativa na taxa de germinação das sementes entre as florestas, sendo esta maior nas florestas de igapó. As curvas de crescimento das sementes de *S. polyphylla* foram semelhantes entre os dois tipos de florestas; contudo, as sementes de várzea têm maior crescimento nos primeiros dias, devido à maior quantidade de endosperma (peso fresco). Por fim, não houve diferença significativa no tamanho final das plântulas entre as florestas de igapó e várzea. A análise dos resultados atrelados à segunda hipótese permite inferir que estratégias para o estabelecimento de sementes no ambiente também pode estar ligado ao investimento em atributos funcionais conservativos por parte das sementes de igapó; As sementes de várzea, investidoras em atributos funcionais de crescimento, podem ter uma menor taxa de sucesso germinativo por exigirem um solo compatível com sua alta demanda nutricional.

**Palavras-chaves:** Amazônia. Florestas inundadas. Sementes. Germinação. Traços funcionais.

## ABSTRACT

The ability of plant species to colonize different environments can be determined by their physiological, morphological and anatomical adaptive strategies. The study investigated whether there was a difference in individual density, foliar functional attributes, germination and seedling growth of *Swartzia polyphylla* DC. (Fabaceae) in two flooded forests (igapó and varzea) of the Ferreira Penna Scientific Station, in Caxiuanã in the state of Pará. There were significant differences in the density of established seedlings of *S. polyphylla* between the two types of flooded forests, being these larger in the igapó forest compared to the floodplain forest. Regarding the functional traits, there was a significant difference in leaf area (LA) and dry matter content (LDMC) of *S. polyphylla* between forests, being these larger in igapó forests. There was no significant difference in the specific leaf area (SLA) and in the dry mass by leaf area (AML). The distribution of functional traits in populations of *S. polyphylla* was significantly different between among forest types. There was a significant difference in fresh and dry seed weight, seed length and seed thickness between the igapó and várzea forests, which were higher in the lowland forests. There was no statistical difference in the germination time of the seeds between the igapó forests, and there was no correlation with the fresh seed weight among the forest types. There was a significant difference in seed germination rate between the igapó and várzea forests, which was higher in the igapó forests. Growth curves of *S. polyphylla* were similar between the two types of forest. However, the várzea seeds have higher growth in the first days, due to the greater amount of endosperm (fresh weight). Finally, no there was a significant difference in the final size of the seedlings between the igapó and várzea forests. The analysis of the results linked to the second hypothesis allows to infer that strategies for the establishment of seeds in the environment can also be linked to the investment in conservation functional attributes by the seeds of the igapó; Várzea seeds, which invest in functional attributes of growth, may have a lower germinative success rate because they require a soil compatible with their high nutritional demand.

Keywords: Amazon. Flooded forests. Seeds. Germination. Functional traits.

## 1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A Amazônia é a maior floresta tropical úmida do planeta, com 10% de suas áreas submetidas à inundações periódicas resultantes da flutuação do nível dos rios, tendo como maiores representantes as florestas Ombrófila Densa Aluvial e Ombrófila Aberta Aluvial, chamadas localmente e respectivamente de várzea e de igapó (JUNK, 1997).

Pires e Prance (1985) diferenciaram as florestas inundáveis considerando características bióticas e abióticas, tais como; tipo de inundaçāo, cor da água, tipos de solos, origem geológica, estrutura da vegetação, riqueza, diversidade e composição de espécies. As florestas de várzea são aquelas periodicamente inundadas por rios de água branca ou barrenta. Por sua vez, as florestas de igapó são aquelas periodicamente inundadas por rios de “água preta” ou “clara” (JUNK et al., 2011).

As várzeas são planícies aluviais mais recentes, com formações que datam o Período Quaternário, cujos sedimentos começaram a se depositar no Holoceno durante os últimos 10.000 anos (PIRES; PRANCE, 1985; AYRES, 2006). A formação recente de seus solos, principalmente por rochas sedimentares alcalinas, geram intensos processos erosivos que produzem grande quantidade de sedimentos ricos em sais minerais (Ca, Mg, Na, K), os quais são drenados pelas cheias hidrográficas, propiciando nessas áreas um pH próximo ao neutro (JUNK, 1993; FURCH, 1997).

Os igapós, ao contrário das várzeas, são áreas geologicamente mais antigas e desgastadas com poucos sedimentos em suspensão, originárias dos períodos do Pré-Cambriano e Terciário (PIRES; PRANCE, 1985; AYRES, 2006). Seus solos são pobres em nutrientes e com grande presença de ácidos fúlvicos e húmicos (PIRES; PRANCE, 1985; FURCH, 1997).

A oscilação sazonal do nível das águas nas florestas inundáveis provoca o surgimento de uma fase aquática (período em que as áreas permanecem inundadas) e uma fase terrestre (período em que as áreas não são inundadas). Isso contribui para a formação de uma vegetação característica, com fisionomia, composição e estrutura própria, mas que se diferencia entre os ambientes (RODRIGUES, 2007).

O sucesso da germinação e estabelecimento de uma espécie nas áreas inundadas da Amazônia depende inicialmente da sincronização dos ciclos reprodutivos com a flutuação no nível dos rios. Assim, a floração acontece na vazante dos rios e a

frutificação no período da enchente, favorecendo a dispersão de frutos e sementes (FERREIRA; PAROLIN, 2007; PAROLIN, 2009).

A capacidade das espécies vegetais para colonizar diferentes tipos de habitat pode ser determinada pela eficiência adaptativa do comportamento fisiológico em resposta às condições próprias do ambiente, visando garantir uma maior eficiência na aquisição de carbono (fotossíntese), na absorção e uso de nutrientes do solo e no sucesso reprodutivo. O sucesso desta colonização depende de fatores ligados à variação intraespecífica das espécies (DE SIMONE et al., 2002; PAROLIN, 2001, 2009).

A espécie deste estudo, *Swartzia polyphylla* DC. (Fabaceae), ocorre nas florestas inundadas de várzea e igapó da Amazônia brasileira (FERREIRA et al., 2010), e é abundantemente encontrada na Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn) (FERREIRA et al., 2012), o que pode evidenciar uma ampla variação intraespecífica.

Diante disso, o objetivo geral da dissertação foi analisar a densidade de indivíduos da população, atributos funcionais foliares, caracteres biométricos e germinação de sementes e crescimento de plântulas de *S. polyphylla* em florestas de várzea e igapó da Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn) na Amazônia Oriental.

As hipóteses dessa dissertação foram:

Existe diferença na densidade de indivíduos da população e nos atributos funcionais foliares de *S. polyphylla* entre as florestas de igapó e várzea.

Existe diferença na germinação de sementes e crescimento das plântulas de *S. polyphylla* entre as florestas de igapó e várzea.

## 1.1 Revisão de Literatura

### 1.1.1 Região Amazônica

A Amazônia brasileira ou Amazônia Legal é definida pelo Decreto Lei nº 5.173/66 como sendo a região que abrange todos os estados da região Norte do Brasil (Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins), o Mato grosso e o oeste do Maranhão (IBGE, 2015). É composta por várias fitofisionomias diferentes, dentre elas, destacam-se dois ecossistemas, a Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas (terra firme) e as florestas ombrófilas aluviais (IBGE, 2012). A primeira corresponde cerca de 65% da Região Amazônica, sendo a vegetação predominante (MMA, 2002). As florestas ombrófilas aluviais, por sua vez, correspondem a 10% da região e são altamente relevantes em virtude da grande interação com os ecossistemas aquáticos (PIRES; PRANCE, 1985; JUNK, 1997).

As planícies inundáveis da floresta Amazônica ocupam uma área total de 1.350,000 km<sup>2</sup> e cerca de dois terços desse total são áreas de várzea (JUNK, 1993). Estas áreas, desde o Brasil colônia, tem sido de grande interesse para as populações locais, na agricultura e na criação de gado, devido à facilidade de acesso pelos rios e pela fertilidade dos seus solos, renovada anualmente com a deposição de nutrientes carreados pelas enchentes (HAUGAASEN; PERES, 2006). Nesse sentido, os fatores fundamentais para a manutenção da biodiversidade nas áreas alagadas são os processos físicos e biológicos, principalmente os ciclos hidrológicos e de sedimentação (ALMEIDA et al., 2004).

As flutuações do nível da água acabam gerando um longo e previsível período anual de inundação (entre 50 e 210 dias por ano) que cobre as florestas de várzea e de igapó da região (JUNK, 1989; KLINGE et al., 1990). Sendo assim, a sobrevivência prolongada das espécies de plantas, devem-se as suas adaptações aos longos períodos de total ou parcial submersão (FERREIRA, 2000).

### 1.1.2 Caracterização das planícies inundáveis da Amazônia

#### 1.1.2.1 Estrutura e composição de espécies

Igapós e várzeas podem ser classificados de diferentes formas, de acordo com o tipo de inundação, cor da água, tipos de solos, origem geológica, estrutura da vegetação, riqueza, diversidade e composição de espécies. (PIRES; PRANCE, 1985). A cor da água do rio para esses dois ecossistemas pode ser branca (barrenta) ou preta. As planícies periodicamente inundáveis por rios de água branca ou barrentas, provenientes das áreas Andina e Pré-Andinas, muito ricas em nutrientes, são denominadas de várzeas. Igapós são áreas periodicamente inundáveis por rios de águas pretas que nascem nos escudos Arqueanos das Guianas e do Brasil central, áreas essas antigas e com pouca variação na altitude e que carreiam poucos sedimentos (PRANCE, 1979; SIOLI, 1991; JUNK, 1993).

A cor escura da água nas florestas de igapó na Amazônia é causada pela grande quantidade de substâncias orgânicas dissolvidas (ácidos fúlvicos e húmicos) durante o processo de decomposição da liteira foliar de solos arenosos e ácidos (PIRES; PRANCE, 1985; SIOLI, 1991; JUNK, 1993; AYRES, 2006). Devido ao baixo teor de argila, os solos do igapó não retém alta quantidade de matéria orgânica, acabando por ser levada pelas águas dos rios nas enchentes (FURCH; JUNK, 1997). Já a coloração dos rios que recobrem as florestas de várzea sofre influência dos processos erosivos que ocorrem nos Andes, os quais geram altas cargas de sedimentos de material argiloso tornando a água esbranquiçada (SIOLI, 1984). Essas diferenças acabam influenciando a composição florística das florestas inundáveis, existindo espécies endêmicas de regiões de um tipo de água, enquanto outras ocorrem nos vários tipos de planícies inundáveis (PRANCE, 1979).

#### 1.1.2.2 Tipo de solo e origem geológica

A origem geológica e o tipo de solo também influenciam na composição florística das florestas inundáveis. As várzeas, por exemplo, são planícies aluviais mais recentes, com formações que datam o Período Quaternário, cujos sedimentos começaram a se depositar no Holoceno durante os últimos 10.000 anos (PRANCE et al., 1976). A formação recente de seus solos, principalmente por rochas sedimentares alcalinas, geram intensos processos erosivos que produzem grande quantidade de sedimentos ricos em sais minerais (Ca, Mg, Na, K), os quais são drenados pelas cheias hidrográficas, propiciando nessas áreas um pH próximo ao neutro (JUNK, 1993;

FURCH, 1997). Esta grande riqueza dos solos, permite uma alta produção primária, aumentando a colonização de novas áreas de sedimentação por espécies pioneiras, contribuindo assim para uma sequência sucessional que culmina com florestas cada vez mais diversificadas (JUNK, 1989).

Os igapós, ao contrário das várzeas, são áreas geologicamente mais antigas e desgastadas com poucos sedimentos em suspensão, originárias dos períodos do Pré-Cambriano e Terciário (PIRES; PRANCE, 1985; AYRES, 2006). Seus solos são pobres em nutrientes e compostos minerais (PIRES; PRANCE, 1985; FURCH, 1997) tornando esses ambientes frágeis e de difícil recuperação contra possíveis ações antrópicas (JUNK, 1997).

#### 1.1.2.3 Adaptações das espécies à inundação

A oscilação sazonal do nível das águas nas florestas inundáveis provoca o surgimento de uma fase aquática (período em que as áreas permanecem inundadas) e uma fase terrestre (período em que as áreas não são inundadas). Isso contribui para a formação de uma vegetação característica, com fisionomia, composição e estrutura própria, mas que se diferencia entre os ambientes (RODRIGUES, 2007). O pulso de inundação descrito por Junk (1989) é a principal força que determina os processos dentro das planícies inundáveis, pois além de transportar água para dentro da área alagável, o pulso também transporta substâncias dissolvidas e sedimentos em suspensão que pode ser aproveitados pelos organismos aquáticos; o mesmo também acontece no período da seca com o material proveniente da fase aquática.

As espécies que crescem nessas áreas apresentam frequentes adaptações morfoecológicas e ecofisiológicas para suportar os períodos sob inundação, onde o suprimento de oxigênio é escasso. Dentre as adaptações temos: a grande presença de sapopemas (raízes tabulares), que facilita a sustentação de árvores grandes, assim como a presença de raízes e estruturas aéreas como rizóforos, pneumatóforos e haustórios (ALMEIDA et al., 2004).

Com relação às adaptações ecofisiológicas, Parolin et al., (2010) relatam a perda total ou parcial de folhas (deciduidade); o controle da abertura estomática; a intensa troca de gases pelas lenticelas caulinares para compensar a hipóxia ao nível de raízes; o

ritmo de crescimento sazonal das plantas regulado pelo período de inundação, sendo maior na estação seca e pouco ou nenhum crescimento durante a estação das cheias.

Segundo Ducke (1949) e Lopes (2001), uma das adaptações mais comuns nas espécies de floresta inundada é a grande ocorrência de tecido esponjoso aerenquimatoso em seus diásporos, auxiliando a flutuação e a dispersão dos mesmos. Na várzea, grande parte das espécies consegue compensar a tensão induzida pela inundação periódica, através das adaptações morfológicas. Contudo, no igapó a produção de adaptações morfológicas e frequentes mudanças de folhas, tornam-se dispendiosas para muitas espécies arbóreas, por isso, a estratégia encontrada por elas é permanecer em um estado de repouso durante a inundação (PAROLIN, 2002).

### 1.1.3 Características da espécie em estudo

A espécie *Swartzia polyphylla* DC. (Fabaceae) presente nas duas florestas inundáveis supracitadas, pertence à família Fabaceae (Censo APG IV, 2016) que é constituída por três subfamílias: Caesalpinoideae, Mimosoideae e Papilionoideae (LEWIS et al., 2005). Destas, *S. polyphylla* pertence à última, sendo a maior subfamília com cerca de 13.800 espécies, possuindo representantes de diversos tipos de hábitos, incluindo ervas, lianas e árvores (COWAN, 1967; MARQUI et al., 2008; VEITCH, 2007; MAGALHÃES et al., 2010).

*Swartzia polyphylla* é uma espécie monóica de forma de vida arbórea, podendo atingir até 40 metros de altura. Geralmente apresenta sapopemas altas e onduladas, com exsudação vermelha abundante na entrecasca. Os folíolos são também distintos por causa das nervuras impressas na superfície adaxial. De acordo com Cowan (1967) e Ribeiro et al., (1999), sua distribuição geográfica vai da Amazônia Central até Guianas. Os frutos dessa árvore são caracterizados como legumes, apresentando uma ou duas sementes grandes mais ou menos reniformes (COWAN, 1967; RIBEIRO et al., 1999).

A espécie possui grande importância ecológica e farmacêutica, já que seus frutos, folhas, caule e sementes possuem compostos importantes como flavonoides, saponinas, diterpenoides, dentre outros, os quais vêm sendo testados para o controle de fungos, bactérias, insetos e de moluscos causadores de doenças (SANCHEZ et al., 1999; JESUS, 2003; ARAÚJO et al., 2009). Além disso, sua madeira possui alto valor

econômico, devido seu aspecto decorativo e lenho com boas propriedades tecnológicas (LOUREIRO et al., 1997).

#### 1.1.4 Germinação e crescimento de plântulas de espécies arbóreas em planícies inundáveis da Amazônia

O sucesso da germinação e estabelecimento de uma espécie nas áreas inundadas da Amazônia vai depender de suas estratégias e adaptações à inundação. Diante disso, a maioria das espécies, sincroniza o período de frutificação com o nível dos rios, já que sua dispersão está associada direta ou indiretamente pela água, devido à capacidade de flutuação dos frutos e sementes (FERREIRA; PAROLIN, 2007). A dispersão das sementes pela água também é complementada pela dispersão biótica, que nas florestas inundáveis da Amazônia ocorre principalmente por aves, quelônios e peixes (GOULDING et al., 1996).

Nos últimos anos, houve um aumento do interesse da comunidade acadêmica, sejam eles ecólogos, botânicos ou agrônomos, para tornar-se conhecido os mecanismos de propagação e sobrevivência de espécies florestais nativas do Brasil, tanto para o entendimento ecofisiológico, que possibilita compreender o comportamento das espécies em condições naturais (FIGLIOLIA et al., 2009), quanto para a produção de mudas. Assim, estudos sobre o comportamento germinativo de sementes e crescimento de plântulas tornam-se fundamentais para a compreensão de tais mecanismos, além de servirem como base para a silvicultura, conservação e manejo sustentável das populações de plantas (MOREIRA; MOREIRA, 1996; CRUZ et al., 2001; SANTOS et al., 2005). No entanto, ainda há carência de informações referentes às condições ideais de germinação. Isso pode ser verificado nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), nas quais são encontradas poucas prescrições para análise de sementes de espécies florestais.

#### 1.1.5 Traços funcionais foliares e variação intraespecífica

Outro ponto que também vem despertando o interesse da comunidade acadêmica é a proposta de ecologia baseada em traços funcionais. De acordo com Viole et al., (2007) traço é qualquer característica morfológica, fisiológica ou fenológica mensurável

a nível individual, desde a célula ao nível de todo o organismo, sem referência ao ambiente ou qualquer outro nível de organização. E como proposto por Lavorel et al., (2007), o valor ou modalidade particular tomado pelo traço em qualquer lugar e tempo é um "atributo". Assim, temos que traços funcionais referem-se a qualquer traço que afete indiretamente a aptidão através de seus efeitos no crescimento, na reprodução e na sobrevivência (REICH et al., 2003; VIOLLE et al., 2007).

Os traços funcionais mais utilizados em ecologia vegetal são aqueles relacionados à arquitetura da copa (densidade de madeira, área e volume de copa) (LIMA; RODAL, 2010; PRADO JUNIOR, et al., 2014) e os traços foliares (área foliar, área foliar específica e conteúdo de matéria seca foliar) (REICH et al., 2003; SOUZA et al., 2015). Estes últimos, correspondem importantes ferramentas para predizer e/ou explicar as respostas das plantas às condições ambientais (REICH et al., 2003; WESTOBY et al., 2002), já que a folha, por possuir todo o aparato fotossintético da planta, é o órgão que mais responde de forma plástica à variabilidade de condições ambientais (MONTEIRO et al., 2005).

O *trade-off* (traduzido do inglês como ‘demandas conflitantes’) pode ser entendido como a correlação negativa entre atributos que uma espécie não pode otimizar simultaneamente, portanto precisa escolher um determinado atributo em detrimento de outro (WESTOBY, 1998). Num contexto evolutivo, os *trade-offs* permitem a especialização e consequente partição de nichos ao longo de múltiplos gradientes de disponibilidade de recursos (STERCK et al., 2006; WRIGHT et al., 2010). Assim, em ambientes heterogêneos haverá o favorecimento de distintas estratégias ecológicas os quais são resultado dos conjuntos de atributos apresentados pelas espécies.

Vários padrões de associações de atributos vêm sendo investigados em diferentes comunidades vegetais (WESTOBY, 1998; WESTOBY et al., 2002; DIAZ et al., 2004; REICH, 2014). Esses padrões estão, portanto, relacionados com o sucesso de uma espécie num dado contexto ambiental (WESTOBY; WRIGHT, 2006). Diante disso, estudos de associações de atributos de espécies vegetais apresentam-se como eficientes indicadores da ecologia das espécies e frequentemente são usados para determinar estratégias de plantas em ecossistemas distintos ou semelhantes em todos os continentes (GRIME, 1997; WESTOBY, 1998). Corroborando o raciocínio, Viole et al., (2007), reconhecem a importância dos traços das plantas como uma ferramenta

eficiente para tratar questões em nível de organismos e expandi-las para todo ecossistema.

Alguns trabalhos mostram que a variação intra-específica aumenta as chances de indivíduos de uma espécie em adequarem seus atributos em resposta a um filtro ambiental ou competição com vizinhos, devido à plasticidade fenotípica (GRIME, 1997). Muitos estudiosos sugerem que sempre que possível, deveriam ser medidos os atributos funcionais de todos os indivíduos amostrados, ou pelo menos medir atributos de espécies sob diferentes condições ambientais (ALBERT et al., 2010).

A variação intraespecífica pode influenciar na amplitude de distribuição espacial de uma espécie, pois a habilidade dos indivíduos de uma espécie em responderem de forma diferenciada as condições do ambiente contribui para a coexistência entre indivíduos (CALLAWAY et al., 2003). Por exemplo, espécies que apresentam grande variação intraespecífica podem ocupar uma maior variedade de ambientes, enquanto que uma espécie que tem baixa variação intraespecífica fica restrita a poucos locais, ou seja, são mais especializadas por um tipo de habitat (LAVOREL et al., 2007).

## **2. VARIAÇÃO INTRAESPECÍFICA DE *Swartzia polypyphylla* DC. (Fabaceae) EM FLORESTAS INUNDÁVEIS, CAXIUANÃ, PARÁ**

### **2.1 Introdução**

A Região Amazônica abrange a maior floresta tropical do planeta, com uma grande variedade de ecossistemas e alta diversidade biológica (MMA, 2002). Dentre os ecossistemas presentes nesta floresta, destacam-se as áreas inundáveis que são de extrema importância devido sua grande interação com ecossistemas aquáticos, abrigando não somente espécies endêmicas, como também sustentando muitas plantas e insetos que mantém e formam a base das cadeias alimentares (GOULDING, 1980; SIOLI, 1991). Nestes ambientes estão inseridos a floresta Ombrófila Densa Aluvial e Ombrófila Aberta Aluvial, ou popularmente chamadas de várzeas e igapós respectivamente (IBGE, 2012).

As várzeas são planícies periodicamente inundáveis por rios de água branca ou barrenta, provenientes das áreas Andina e Pré-Andina. Muito ricas em nutrientes, ocupam a maioria das áreas inundáveis da floresta amazônica, possuindo grande fertilidade em seus solos, devido a renovação anual da deposição de nutrientes carreados pelas enchentes e pela formação recente de seus solos que datam o Período Quaternário (JUNK, 1984; SIOLI, 1991; LIMA; TOURINHO, 1996; AYRES, 2006;).

Os igapós, por outro lado, são planícies periodicamente inundáveis por rios de águas pretas ou claras que nascem nos escudos Arqueanos das Guianas e do Brasil Central. A formação antiga de seus solos, por rochas do Período Pré-cambriano a Terciário, permitem aos rios originários nessas regiões o transporte de poucos sedimentos em suspensão, isso confere transparência às suas águas que são pobres em nutrientes e muito ácidas devido à grande quantidade de matéria orgânica decomposta e a produção de ácidos fúlvicos e húmicos (PIRES; PRANCE, 1985; SIOLI, 1991; JUNK, 1993; JUNK, 1997; AYRES, 2006).

Os eventos ecológicos como a dispersão de sementes, germinação e crescimento de plântulas na maioria das espécies de florestas inundáveis, encontram-se diretamente correlacionados com a amplitude de inundação nestas áreas, que varia entre 10-15 metros acima do nível do mar, e com o tempo de inundação que vai de 50 até 270 dias, todos os anos, de acordo com a altura do relevo considerada na área inundada (JUNK, 1989; FERREIRA, 1997). Esses fatores, juntamente com as características físicas e

químicas do solo, topografia e inclinação do terreno, acabam influenciando os padrões de riqueza e distribuição de espécies nas planícies inundáveis (RODRIGUES, 2007).

Devido às oscilações sazonais no nível das águas, a maioria das espécies arbóreas das florestas inundáveis amazônicas sincroniza a floração e a frutificação, de modo que ocorram em concomitância com o ciclo hidrológico, assim, a maturação dos frutos geralmente ocorre nos períodos de pico da inundação, onde a superfície é coberta por água e invadida por peixes, facilitando a dispersão das sementes (KUBITZKI; ZIBURSKI, 1994; WITTMANN; PAROLIN, 1999; PAROLIN, 2002). Depois de cair na água, os diásporos são sujeitos a períodos variáveis de flutuabilidade e /ou submersão. As sementes que flutuam podem permanecer nestas condições durante períodos de até 2 meses (KUBITZKI, 1985); para isso possuem tecidos esponjosos ou grandes espaços cheios de ar que aumentam a flutuação (KUBITZKI; ZIBURSKI, 1994, WILLIAMSON et al., 1999).

O contato com a água do rio é interpretado como sendo o fator mais importante na quebra da dormência de sementes flutuantes de espécies arbóreas da planície amazônica (SCARANO et al., 1998). Estas sementes geralmente tendem a germinar rapidamente logo que entram em contato com as águas dos rios, o que pode permitir que as mudas se estabeleçam assim que aterraram em substratos não inundados. Já as sementes não flutuantes acabam por submergirem em um ambiente hipóxico ou mesmo anóxico, onde o fornecimento de oxigênio para iniciar a germinação é um fator limitante (FRANKLIN et al., 1987; KOZLOWSKI; PALLARDY, 1997). Neste caso, as sementes podem passar longos períodos submersos e permanecerem viáveis até que as condições ambientais tornem-se adequadas para que elas possam germinar e formar uma plântula, geralmente no início da fase terrestre. Entretanto, alguns estudos tem demonstrado que a saturação de água do solo não impede que algumas plantas germinem suas sementes e produzam plântulas enquanto ainda estão boiando ou mesmo submersas, (PAROLIN; JUNK, 2002; SCARANO et al 2003; FERREIRA et al., 2007; WITTMANN et al., 2007) indicando que as plântulas de algumas espécies são altamente tolerantes a inundação, podendo sobreviver por vários meses nestas condições (PAROLIN, 2002; PAROLIN; JUNK, 2002; FERREIRA et al., 2007; 2009). O grau de tolerância de cada espécie varia de acordo com a sua posição no gradiente de inundação. A vegetação que ocupa as cotas mais baixas está mais bem adaptada à essas condições, em relação àquela que ocupa cotas mais altas (WITTMANN et al., 2002; PAROLIN et al., 2003).

A espécie *Swartzia polyphylla* DC. (Fabaceae) é uma árvore de porte mediano a grande, atingindo até 40 metros de altura, cujo tronco pode chegar a quatro metros de diâmetro. Geralmente apresenta sapopemas altas e onduladas, com exsudação vermelha abundante na entrecasca. Os folíolos são também distintos por causa das nervuras impressas na superfície adaxial. De acordo com Cowan (1967) e Ribeiro et al., (1999), sua distribuição geográfica vai da Amazônia Central até Guianas, sendo encontrada na floresta amazônica em áreas de várzeas e igapós.

Além do grande potencial madeireiro que esta espécie possui, várias substâncias como flavonoides, saponinas e diterpenoides, obtidas de seus frutos, folhas, caule e sementes, vêm sendo testadas para o controle de fungos, bactérias, insetos e de moluscos causadores de doenças, evidenciando assim sua grande importância farmacológica (SANCHEZ et al., 1999; JESUS, 2003; ARAÚJO et al., 2009).

A distribuição dos organismos, segundo a ecologia funcional de plantas, não acontece por acaso, havendo portanto, uma relação entre as diferenças funcionais das plantas e sua distribuição em diferentes habitats (DUARTE, 1999). Esta abordagem baseia-se na teoria de diferenciação de nichos (MACARTHUR; LEVINS, 1967; MAY, 1972), a qual considera as espécies como entidades heterogêneas, que respondem diferentemente às condições ambientais. Para esta teoria, a diferenciação das espécies, independentemente de classificação taxonômica, ocorre com a variabilidade dos traços funcionais (VIOLLE; JIANG, 2009), a partir de filtros ambientais (VIOLLE et al., 2007).

Dentre os traços mais utilizados na ecologia vegetal, tem-se os traços funcionais foliares (área foliar, área foliar específica e conteúdo de matéria seca foliar), já que a folha, por possuir todo o aparato fotossintético da planta, é o órgão que mais responde de forma plástica à variabilidade de condições ambientais (REICH et al., 2003; MONTEIRO et al., 2005; SOUZA et al., 2015).

Existem poucos estudos sobre a fisiologia da germinação e estabelecimento de plântulas em florestas de inundação (SCARANO et al., 1998; PAROLIN; JUNK 2002, PAROLIN, 2001, FERREIRA et al., 2007; CONSERVA, 2007; WITTMANN et al., 2007), apesar da grande importância das áreas inundáveis da Amazônia; além disso, a proposta de ecologia baseada em traços funcionais vem crescendo consideravelmente (ACKERLY; CORNWELL, 2007; SWENSON; ENQUIST, 2007; KRAFT et al., 2008, CORNWELL; ACKERLY, 2009). Diante do que foi exposto, o estudo com a espécie *S.*

*polyphylla* mostra-se importante, pois permite averiguar quais as estratégias adotadas pela mesma para sobreviver em ambientes tão distintos, como as florestas de várzea e igapó.

O objetivo geral da dissertação foi analisar a densidade de indivíduos da população da regeneração natural e plantas estabelecidas com diâmetro de até 10 cm, atributos funcionais foliares, caracteres biométricos e germinação de sementes e crescimento de plântulas de *S. polyphylla* em florestas de várzea e igapó da Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn) na Amazônia Oriental.

As hipóteses dessa dissertação foram:

Existe diferença na densidade de indivíduos da população e nos atributos funcionais foliares de *S. polyphylla* entre as florestas de igapó e várzea.

Existe diferença na germinação de sementes e crescimento das plântulas de *S. polyphylla* entre as florestas de igapó e várzea.

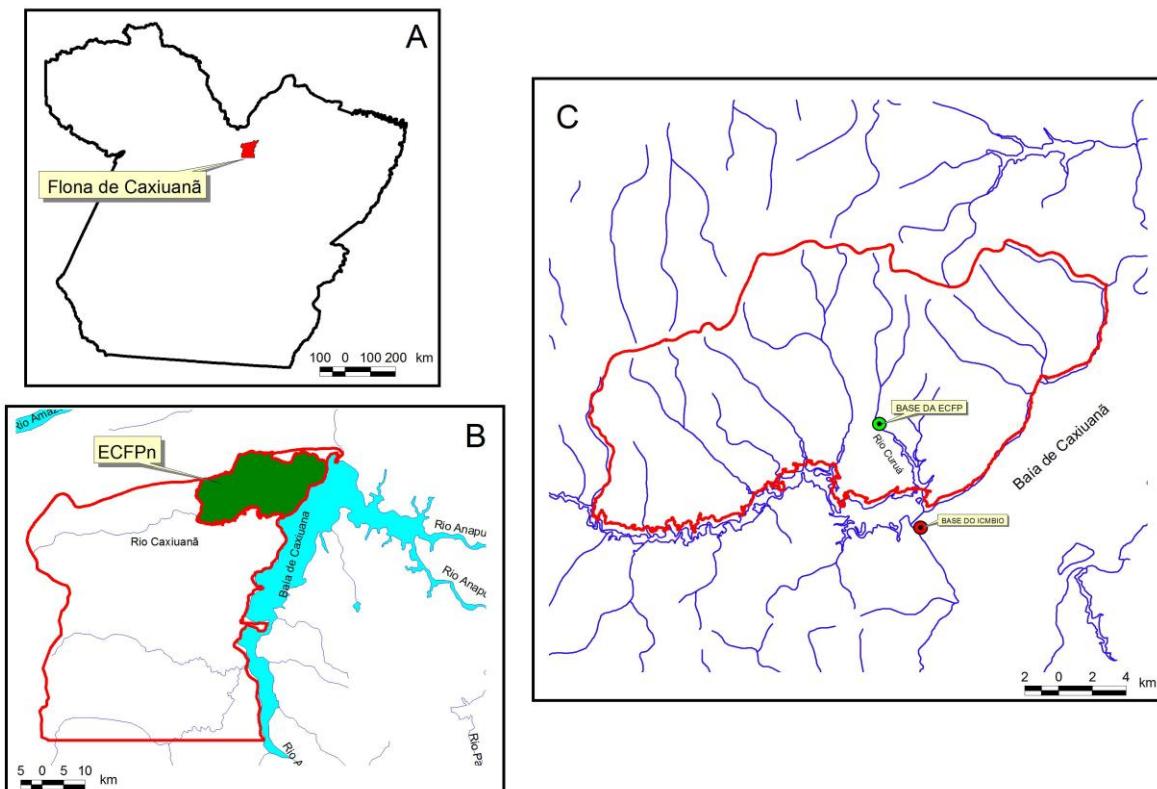
## 2.2 Material e Métodos

### 2.2.1 Área de estudo

O estudo foi realizado nas florestas de igapó e de várzea, localizadas na Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn), a qual encontra-se inserida na Floresta Nacional (FLONA) de Caxiuanã, uma das mais antigas unidades de conservação federal existentes no Pará. Possui uma área de aproximadamente 330 mil hectares e está situada às margens da baía de Caxiuanã e dos Botos, entre os rios Xingu e Anapu, nos municípios de Portel e Melgaço com limites norte de 1°37'S/51°19'W e 1°54'S/51°58'W e limites sul de 2°15'S/51°15'W e 2°15'S/51°56'W (Figura 1).

O clima na região, seguindo a classificação de Köppen, é do tipo “Am” tropical quente e úmido e subtipo climático com uma curta estação seca. A temperatura média anual do ar é  $25,7 \pm 0,8$  °C, e a precipitação média anual é  $2.272 \pm 193$  mm, sendo o período de Janeiro a Maio o de maior precipitação e o de Junho a Dezembro o de menor (COSTA et al., 2013).

**Figura 1** - Mapa de localização da Floresta Nacional de Caxiuanã em relação ao estado do Pará (A); localização da Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn) em relação a Floresta Nacional de Caxiuanã (B) e a localização das duas áreas de estudo dessa dissertação (C).



**Fonte:** Laboratório de Ecologia de Paisagem do PELD-FNC (2016).

A drenagem da FLONA de Caxiuanã é realizada por quatro bacias hidrográficas existentes no interior da mesma (rio Caxiuanã, Caquajó ou Tapacu, Cariatuba, e Pracupi) que drenam para a baía de Caxiuanã e dos Botos, que por sua vez, desaguam no rio Anapu, corredor natural para se chegar à Estação e fonte de sobrevivência e manutenção do modo de vida das comunidades. Este rio nasce na Serra dos Carajás e percorre cerca de 630 km até desaguar no rio Pará (BERREDO et al., 2012).

O rio Curuá, onde localiza-se o porto da Estação Científica Ferreira Penna, juntamente com o rio Caxiuanã são dois dos principais tributários da Flona de Caxiuanã, ambos originários da planície sedimentar da bacia do rio Amazonas, com elevada concentração de compostos húmicos e águas extremamente ácidas, sendo observados valores médios de potencial hidrogeniônico (pH) em torno de 4,5; já a baía de Caxiuanã possui pH em torno de 6,0 e carga de nutrientes elevada quando comparada ao rio Curuá (MELO et al., 2013).

O sistema hidrológico da FLONA de Caxiuanã é classificado como monomodal e polimodal, uma vez que as alterações do nível da água podem ser sazonais, influenciadas por regimes de precipitação anual (IBGE, 1977; HIDA et al., 1998) e diárias por regimes de marés (HIDA et al., 1998). No rio Curuá, as variações diárias provocadas pela maré no nível das águas é pequena, ficando em torno de 30 cm (HIDA et al., 1997). Já na região da baía de Caxiuanã, as oscilações são muito maiores, variando de 1 a 1.5 metros (FERREIRA et al., 2012). Os principais períodos de enchente da FLONA ocorrem entre os meses de janeiro a maio, enquanto os períodos de vazante entre maio a julho (BERREDO et al., 2012).

A cobertura vegetal da FLONA é bem diversificada, apresentando floresta ombrófila densa das terras baixas (platôs e baixios), denominada localmente de terra firme, com uma predominância de 85% da área total da vegetação; florestas secundárias de diferentes idades; campinaranas e encraves de vegetação de savana, correspondendo a 5% da cobertura vegetal e as florestas ombrófilas aluviais que ocupam os 10% restantes (FERREIRA et al., 2012).

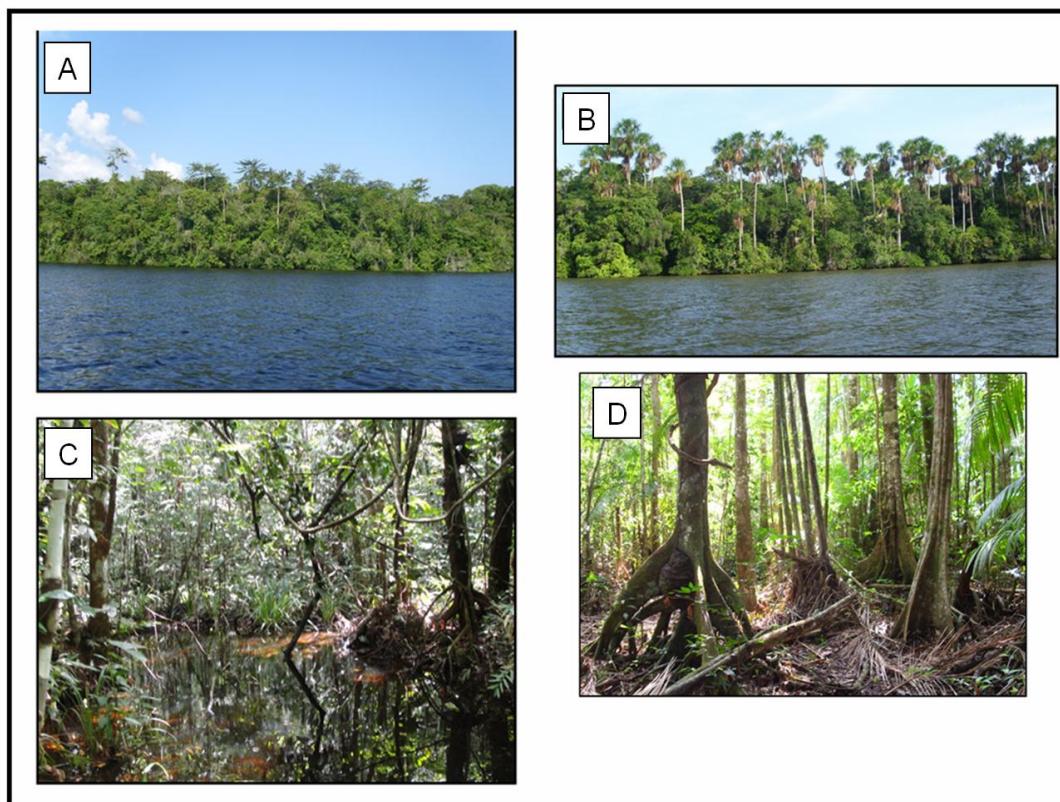
Piccinin e Ruivo (2012) classificam os solos das florestas de várzea da Estação como Plintossosolos, solos minerais formados sob condições de restrição à percolação da água, sujeitos ao efeito temporário de excesso de umidade, mal drenados e com maior proporção de nutrientes. Já os solos das florestas de igapó, por apresentarem textura siltosa, com pouca drenagem e em condições de excesso de umidade permanente ou periódico, são solos pobres em nutrientes e com alta fragilidade, sendo classificados como Gleissolos (PICCININ; RUIVO, 2012).

Haugassen e Peres (2006) demonstraram que as áreas de várzea do baixo rio Purus no Amazonas, têm maiores concentrações de macro-nutrientes no solo, tais como, N, P, K, Ca e Mg, em comparação as áreas de igapó. Colaborando com este estudo temos os dados encontrados em Caxiuanã na ECFPn, onde foi verificado também maiores concentrações de macro-nutrientes, como, K, Ca e Ca+Mg na floresta de várzea em comparação ao igapó, em dados coletados pelo Projeto de Pesquisas de Longa Duração (PELD-FNC).

O dossel da floresta de igapó é fechado, as árvores apresentam pequeno porte e folhas menores em comparação às florestas de várzea. Há poucas espécies de palmeiras e grande abundância de espécies herbáceas no sub-bosque. Já na floresta de várzea o dossel é aberto, as árvores apresentam grande porte e folhas maiores em comparação às

florestas de igapó (Figura 2). Existe a presença de muitos indivíduos de espécies de palmeiras, com pouca vegetação no sub-bosque, sendo este caracterizado pela presença na regeneração natural de indivíduos das espécies arbóreas (FERREIRA et al., 2012).

**Figura 2** - Aspecto da vegetação das florestas de igapó (A) e de várzea (B) e área interna com dossel fechado na floresta de igapó (C) e aberto na floresta de várzea (D) da ECFPn.



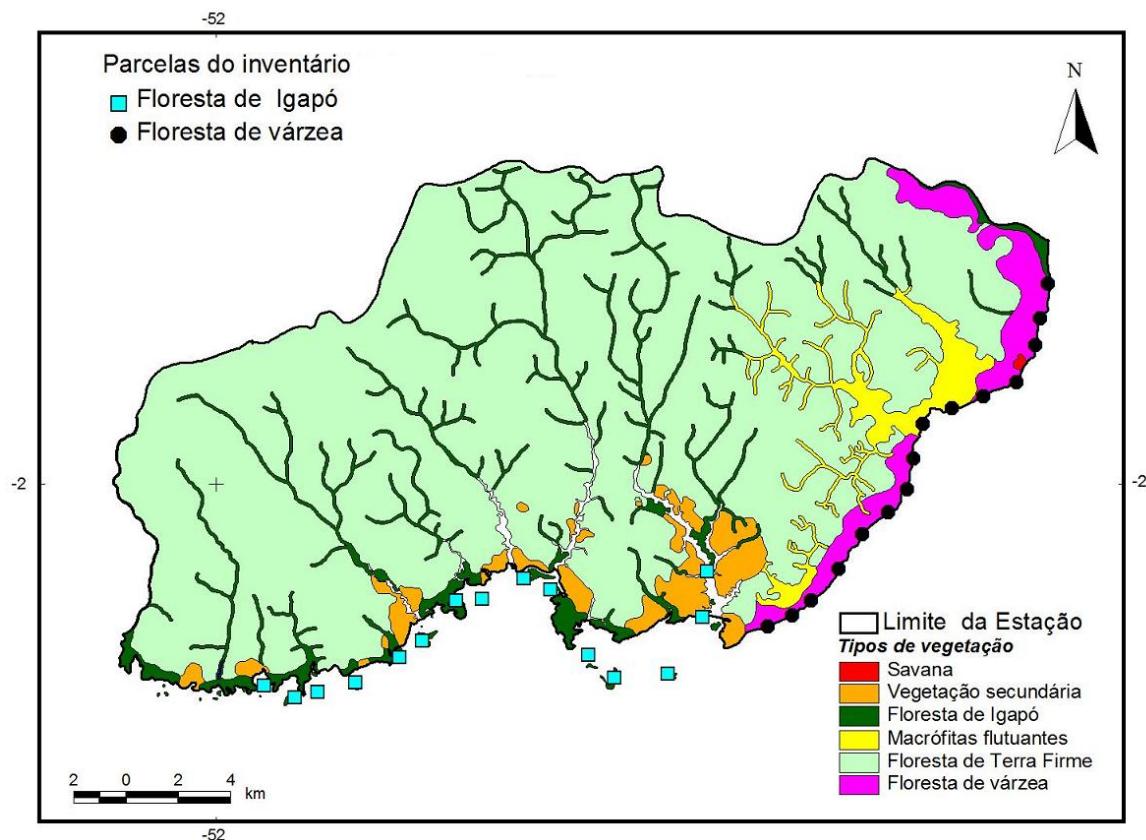
**Fonte:** Ferreira et al., (2012).

## 2.2.2 Coleta de dados

### 2.2.2.1. Estrutura da população

O levantamento botânico foi realizado em 2014 usando, 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 (Figura 3).

**Figura 3** - Distribuição espacial das 30 parcelas do inventário botânico realizado nas florestas de igapó e de várzea da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã (Autor: Leandro V. Ferreira, Museu Paraense Emílio Goeldi, em 2014).



**Fonte:** Ferreira (2014).

O levantamento botânico de *S. polyphylla* foi dividido em dois estratos: (1) regeneração natural (indivíduos com até 30 cm de altura) usando 15 parcelas 2 x 2 metros e (2) plantas estabelecidas (diâmetros menores que 10 cm) usando 15 parcelas de 5 x 5 metros.

Nas parcelas de plantas estabelecidas todos os indivíduos de *S. polyphylla* foram contados e medido o diâmetro, enquanto nas parcelas da regeneração, todos os indivíduos foram contados.

Todos os indivíduos de *S. polyphylla* foram identificados no campo por um técnico em botânica do Museu Paraense Emílio Goeldi

#### 2.2.2.2 Coleta das folhas

As folhas de *S. polyphylla* nas florestas de igapó e várzea foram coletadas às margens do rio Curuá e da baía de Caxiuanã, respectivamente. Foram selecionadas

aleatoriamente 10 árvores em cada floresta, com DAP  $\geq$  10 cm e que se encontravam distantes pelo menos um quilometro uma das outras para reduzir a probabilidade de coletar indivíduos geneticamente semelhantes. (HULSHOF; SWENSON, 2010). De cada árvore foram coletadas 5 amostras de folhas relativamente jovens (presumivelmente mais fotossinteticamente ativas), mas totalmente expandidas e endurecidas, não danificadas por ataque de patógenos ou herbívoros e que estavam expostas ao sol ou em partes menos sombreadas. A coleta foi realizada com o auxílio de um podão de 5 metros. As folhas foram embrulhadas em papel úmido e colocadas em sacos plásticos, que posteriormente foram amarrados. Depois foram transportadas até o laboratório do Programa de Pesquisas de Longa Duração (PELD) na ECFPn para mensuração imediata dos traços funcionais foliares (PÉREZ-HARGUINDEGUY et al., 2013).

Em laboratório, as folhas foram pesadas utilizando-se uma balança digital de precisão para a obtenção da massa fresca foliar (FLM). Posteriormente, as folhas foram digitalizadas em um scanner de mesa, para subsequentes análises da área foliar (LA). A área foliar foi calculada com auxílio do programa ImageJ versão 1.44p (RASBAND, 2016). Após este procedimento as folhas foram colocadas para secar em uma estufa a 60°C durante 72 horas.

Ao final, foram medidos quatro traços funcionais que estão relacionados aos recursos do solo, à força competitiva e à captação de luz, segundo o protocolo de Pérez-Harguindeguy et al., (2013), os quais são: área foliar (LA), área foliar específica (SLA), conteúdo de matéria seca das folhas (LDMC) e massa seca por área foliar (LMA) (Tabela 2).

**Tabela 2** - Lista de traços funcionais medidos, descrição e importância para os processos ecológicos e ecossistêmicos que influenciam.

Traço funcional		Descrição e unidade	Processos ecológicos e ecossistêmicos relacionados
Área foliar	LA	Área do limbo foliar ( $\text{cm}^2$ )	Equilíbrio hídrico, captação de luz, trocas gasosas.
Área foliar específica	SLA	Área foliar dividida pela massa seca ( $\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ )	Taxa de crescimento relativo, taxa fotossintética máxima, vida útil foliar.
Conteúdo de matéria seca das folhas	LDMC	Massa fresca em função da massa seca ( $\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ )	Vida útil foliar, resistência a danos, conteúdo de água, produtividade.
Massa seca por área foliar	LMA	Massa seca dividida pela área ( $\text{g} \cdot \text{cm}^{-2}$ ) ou 1/SLA	Vida útil foliar, crescimento, tempo de permanência de nutrientes na folha.

**Fonte:** Pérez-Harguindeguy et al., (2013).

Os traços foliares foram calculados considerando a folha como um todo (pecíolo, raquis foliar e folíolos), e não entre folíolos, pois como se trata de folhas compostas a variabilidade entre os folíolos seria muito maior (HULSHOF; SWENSON, 2010; PRADO JÚNIOR, et al., 2014).

#### 2.2.2.3 Coleta das sementes

As sementes dos espécimes de *S. polyphylla* nas florestas de igapó e várzea foram coletadas às margens do rio Curuá e da baía de Caxiuanã, em pontos extremos. Foram selecionadas as que se encontravam no solo ou boiando na água próximo das árvores mãe, sendo excluídas sementes quebradas, trincadas e furadas. De 10 árvores em cada local, coletou-se um total de 118 sementes no igapó e 130 na várzea. As sementes foram transportadas em sacos plásticos com um pouco de água das florestas até o laboratório do PELD na ECFPn.

Em laboratório, retirou-se aleatoriamente 30 sementes oriundas da floresta de igapó e 30 da floresta de várzea e as transferiu no dia 23/05/16 para baldes com água até serem semeadas. O restante (88 sementes de igapó e 100 de várzea) foi utilizado para as medições biométricas (comprimento, espessura, peso seco do tegumento e peso fresco e seco da semente). O comprimento e a espessura foram medidos em centímetros e os pesos em gramas. Para obter o peso fresco, as sementes foram pesadas em uma balança digital de precisão. O comprimento e as espessuras da semente foram mensurados com o auxílio de um paquímetro digital com precisão milimétrica. O comprimento foi medido da base até o ápice e a espessura entre o dorso e o ventre, em duas posições: apical e basal. Posteriormente, as sementes foram colocadas para secar em uma estufa para a obtenção do peso seco da semente em sua totalidade. Em seguida, foi realizada a pesagem apenas do tegumento da semente.

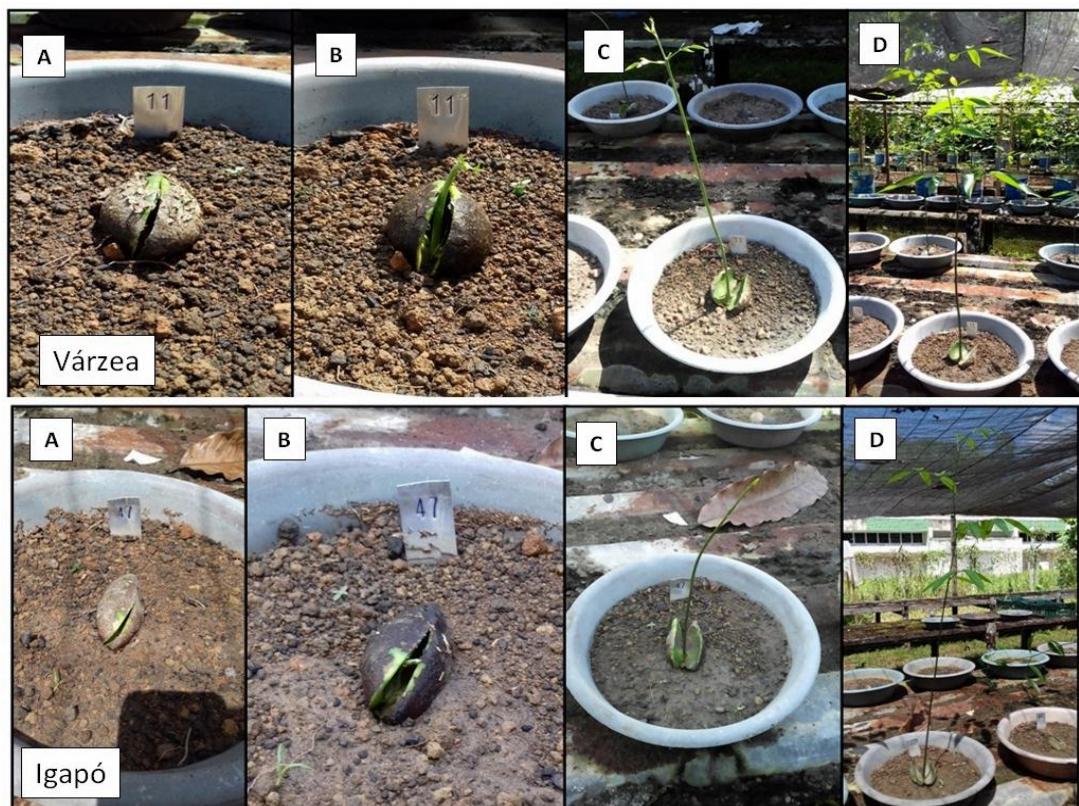
O 1º experimento, referente à germinação, consistiu em comparar a taxa e o tempo de germinação de sementes de *S. polyphylla* entre as florestas de igapó e várzea. A condução do trabalho foi realizada no viveiro suspenso do Horto do Museu Paraense Emílio Goeldi, em temperatura ambiente de 32° e 50% de sombreamento, a partir do dia 01/06/2016.

As sementes foram plantadas individualmente em recipientes plásticos, com dimensões de 36 cm x 5 cm de profundidade e identificadas com placas de alumínio a qual floresta pertenciam.

O experimento contou com um total de 60 sementes, sendo 30 de igapó e 30 de várzea. Após o plantio, o mesmo foi sendo acompanhado diariamente e as sementes foram irrigadas manualmente em dias alternados. Considerou-se germinadas as sementes que apresentaram ruptura do tegumento (PELAZZA et al., 2011).

O 2º experimento consistiu em comparar o crescimento da parte aérea (epicótilo) das plântulas de *S. polyphylla* ao longo do tempo. O experimento iniciou-se no dia 13/06/2016, sendo o crescimento do epicótilo medido diariamente do colo até o ápice do meristema apical da plântula, por um período de 36 dias, usando-se uma trena de 1 metro, graduada em centímetros (SANTOS, et al., 2014). A duração total dos experimentos 1 e 2 foi de 49 dias (Figura 4).

**Figura 4** - Fases de estabelecimento e crescimento de plântulas de *S. polyphylla* entre as florestas de várzea e de igapó. Germinação (A), epicótilo em evidência (B), crescimento (C) e plântula estabelecida (D).



## 2.2.3 Análise de dados

### 2.2.3.1 Estrutura da população

As diferenças das médias do número de indivíduos da regeneração natural e plantas estabelecidas entre os tipos de vegetação foram comparadas usando o Teste t para amostradas independentes ou com o Teste U-Mann-Whitney quando a homogeneidade dos dados não cumpria com os pressupostos das análises paramétricas (ZAR, 2010).

### 2.2.3.2 Traços foliares

Os traços funcionais foliares em relação aos tipos de vegetação foram testados com Teste t de student e quando a homogeneidade dos dados não cumpria com os pressupostos das análises paramétricas foi usado o teste não paramétrico Teste U-Mann-Whitney (ZAR, 2010).

Para analisar a correlação entre os atributos funcionais para as florestas alagadas foi realizada uma Análise de Componentes Principais (PCA) usando o programa PCORD (*Multivariate Analysis of Ecological Data Version 6*, <https://www.pcord.com/pc6fixes.htm>)

### 2.2.3.3 Biometria de sementes e crescimento de plântulas

As diferenças dos caracteres biométricos das sementes de *S. polyphylla* entre os tipos de vegetação foram comparadas usando o Teste t para amostradas independentes ou o Teste U-Mann-Whitney quando a homogeneidade dos dados não cumpria com os pressupostos das análises paramétricas (ZAR, 2010). Para calcular as taxas de germinação, as sementes dos recipientes plásticos foram agrupadas em 6 blocos, contendo 5 sementes em cada bloco.

No experimento 1, o tempo e a taxa de germinação das sementes de *S. polyphylla* (variáveis dependentes) em relação aos tratamentos (fatores) foram testados com o Teste t de student para amostras independentes e uma análise de variância simples.

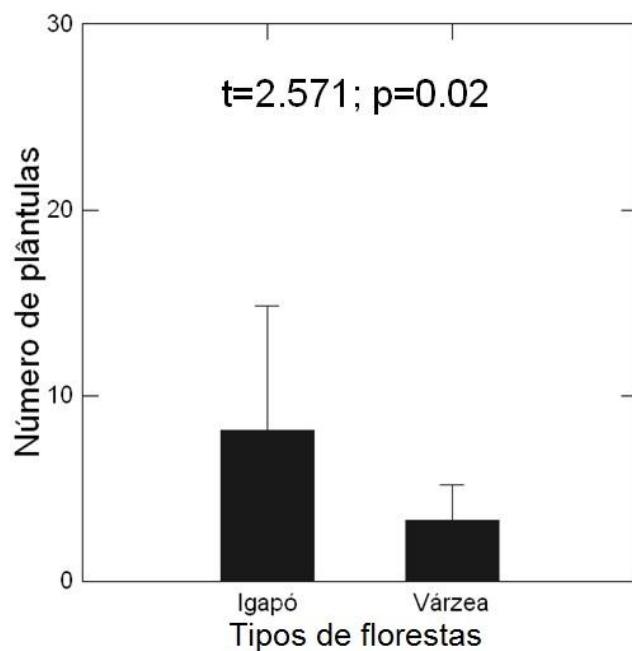
O crescimento de plântulas de *S. polyphylla* (variável dependente) em relação aos tratamentos (fatores) foi testado com Test t de student para amostras independentes e uma análise de variância simples.

### 2.3. Resultados

#### 2.3.1. Estrutura da população

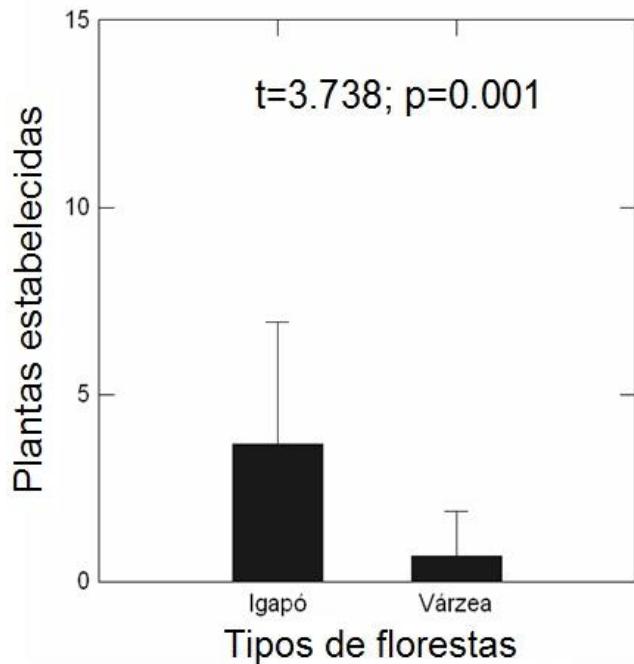
Houve diferenças significativas da densidade de plântulas de *S. polyphylla* entre os dois tipos de florestas inundadas, sendo esta maior nas parcelas de floresta de igapó em comparação a floresta de várzea (Figura 5).

**Figura 5** – Média da regeneração natural (Número de plântulas) de *S. polyphylla* entre as florestas de igapó e várzea da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã, Pará.



Houve diferenças significativas da densidade de plantas estabelecidas de *S. polyphylla* entre os dois tipos de florestas inundadas, sendo esta maior nas parcelas de floresta de igapó em comparação a floresta de várzea (Figura 6).

**Figura 6** – Média da densidade de plantas estabelecidas de *S. polyphylla* entre as florestas de igapó e várzea da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã, Pará.



### 2.3.2 Traços Funcionais Foliares

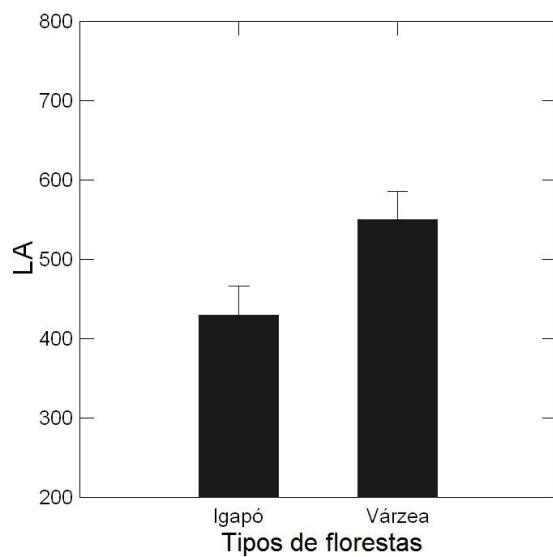
#### 2.3.2.1 Área foliar (LA)

Houve diferença significativa na média da área foliar de *S. polyphylla* entre as florestas de igapó ( $X= 429.6$ ;  $DP= 109.07$ ) e várzea ( $X= 549.7$ ;  $DP= 107.2$ ) ( $t= -2.483$ ;  $p= 0.023$ ), sendo esta maior nas florestas de várzea (Figura 7).

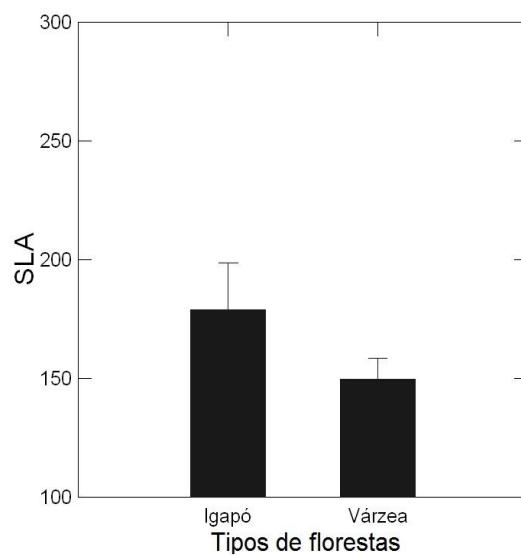
#### 2.3.2.2 Área foliar específica (SLA)

Não houve diferença significativa na área foliar específica de *S. polyphylla* entre as florestas de igapó ( $X= 178,8$ ;  $DP= 58,9$ ) e várzea ( $X= 149,6$ ;  $DP= 25,9$ ) ( $t= 1.436$ ;  $p= 0.176$ ; Figura 8).

**Figura 7** – Média da Área foliar (LA) de *S. polyphylla* entre as florestas de igapó e várzea na Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã, Pará.



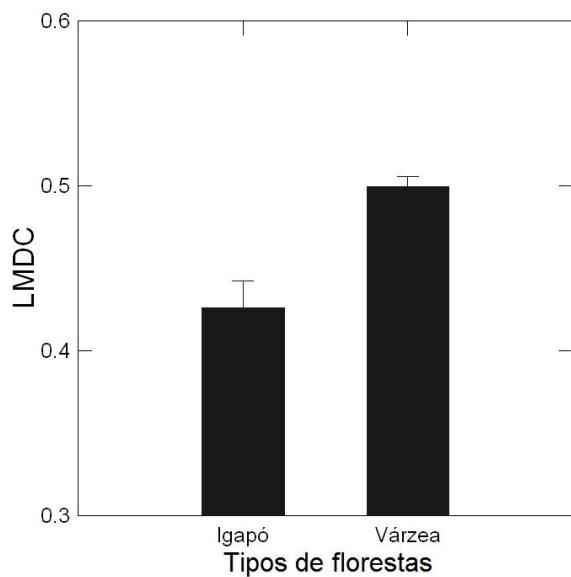
**Figura 8** – Média da Área foliar específica (SLA) de *S. polyphylla* entre as florestas de igapó e várzea na Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã, Pará.



### 2.3.2.3 Conteúdo de matéria seca foliar (LDMC)

Houve diferença significativa no conteúdo de matéria seca foliar entre as florestas de igapó ( $X= 0.426$ ;  $DP= 0.049$ ) e várzea ( $X= 0.499$ ;  $DP = 0.019$ ) ( $t= -4.432$ ;  $p=0.001$ ), sendo esta maior na floresta de várzea (Figura 9).

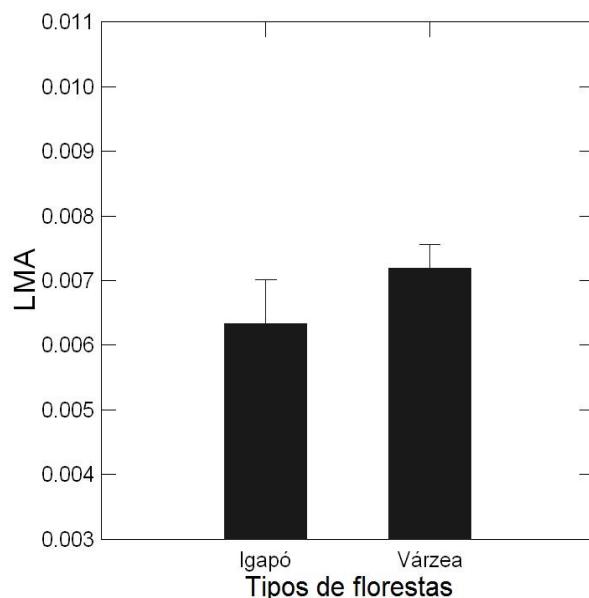
**Figura 9** – Média do conteúdo de matéria seca foliar (LDMC) de *S. polyphylla* entre as florestas de igapó e várzea na Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã, Pará.



#### 2.3.2.4 Massa seca por área foliar (LMA)

Não houve diferença significativa na massa seca por área foliar de *S. polyphylla* entre as florestas de igapó ( $X= 0.006$ ;  $DP= 0.002$ ) e várzea ( $X= 0.007$ ;  $DP= 0.001$ ) ( $t= -1.165$ ;  $p= 0.263$ ; Figura 10).

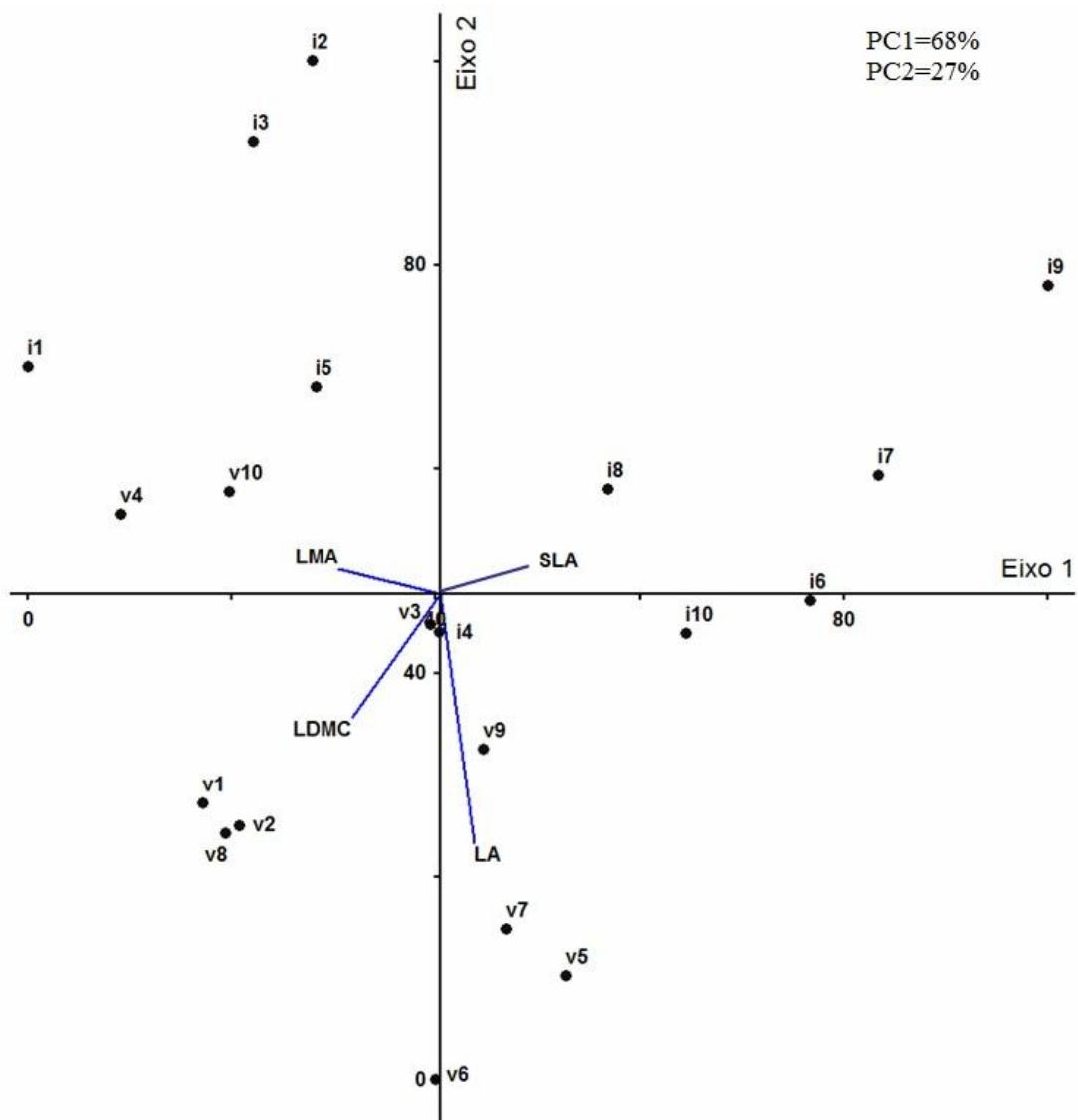
**Figura 10** – Média da massa seca por área foliar (LMA) de *S. polyphylla* entre as florestas de igapó e várzea da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã, Pará.



### 2.3.2.5. Distribuição dos traços funcionais

A distribuição dos traços funcionais nas populações de *S. polyphylla* foram diferentes entre os dois tipos de floresta (Figura 11).

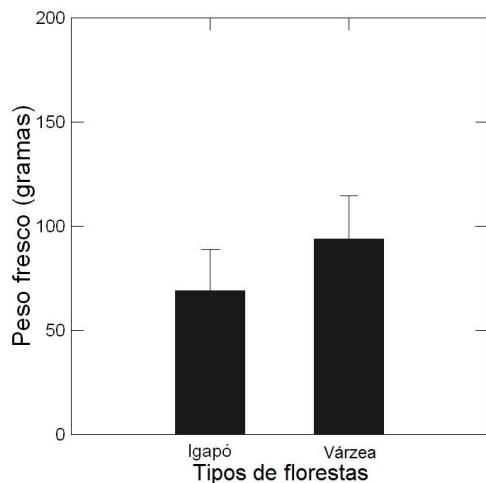
**Figura 11** – Resultado da Análise de Componentes Principais (PCA) dos atributos foliares de *S. polyphylla* DC entre as florestas da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã, Pará (i=Igapó; v=Várzea).



### 2.3.3 Biometria das sementes

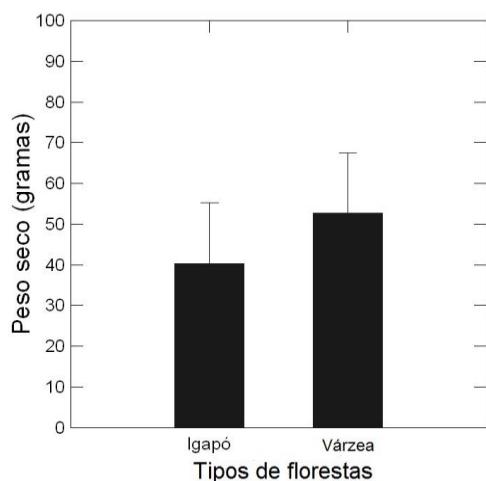
Houve diferença significativa no peso fresco das sementes entre as florestas de igapó ( $X= 68.8$ ;  $DP= 19.8$ ) e várzea ( $X= 93.7$ ;  $DP= 20.7$ ) ( $t= -8.39$ ;  $p= 0.0001$ ), sendo esta maior nas florestas de várzeas (Figura 12).

**Figura 12** – Peso fresco das sementes de *S. polyphylla* entre as florestas de igapó e várzea na Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã, Pará.



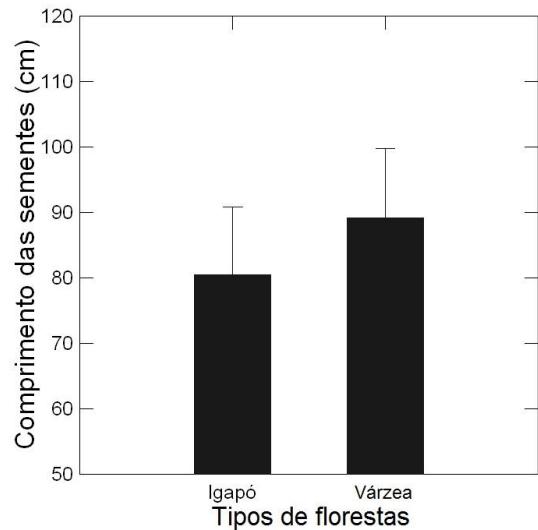
Houve diferença significativa no peso seco das sementes entre as florestas de igapó ( $X= 40.2$ ;  $DP= 15$ ) e várzea ( $X= 52.7$ ;  $DP= 14.7$ ) ( $t= -5.76$ ;  $p=0.0001$ ), sendo esta maior na floresta de várzea (Figura 13).

**Figura 13** – Peso seco das sementes de *S. polyphylla* entre as florestas de igapó e várzea da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã, Pará.



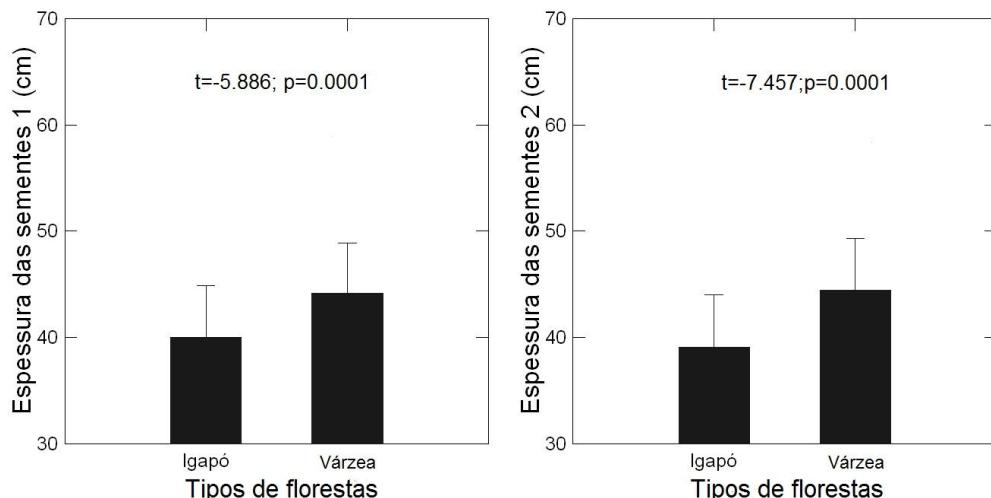
Houve diferença significativa no comprimento das sementes entre as florestas de igapó ( $X= 80.4$ ;  $DP= 10.3$ ) e várzea ( $X= 89.1$ ;  $DP= 10.5$ ) ( $t= -5.7$ ;  $p= 0.0001$ ), sendo esta maior na floresta de várzea (Figura 14).

**Figura 14** – Comprimento das sementes de *S. polyphylla* entre as florestas de igapó e várzea da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã, Pará.



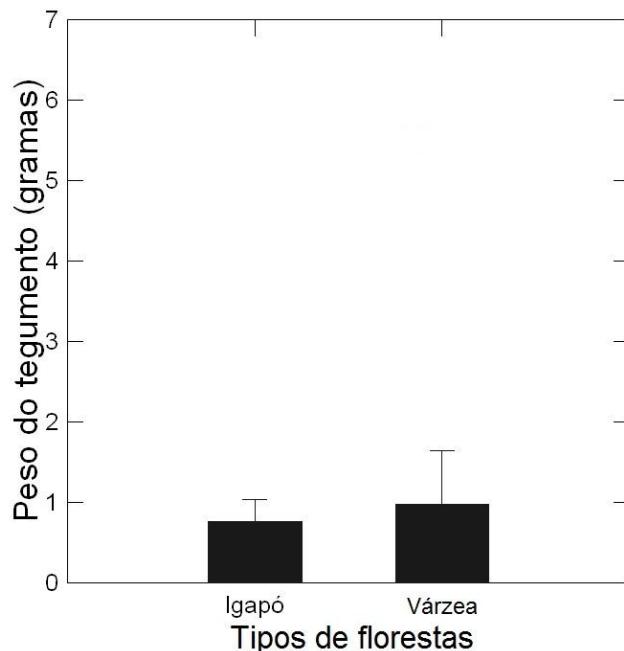
Houve diferença significativa nas espessuras 1 e 2 das sementes entre as florestas de igapó e várzea, sendo esta maior na floresta de várzea. Os valores de espessura foram respectivamente ( $X= 40$ ;  $DP= 4.85$ ) e ( $X= 39$ ;  $DP= 4.95$ ) no igapó e ( $X= 44.1$ ;  $DP= 4.7$ ) e ( $X= 44.4$ ;  $DP= 4.9$ ) na várzea (Figura 15).

**Figura 15** – Espessura 1 e 2 das sementes de *S. polyphylla* entre as florestas de igapó e várzea da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã, Pará.



Houve diferença significativa no peso seco do tegumento das sementes entre as florestas de igapó ( $X= 0.75$ ;  $DP= 0.27$ ) e várzea ( $X= 0.97$ ;  $DP= 0.67$ ) ( $t= -3$ ;  $p= 0.003$ ), sendo esta maior na floresta de várzea (Figura 16).

**Figura 16** – Peso seco do tegumento de *S. polyphylla* entre as florestas de igapó e várzea da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã, Pará.

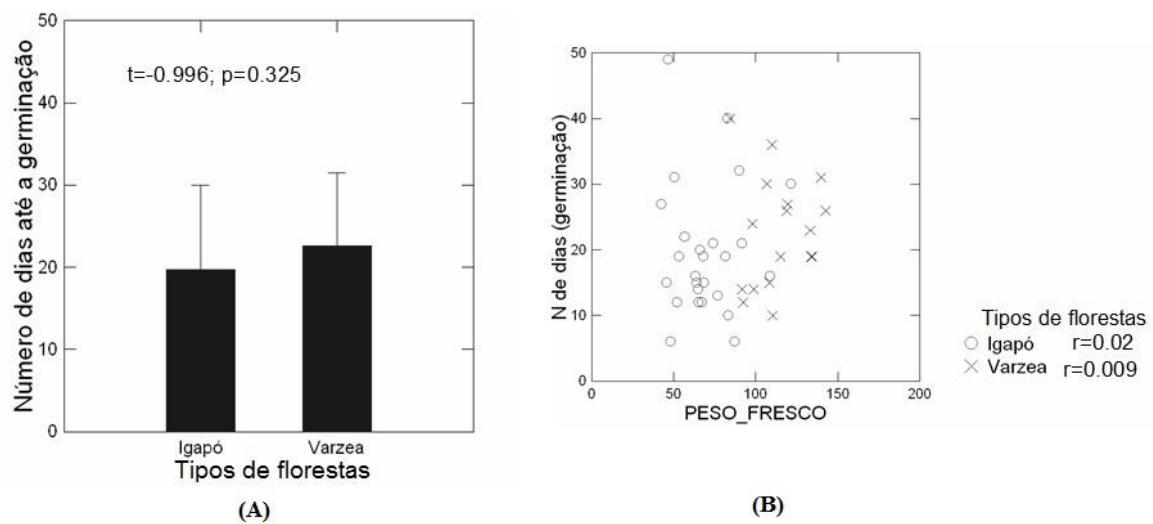


### 2.3.4. Experimento 1 - Teste de germinação

#### 2.3.4.1 Tempo de germinação

Não houve diferença significativa do tempo de germinação das sementes entre as florestas de várzea e igapó ( $t= -0.99$ ;  $p= 0.32$ , Figura 17A), sendo as mesmas não correlacionadas com o peso fresco das sementes entre os tipos de floresta (Figura 17B).

**Figura 17–** Comparação do tempo de germinação das sementes de *S. polyphylla* entre as florestas de igapó e várzea e com o peso fresco das mesmas na Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã, Pará.

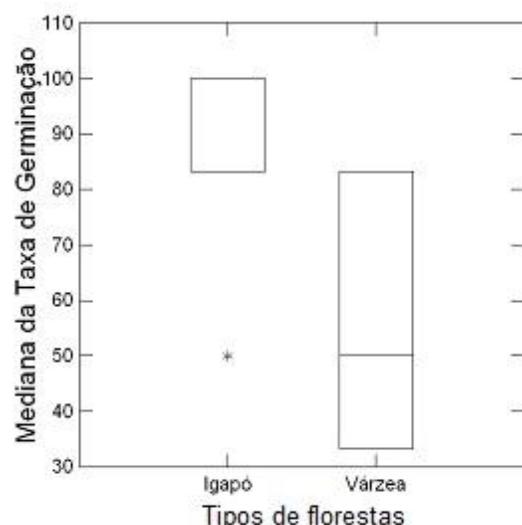


### 2.3.4.2. Taxa de germinação

Houve diferença significativa na taxa de germinação de sementes (dos blocos) entre as florestas de igapó e várzea ( $U=21.5$ ;  $p=0.05$ ), sendo esta maior nas florestas de igapó (Figura 18).

As taxas de germinação nos cinco blocos da floresta de várzea variaram de 33.3 a 83.3% ( $X=57.6\%$ ), enquanto na floresta de igapó variou de 50-100% ( $X=86.7\%$ ).

**Figura 18 -** Mediana da taxa de germinação de sementes de *S. polyphylla* entre as florestas de igapó e várzea da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã, Pará.

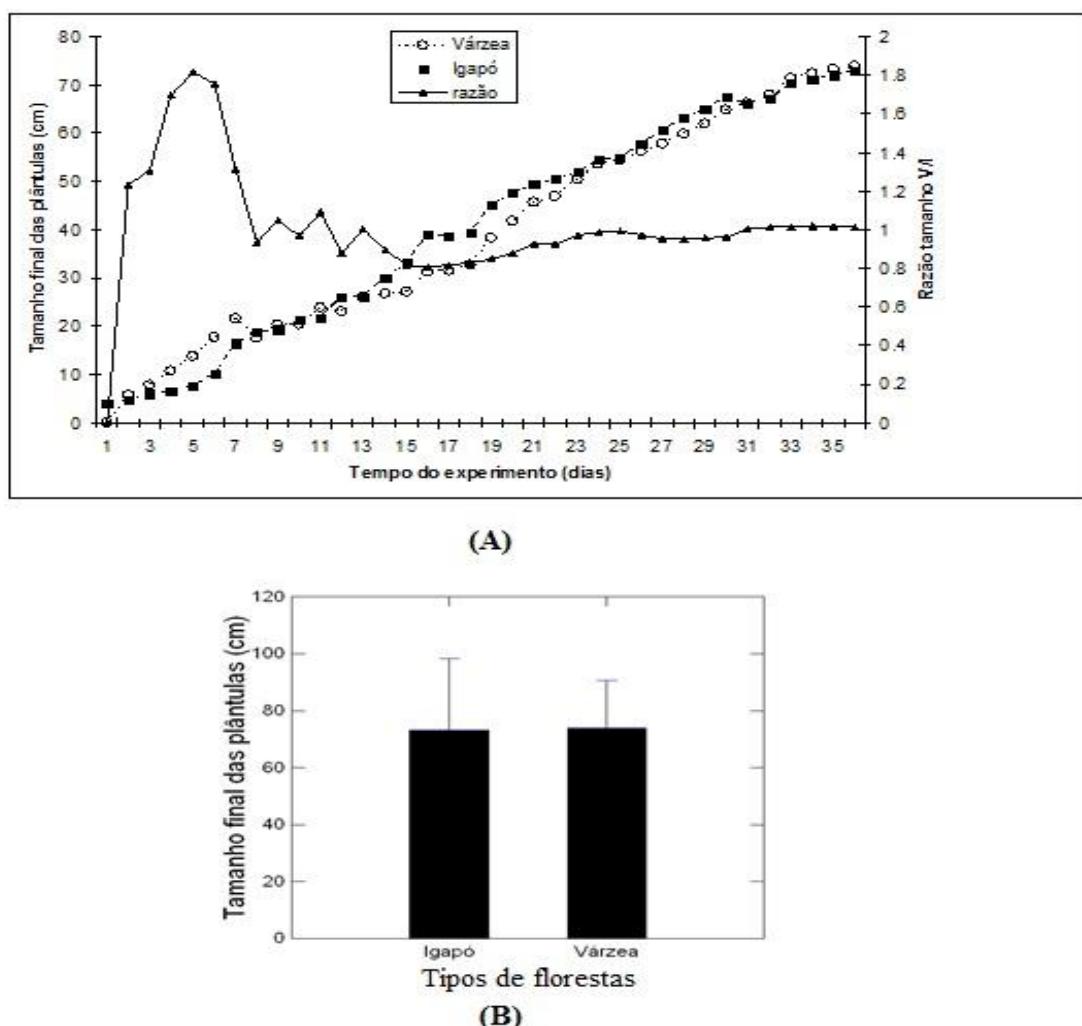


### 2.3.5 Experimento 2 - Crescimento de plântulas

As curvas de crescimento das sementes de *S. polyphylla* foram semelhantes entre os dois tipos de florestas (Figura 19A). Contudo, as sementes das florestas de várzea têm maior crescimento nos primeiros dias, devido a maior quantidade de endosperma (peso fresco). Entretanto, após 17 dias o crescimento das plântulas é semelhante entre as duas florestas.

Não houve diferença significativa no tamanho final das plântulas entre as florestas de igapó e várzea ( $t=-0.12$ ;  $p=0.89$ , Figura 19B).

**Figura 19** - Curva de crescimento e razão de crescimento das plântulas (A) germinadas de *S. polyphylla* e tamanho final das plântulas entre os dois tipos de florestas da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã, Pará (B).



## 2.4 Discussão

A distribuição das espécies arbóreas nas áreas alagadas da Amazônia têm despertado o interesse de muitos estudiosos (JUNK, 1989; FERREIRA, 1997; 2000; SCHÖNGART et al., 2000; WITTMANN et al., 2002; RODRIGUES, 2007). Distintas estratégias têm sido verificadas para as espécies que colonizam esses ambientes, relacionadas com local em que a planta está estabelecida no gradiente do solo e a cota de inundação a qual é submetida (JUNK, 1989; WITTMANN et al., 2002; PAROLIN et al., 2004).

Na floresta de várzea, a maior disponibilidade nutricional do solo e altura do terreno promovem um maior investimento dos indivíduos em atributos funcionais que garantam rápida aquisição de recursos e crescimento, como estratégia para “fugir do alagamento” e da forte concorrência interespecífica por estes recursos (PAROLIN, 2002). Por outro lado, os indivíduos que vivem no igapó, ambiente nutricionalmente pobre e de baixo relevo, preferem investir em atributos que promovam a retenção e conservação de recursos, apresentando menores taxas de crescimento, porém uma maior capacidade de sobrevivência em condições de estresse (WRIGHT et al., 2010; PHILIPSON et al., 2014). Essa estratégia pode ter contribuído para a maior densidade de indivíduos de *S. polypylla* nas florestas de igapó em comparação as de várzea.

A diferença significativa na área foliar (LA) entre as florestas está de acordo com as afirmações de Klinge et al (1983), que verificaram a presença de folhas do tipo mesófila nas várzeas e notófilas (folhas menores) no igapó. A área foliar maior na várzea pode estar relacionada com a maior riqueza de nutrientes presente em seu solo, já que uma folha maior demanda um custo energético e nutricional também maior (PICCININ; RUIVO, 2012). Além disso, esta grande disponibilidade de nutrientes também pode ter promovido um LDMC maior na várzea, ou seja, um maior investimento na dureza, resistência e produtividade da folha (PÉREZ-HARQUINDEGUY et al., 2013).

Com relação a área foliar específica (SLA) autores indicam que altos valores de SLA estão associados a maiores taxas de crescimento vegetal e folhas pouco longevas, por outro, espécies com SLA reduzido apresentam folhas com maior longevidade e alta resistência estrutural contra herbívoros, porém menor crescimento devido sua baixa eficiência fotossintética (REICH et al., 1999; WRIGHT; CANNON, 2001; POORTER;

BONGERS, 2006). Este traço é o inverso do LMA, assim folhas com alto SLA geralmente possuem baixo LMA (REICH et al., 1997; POORTER et al., 2009). Nesse sentido, a falta de diferença significativa entre os ambientes com relação aos dois traços sugere que a capacidade fotossintética por unidade de massa, taxa de crescimento relativo e longevidade da folha de *S. polyphylla* provavelmente é semelhante em ambas as florestas.

Os diásporos oriundos da várzea tem um peso maior que os encontrados no igapó, de acordo com o presente estudo. Trabalhos relativamente recentes mostram que a massa da semente pode ser considerada um atributo importante para a germinação, desenvolvimento e estabelecimento da plântula (LEISHMAN et al., 2000; MELO et al., 2004; NORDEN et al., 2009; HENNING et al., 2010). A quantidade de massa da semente tem forte influência ambiental (MICHAELS et al., 1988; WESTOBY et al., 1992); e como várzea e igapó são ambientes distintos, espera-se que as sementes sofram diferentes pressões seletivas em relação ao seu peso e tamanho.

Além do peso maior nas sementes de várzea, também foi encontrado valores maiores no tamanho das sementes e espessura da mesma, podendo explicitar diferenças na disponibilidade nutricional, modo de dispersão e condições de estabelecimento (WESTOBY et al., 1992; PAROLIN, 2000; FENNER; THOMPSON, 2005; SORIANO et al., 2011). Sendo assim, as sementes maiores encontradas na várzea podem estar associadas a riqueza de nutrientes presente no solo desta floresta, o que possibilita as sementes a produção de mais endosperma e reservas energéticas para o embrião em desenvolvimento (MICHAELS et al., 1988, MOEGENBURG, 1996). Por outro lado, no igapó a presença de sementes menores pode refletir uma estratégia de retenção e conservação de recursos, principalmente por se tratar de um ambiente pobre em nutrientes. Além disso, o tamanho e o peso seco menor nas sementes de igapó podem permitir que elas ocupem um maior número de microhabitats (JORDANO, 2000) devido a maior facilidade de serem ingeridas por peixes, ou mesmo transportadas por vetores como o vento e a água (MOEGENBURG, 2002), principais dispersores nas áreas alagáveis (KUBITZKI; ZIBURSKI, 1994). Isto reafirma a maior densidade de plântulas e plantas adultas encontradas no igapó.

As sementes de *S. polyphylla* no presente estudo tiveram o mesmo tempo de germinação não importando o ambiente de origem, o que pode sugerir que a espécie, assim como a maior parte das espécies tropicais possui padrão de germinação

intermediário como uma estratégia para fugir da predação, produzindo plântulas com maiores chances de escapar a herbivoria (NG, 1978). Além disso, o tegumento da semente aparentemente não influenciou neste processo, pois sendo este mais pesado e consequentemente mais espesso nas sementes de várzea, poderia se esperar uma maior dificuldade para sua ruptura em relação às sementes de igapó demandando mais tempo para a geminação, o que não ocorreu (MALAVASI; MALAVASI, 2001).

A taxa de germinação maior nas sementes de igapó pode ser explicada devido a maior ocorrência de fungos nas sementes de várzea verificada no estudo, consequência de um ambiente mais nutritivo (PAROLIN, 2010).

Com relação ao crescimento inicial, as plântulas de várzea apresentaram maior crescimento, isso deve-se ao fato de possuírem mais reserva nutritiva em suas sementes (BUCKERIDGE, et al., 2004; FERREIRA et al., 2009; BEWLEY et al., 2013), o que fica evidente no peso fresco e seco das sementes. Corroborando com esta afirmação temos o estudo de Moreira (1997) que verificou que espécies com maiores taxas de crescimento como *Swartzia polyphylla* e *Vatairea guianensis* tinham as maiores sementes.

## 2.5 Conclusão

O estudo demonstrou que existem diferenças intraespecíficas dos indivíduos de *Swartzia polyphylla* DC em relação a densidade de indivíduos da regeneração natural e plantas estabelecidas com diâmetros até 10 cm, na taxa de germinação de sementes e nos atributos funcionais foliares dos indivíduos entre as florestas inundadas de igapó e várzea, sendo isso resultante das diferenças de adaptações dos indivíduos às pressões impostas nos dois tipos de floresta

Nas várzeas, mais ricas em nutrientes no solo, ocorrem maior competição interespecífica resultando em maior investimento em atributos funcionais de crescimento, enquanto nos igapós, mais pobres em nutrientes, ocorre uma menor competição interespecífica e maior investimento em atributos funcionais conservativos

## REFERÊNCIAS

- APG - The Angiosperm Phylogeny Group. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 181, p. 1-20, Jan. 2016.
- ACKERLY, D. D.; CORNWELL, W. K. A trait-based approach to community assembly: partitioning of species trait values into within- and among-community components. **Ecology Letters**, v. 10, n. 2, p. 135-145, Feb. 2007.
- ALBERT, C. H.; THUILLER, W.; YOCOZ, N. G.; DOUZET, R.; AUBERT, S.; LAVOREL, S. A multi-trait approach reveals the structure and the relative importance of intra-vs. interspecific variability in plant traits. **Functional Ecology**, v. 24, n. 6, p.1192-1201, Dec. 2010.
- ALMEIDA, S. S.; AMARAL, D. D.; SILVA, A. S. L. Análise florística e estrutura de floresta de várzea no estuário amazônico. **Acta Amazonica**, v. 34, n. 4, p. 513-524, out./dez. 2004.
- ARAÚJO, M. F.; VIEIRA, I. J. C.; BRAZ-FILHO, R.; MOTTA, O. V.; MATHIAS, L. Chemical constituents from *Swartzia apetala* Raddi var. *glabra* and evaluation of their antifungal activity against *Candida* spp. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 19, n. 2A, p. 366-369, Apr./June 2009.
- AYRES, J. M. **As Matas de Várzea do Mamirauá**: médio Rio Solimões. 3. ed. Belém: Sociedade Civil Mamirauá, 2006. 123 p. (Estudos do Mamirauá, v. 1).
- BERREDO, J.F.; MELO, D.M.B.; RIBEIRO, M.M.; MIGIYAMA, A.C.& SALES, M.E. 2012. Hidrografia da Floresta Nacional de Caxiuanã. In: ICMBIO. **Plano de Manejo da Floresta Nacional de Caxiuanã**. Volume 1 – Diagnóstico. Brasília, 2012. p. 128-132.
- BEWLEY, JD; BRADFORD KJ; HILHORST HWM; NONOGAKI H. **Seeds: Physiology of development, germination and dormancy**. 3. ed. New York: Springer, 2013. 392p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. 1. ed. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.
- BUCKERIDGE, M. S.; AIDAR, M. P.; SANTOS, H. P.; TINÉ, M. A. S. Acúmulo de Reservas. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Eds.) **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004, p. 31-50.
- CALLAWAY, R. M.; PENNINGS, S. C.; RICHARDS, C. L. Phenotypic plasticity and interactions among plants. **Ecology**, v. 84, n. 5, p. 1115-1128, May 2003.

CONSERVA, A. S. **Germinação de sementes, emergência e recrutamento de plântulas de dez espécies arbóreas das várzeas da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã e Mamirauá, Amazônia Central.** 2007. 153 f. Tese (Doutorado em Capacidade de suporte, Ecologia animal, Ecologia vegetal, Ecossistemas, Interação inseto-planta, Lim) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2007.

CORNWELL, W. K; ACKERLY, D. D. Community assembly and shifts in plant trait distributions across an environmental gradient in coastal California. **Ecological Monographs**, v. 79, n. 1, p. 109-126, Feb. 2009.

COSTA, A. C. L.; OLIVEIRA, A. A. R.; NETO, G. C.; COSTA, M. C.; JUNIOR, J. A. S.; PORTELA, B. T. T. Caracterização Meteorológica da Floresta Nacional de Caxiuanã. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã Paraíso ainda preservado**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2013, p. 45-54.

COWAN, R. S. **Swartzia (Leguminosae, Caesalpinioideae, Swartzieae)**. New York e London: Hafner Pub. Co., 1967. 228 p. (Flora neotropica, monograph, v. 1)

CRUZ, E. D.; MARTINS, F. O.; CARVALHO, J. E. U. Biometria de frutos e sementes e germinação de jatobá-curuba (*Hymenaea intermedia* Ducke, Leguminosae-Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 2, p. 161–165, jun. 2001.

DE SIMONE, O.; MÜLLER, E.; JUNK, W. J.; SCHMIDT, W. Adaptations of Central Amazon tree species to prolonged flooding: Root morphology and leaf longevity. **Plant Biology**, v. 4, n. 4, p. 515-522. July, 2002.

DIAZ, S.; HODGSON, J. G.; THOMPSON, K.; CABIDO, M.; CORNELISSEN, J. H. C.; JALILI, A.; MONTSERRAT-MARTI, G.; GRIME, J. P.; ZARRINKAMAR, F.; ASRI, Y.; BAND, S. R.; BASCONCELO, S.; CASTRO-DIEZ, P.; FUNES, G.; HAMZEHEE, B.; KHOSHNEVI, M.; PEREZ-HARGUINDEGUY, N.; PEREZ-RONTOME, M. C.; SHIRVANY, F. A.; VENDRAMINI, F.; YAZDANI, S.; ABBAS-AZIMI, R.; BOGAARD, A.; BOUSTANI, S.; CHARLES, M.; DEHGHAN, M.; DE TORRES-ESPUNY, L.; FALCZUK, V.; GUERRERO-CAMPO, J.; HYND, A.; JONES, G.; KOWSARY, E.; KAZEMI-SAEED, F.; MAESTRO-MARTINEZ, M.; ROMO-DIEZ, A.; SHAW, S.; SIAVASH, B.; VILLAR-SALVADOR, P.; ZAK, M. R. The plant traits that drive ecosystems: Evidence from three continents. **Journal of Vegetation Science**, v. 15, n. 3. p. 295-304, June 2004.

DUARTE, C. M. Methods in comparative functional ecology. In: PUGNAIRE, F. I.; VALLADARES, F. (Eds.). **Handbook of functional plant ecology**. New York: Marcel Dekker, 1999, p. 1–8.

DUCKE, A. **Notas sobre a flora neotrópica II: as leguminosas da Amazônia Brasileira**. 2. ed. rev. e aum. Belém: Instituto Agronomico do Norte, 1949. 248 p. (Instituto Agronomico do Norte. Boletim Técnico, n. 18).

FENNER, M.; THOMPSON, K. **The ecology of seeds**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005, 250 p.

FERREIRA, L. V. Effects of the duration of flooding on species richness and floristics composition in three hectares in the Jaú National Park in floodplain forests in Central Amazônia. **Biodiversity and Conservation**, v. 6, n. 10, p. 1353-1363, Oct. 1997.

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**, v. 9, n. 1, p. 1-14, Jan. 2000.

FERREIRA, L.V.; PAROLIN P. Tree phenology in Central Amazonian floodplain forests: effects of annual water level fluctuation at community and population level. **Pesquisas, Botânica**, n. 58, p. 139-156, Oct. 2007.

FERREIRA, C. S.; PIEDADE, M. T. F.; JUNK, W. J., PAROLIN, P. Floodplain and upland populations of Amazonian *Himatanthus sucuuba*: effects of flooding on germination, seedling growth and mortality. **Environmental and Experimental Botany**, v. 60, n. 3, p. 477-483, July 2007.

FERREIRA C. S.; PIEDADE, M. T. F.; FRANCO, A. C.; GONÇALVES, J. F. C.; JUNK, W. J. Adaptive strategies to tolerate prolonged flooding in seedlings of floodplain, upland populations of *Himatanthus sucuuba*, a Central Amazon tree. **Aquatic Botany**, v. 90, n. 3, p. 246-252, Apr. 2009.

FERREIRA, L. V.; PAROLIN, P.; ALMEIDA, S. S. Amazonian white-and blackwater floodplain forests in Brazil: large differences on a small scale. **Ecotropica**, v. 16, n. 1, p. 31-41, May 2010.

FERREIRA, L.V.; SILVA, A. S.; ALMEIDA, S. S. Os tipos de vegetação de Caxiuanã. In: ICMBIO. **Plano de Manejo da Floresta Nacional de Caxiuanã**. Volume 1 – Diagnóstico. Brasília, 2012. p. 109-129.

FIGLIOLIA, M. B.; AGUIAR, I. B.; SILVA, A. Germinação de sementes de três arbóreas brasileiras. **Rev. Inst. Flor.**, v. 21, n. 1, p. 107-115, jun. 2009.

FRANKLIN, J. F.; SHUGART, H. H.; HARMON, M. E. Tree death as an ecological process. **BioScience**, v. 37, p. 550–556, Sept. 1987.

FURCH, K. Chemistry of várzea and igapó soils and nutrient inventory of their floodplain forests. In: JUNK, W. J. (Ed). **The Central Amazon Floodplain: ecology of a Pulsing System**. Berlin: Springer, 1997. p. 47-68 (Ecological Studies, v.126).

FURCH, K., JUNK, W. J. Physicochemical conditions in floodplains. In: JUNK, W. J. (Ed). **The Central Amazon Floodplain: ecology of a Pulsing System**. Berlin: Springer, 1997. p. 69-108 (Ecological Studies, v.126).

GOULDING, M. **The fishes and the forest: Explorations in Amazonian Natural History**. Berkeley: University of California Press, 1980. p. 1-280.

GOULDING, M.; SMITH, N. J H.; MAHAR, D. J. **Floods of fortune: ecology and economy along the Amazon**. New York: Columbia University Press, 1996. 193 p.

GRIME, J. P. Biodiversity and ecosystem function: the debate deepens. **Science**, v. 277, n. 5330, p. 1260-1261, Aug. 1997.

HAUGAASEN, T.; PERES, C. A. Floristic, edaphic and structural characteristics of flooded and unflooded forests in the lower Rio Purús region of central Amazônia, Brazil. **Acta Amazonica**, v 36, n 4, p. 731-740, Jan./Mar. 2006.

HENNING, F. A.; MERTZ, L. M.; JUNIOR, E. A. J.; MACHADO, R. D.; FISS, G.; ZIMMER, P. D. Composição química e mobilização de reservas em sementes de soja de alto e baixo vigor. **Bragantia**, v. 69, n.3, p. 727-734, 2010.

HIDA, N.; MAIA, J. G.; HIRAOKA, SHIMMI, O.; MIZATANI, N. Notes of Annual and Daily Water Level Changes at Breves and Caxiuanã, Amazon Estuary. In: LISBOA, P. L. B. (Ed.). **Caxiuanã**. Belém: Museu Paraense Emilio Goeldi, 1997. p. 97-103.

HIDA, N.; MAIA, J. G.; SHIMMI, O.; HIRAOKA, M.; MIZUTANI, N. Annual and daily changes of river water level at Breves and Caxiuanã, Amazon Estuary. **Geographical Review of Japan**, v. 71 (Ser. B), n. 2, p. 100-105, 1998.

HULSHOF, C. M.; SWENSON, N. G. Variation in leaf functional trait values within and across individuals and species: an example from a Costa Rican dry forest. **Functional Ecology**, v. 24, n. 1, p. 217-223, Feb. 2010.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geografia do Brasil: Região Norte**. Vol. 1. Rio de Janeiro: SERGRAF, 1977. 466 p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro, 2012. 271p. (Manuais Técnicos em Geociências, n.1).

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Áreas Especiais. Cadastro de Municípios localizados na Amazônia Legal**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/amazonialegal.shtm>>. Acesso em: 10 set. 2015.

JESUS, M. A. **Efeito dos extractos obtidos de *Swartzia argentea* Spruce ex Benth., *S. laevicarpa* Amshoff, *S. panococo* (Aublet) Cowan, *S. polyphylla* DC. E de *S. sericea* Vogel da Amazônia Central sobre fungos degradadores de madeira**. 2003. 99 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2003.

JORDANO, P. Fruits and frugivory. In: FENNER, M. (Ed.). **Seeds: the ecology of regeneration in plant communities**. 2. ed. Wallingford, UK: CABI Publ., 2000, p. 125-166.

JUNK, W. J. Ecology of the várzea floodplain of Amazonian white water rivers. In: SIOLI, H. (Ed). **The Amazon: Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin**. Dordrecht : Dr. W.J. Junk Publishers, 1984. p. 215-243. (Monographiae Biologicae, v. 56).

- JUNK, W. J. Flood tolerance and tree distribution in Central Amazonian floodplains. In: HOLM-NIELSEN, L.B.; NIELSEN, I.C.; BALSLEV, H. (Eds.). **Tropical forests: botanical dynamics, speciation and diversity**. London: Academic Press, 1989. p. 47-64.
- JUNK, W. J. Wetlands of tropical South America. In: WHIGHAM, D. F.; DYKYJOVÁ, D.; HEJNÝ, S. (Eds). **Wetlands of the World I: Inventory, Ecology and Management**. Dordrecht: Springer, 1993. p. 679-739. (Handbook of vegetation science, v. 15/2).
- JUNK, W. J. (Ed). **The Central Amazon Floodplain**: ecology of a Pulsing System. Berlin: Springer, 1997. 521 p. (Ecological Studies, v.126).
- JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F.; SCHONGART, J.; COHN-HAFT, M.; ADENEY, J. M.; WITTMANN, F. A classification of major naturally-occurring Amazonian lowland wetlands. **Wetlands**, v. 31, n. 4, p. 623–640, Aug. 2011.
- KLINGE, H.; FURCH, K.; HARMS, E.; REVILLA, J. Foliar nutrient levels of native tree species from central Amazonia: I. Inundation forests (varzea, igapo). **Amazoniana**, v. 8, n. 1, p. 19-45, Jan. 1983.
- KLINGE, H.; JUNK, W. J.; REVILLA, C. J. Status and distribution of forested wetlands in tropical South America. **Forest Ecology and Management**, v. 33-34, n. 1, p. 81-101, June 1990.
- KOZLOWSKI, T. T.; PALLARDY, S. G. **Growth Control in Woody Plants**. San Diego: Academic Press, 1997. 641 p.
- KRAFT, N. J. B.; VALENCIA, R.; ACKERLY, D. D. Functional traits and nichebased tree community assembly in an amazonian forest. **Science**, v. 322, n. 5901, p. 580-582, Oct. 2008.
- KUBITZKI, K. The Dispersal of Forest Plants. In: PRANCE, G. T.; LOVEJOY, T. E. (Eds.). **Key Environment: Amazonia**. 1. ed. Oxford: Pergamon Press, 1985. p. 129-163. (Key Environment).
- KUBITZKI, K.; ZIBURSKI, A. Seed dispersal in floodplain forests of Amazonia. **Biotropica**, v. 26, n. 1, p. 30-43, Mar. 1994.
- LAVOREL, S.; DÍAZ, S.; CORNELISSEN, J. H. C.; GARNIER, E.; HARRISON, S. P.; MCINTYRE, S.; PAUSAS, J. G.; PÉREZ-HARGUINDEGUY, N.; ROUMET, C.; URCELAY, C. Plant functional types: are we getting any closer to the holy grail? In: CANADELL, J. G.; PATAKI, D. E.; PITELKA, L. F. (eds). **Terrestrial ecosystems in a changing world**. Berlin: Springer, 2007. p. 149–160. (Global Change-IGBP).
- LEISHMAN, M. R.; WRIGHT, I. J.; MOLES, A. T.; WESTOBY, M. The evolutionary ecology of seed size. In FENNER, M. (Ed.). **Seeds: the ecology of regeneration in plant communities**. 2. ed. Wallingford: CABI Publishing, 2000. p. 31-57.

LEWIS G. P.; SCHRIRE, B.; MACKINDER, B.; LOCK, M. **Legumes of the world.** Kew: Royal Botanical Gardens, 2005.

LIMA, R. R.; TOURINHO, M. M. **Várzeas do Rio Pará, principais características e possibilidades agropecuárias.** 1. ed. Belém: FCAP. SDI, 1996, 342 p.

LIMA, A. L. A.; RODAL, M. J. N. Phenology and wood density of plants growing in the semi-arid region of northeastern Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 74, n. 11, p. 1363-1373, Nov. 2010.

LOPEZ, O. R. Seed flotation and postflooding germination in tropical terra firme and seasonally flooded forest species. **Functional Ecology**, v.15, n. 6, p. 763-771, Dec. 2001.

LOUREIRO, A. A.; FREITAS, J.A.; FREITAS, C.A.A. **Essências madeireiras da Amazônia.** Vol. 3. Manaus: INPA, 1997. 114p.

MACARTHUR, R. H.; LEVINS, R. The limiting similarity, convergence and divergence of coexisting species. **The American Naturalist**, v. 101, n. 921, p. 377-385, Sept./Oct. 1967.

MAGALHÃES, A. F.; TOZZI, A. M. G. A.; SANTOS, C. C.; MAGALHÃES, E. G. Chemical indexes calculated for 8,11,13-trien-abietane diterpenoids isolated from *Swartzia* species. **Eclética Química**, v. 35, n. 3, p. 169-177, Sept. 2010.

MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. M. Influência do tamanho e do peso da semente na germinação e no estabelecimento de espécies de diferentes estágios da sucessão vegetal. **Floresta e Ambiente**, v. 8, n. 1, p. 211-215, 2001.

MARQUI, S. R.; LEMOS, R. B.; SANTOS, L. A.; CASTRO-GAMBOA, I.; CAVALHEIRO, A. J.; BOLZANI, V. S.; SILVA, D. H. S. Saponinas Antifúngicas de *Swartzia langsdorffii*. **Quím. Nova**, v. 31, n. 4, p. 828-831, abr. 2008.

MAY, R. M. Will a large complex system be stable?. **Nature**, v. 238, p. 413-414, Aug. 1972.

MELO, M. G. G.; MENDONÇA, M. S.; MENDES, A. M. S. Análise morfológica de sementes, germinação e plântulas de jatobá (*Hymenaea intermedia* Ducke var. *adenotricha* (Ducke) Lee & Lang.) (Leguminosae-caesalpinoideae). **Acta Amazonica**, v. 34, n. 1, p. 9-14, 2004.

MELO, D. M. B.; KRUSCHE, A. V.; RIBEIRO, M. M.; MIGIYAMA, A. C.; SALES, M. E. C.; BERRÊDO, J. F.; NEVES, A. K. Aspectos Físico-Químicos dos Ambientes Fluviolacustres de Caxiuanã. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã Paraíso ainda preservado**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2013, p. 91-103.

MICHAELS, H. J.; BENNER, B.; HARTGERINK, A. P.; LEE, T. D.; RICE, S.; WILLSON, M. F.; BERTIN, R. I. Seed size variation: magnitude, distribution, and ecological correlates. **Evolution Ecology**, v. 2, n. 2, p. 157-166, Apr. 1988.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros. Brasília: MMA/SBF, 2002. 404 p.

MOEGENBURG, S. M. *Sabal palmetto* seed size: causes of variation, choices of predators, and consequences for seedlings. **Oecologia**, v. 106, n. 4, p. 539-543, June 1996.

MOEGENBURG, S. M. Spatial and temporal variation in hydrochory in Amazonian floodplain forest. **Biotropica**, v. 34, n. 4, p. 606-612, Dec. 2002.

MONTEIRO, J. M.; ALBUQUERQUE, U. P.; ARAÚJO, E. L.; AMORIM, E. L. C. Taninos: uma abordagem da química à ecologia. **Quím. Nova**, v. 28, n. 5, p. 892-896, 2005.

MOREIRA, M. F.; MOREIRA, F. W. Características da germinação de sementes de 64 espécies de leguminosas florestais nativas da Amazônia em condições de viveiro. **Acta Amazonica**, v. 26, n. 1-2, p. 3-16, 1996.

MOREIRA, F. M. S. Nodulação e crescimento de 49 leguminosas arbóreas nativas da amazônia em viveiro. **Rev. Bras. Ciênc.**, v. 21, n. 4, p. 581-590, out. 1997.

NG, F. S. P. Strategies of establishment in Malayan forest trees. In: TOMLINSON, P. B.; ZIMMERMANN, M. H. (Eds.). **Tropical Trees as Living Systems**. Cambridge: Cambridge Univ. Press., 1978. p. 129-162.

NORDEN, N.; DAWS, M. I.; ANTOINE, C.; GONZALEZ, M. A.; GARWOOD, N. C.; CHAVE, J. The relationship between seed mass and mean time to germination for 1037 tree species across five tropical forests. **Functional Ecology**, v. 23, n.1, p. 203-210, Feb. 2009.

PAROLIN, P. Seed mass in Amazonian floodplain forests with contrasting nutrient supplies. **Journal of Tropical Ecology**, v. 16, n. 3, p. 417-428, May 2000.

PAROLIN, P. Seed germination and early establishment of 12 tree species from nutrient-rich and nutrient-poor Central Amazonian floodplains. **Aquatic Botany**, v. 70, n. 2, p. 89-103, June 2001.

PAROLIN, P. Submergence tolerance vs. escape from submergence: two strategies of seedling establishment in Amazonian floodplains. **Environmental and Experimental Botany**, v. 48, n. 2, p. 177-186, Sept. 2002.

PAROLIN, P.; JUNK, W. J. The effect of submergence on seed germination in trees from Amazonian floodplains. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Sér. Bot.**, v.18, n. 1, p. 321-329, Jan. 2002.

PAROLIN, P.; FERREIRA, L. V.; JUNK, W. J. Germination characteristics and establishment of trees from Central Amazonian flood plains. **Tropical Ecology**, v. 44, n. 2, p. 157-169, Jan. 2003.

PAROLIN, P.; DE SIMONE, O.; HAASE, K.; WALDHOFF, D.; ROTTENBERGER, S.; KUHN, U.; KESSELMEIER, J.; SCHMIDT, W.; PIEDADE, M. T. F.; JUNK, W. J. Central Amazon floodplain forests: tree survival in a pulsing system. **Bot. Rev.**, v. 70, n. 3, p. 357-380, 2004

PAROLIN, P. Submerged in Darkness: Adaptations to Prolonged Submergence by Woody Species of the Amazonian Floodplains. **Annals of Botany Flooding**, v. 103, n. 2, p. 359-376, Jan. 2009.

PAROLIN, P.; LUCAS, C.; PIEDADE, M. T. F.; WITTMANN, F. Drought responses of flood-tolerant trees in Amazonian floodplains. **Annals of Botany**, v. 105, n. 1, p. 129–139, Jan. 2010

PAROLIN, P. Flood-tolerant trees of Amazonian floodplains also tolerate drought. Invited paper. **Pesquisas Botânica**, v. 61; p. 7–38, June 2010.

PELAZZA, B. B.; SEGATO, S. V.; ROMANATO, F. N. Quebra de dormência em sementes de *Adenanthera pavonina* L. **Nucleus**, v. 8, n. 1, p. 305-314, abr. 2011.

PÉREZ-HARGUINDEGUY, N.; DÍAZ, S.; GARNIER, E.; LAVOREL, S.; POORTER, H.; JAUREGUIBERRY, P.; BRET-HARTE, M. S.; CORNWELL, W. K.; CRAINE, J. M. ; GURVICH, D. E.; URCELAY, C.; VENEKLAAS, E. J.; REICH, P. B.; POORTER, L.; WRIGHT, I. J.; RAY, P.; ENRICO, L.; PAUSAS, J. G.; BUCHMANN, A. C. DE VOS, N.; FUNES, G.; QUÉTIER, F.; HODGSON, J. G.; THOMPSON, K.; MORGAN, H. D.; STEEGE, H. TER; HEIJDEN, M.G. A. VAN DER; SACK, L.; BLONDER, B.; POSCHLOD, P.; VAIERETTI, M. V.; CONTI, G.; STAVER, A. C.; AQUINO S.; CORNELISSEN J. H. C. New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide. **Australian Journal of botany**, v. 61, p. 167-234, Apr. 2013.

PHILIPSON, C. D.; DENT, D. H.; O'BRIEN, M. J.; CHAMAGNE, J.; DZULKIFLI, D.; NILUS, R.; PHILIPS, S.; REYNOLDS, G.; SANER, P.; HECTOR, A. A trait-based trade-off between growth and mortality: evidence from 15 tropical tree species using size-specific relative growth rates. **Ecology and Evolution**, v. 4, n. 18, p. 3675-3688, Sept. 2014.

PICCININ, J.; RUIVO, M. L. Os solos da Floresta Nacional de Caxiuanã. In: ICMBIO. **Plano de Manejo da Floresta Nacional de Caxiuanã**. Volume 1 – Diagnóstico. Brasília, 2012. p. 97-104.

PIRES, J. M.; PRANCE, G. T. Chapter 7: The Vegetation Types of the Brazilian Amazon. In: PRANCE, G. T.; LOVEJOY, T. E. (Eds.). **Key Environments: Amazonia**. Oxford: Pergamon Press, 1985. p. 109-145.

POORTER, L.; BONGERS, F. Leaf traits are good predictors of plant performance across 53 rain forest species. **Ecology**, v. 87, n. 7, p. 1733–1743, July 2006.

POORTER, H.; NIINEMETS, Ü.; POORTER, L.; WRIGHT, I. J.; VILLAR, R. Causes and consequences of variation in leaf mass per area (LMA): a meta-analysis. **New Phytologist**, v. 182, n. 3, p. 565–588, May 2009.

PRADO JUNIOR, J. A.; VALE, V. S.; LOPES, S. F.; ARANTES, C.S.; OLIVEIRA, A. P.; SCHIAVINI, I. Impacts of disturbance intensity in functional traits patterns in understories of seasonal forests. **Biosci. J.**, v. 30, n. 2, p. 901-911, Oct. 2014.

PRANCE, G. T.; RODRIGUES, W. A.; SILVA, M. F. Inventário florestal de um hectare de mata de Terra Firme, km 30 da estrada Manaus-Itacoatiara. **Acta Amazonica**, v. 6, n.1, p. 9-35, 1976.

PRANCE, G. T. Notes on vegetation of Amazonica III. The terminology of amazonian forest types subject to inundation. **Brittonia**, New York, v. 31, n. 1, p. 26-38, Jan./Mar. 1979.

RASBAND, W. S., **ImageJ** 1.44p. Research Services Branch, National Institute of Mental Health, Bethesda, Maryland, EUA. Disponível em: < <http://imagej.nih.gov/ij/>>. Acesso em: 5 set. 2016.

REICH, P. B.; WALTERS, M. B.; ELLSWORTH, D. S. From tropics to tundra: global convergence in plant functioning. **Proc Nat Acad Sci USA**, v. 94, n. 25, p. 13730–13734, Dec. 1997.

REICH, P. B.; ELLSWORTH, D.S.; WALTERS, M. B.; VOSE, J. M.; GRESHAM, C.; VOLIN, J. C.; BOWMAN, W. D. Generality of leaf trait relationships: a test across six biomes. **Ecology**, v.80, n. 6, p. 1955-1969, Sept. 1999.

REICH, P. B.; WRIGHT, L. J.; CARVENDER-BARES, J.; CRAINE, J. M.; OLEKSYN, J.; WESTOBY, M.; WALTERS, M. B. The evolution of plant functional variation: traits, spectra and strategies. **Int. J. Plant Sci.**, v. 164, n. 3, p. 143-164, 2003.

REICH, P.B. The world-wide ‘fast–slow’ plant economics spectrum: a traits manifesto. **Journal of Ecology**, v. 102, n. 2, p. 275-301, Mar. 2014.

RIBEIRO, J. E. L. S.; HOPKINS, M. J. G.; VICENTINI, A.; SOTHERS, C. A.; COSTA, M. A. S.; BRITO, J. M.; SOUZA, M. A. D.; MARTINS, L. H. P.; LOHMANN, L. G.; ASSUNÇÃO, P. A. C. L.; PEREIRA, E. C.; SILVA, C. F.; MESQUITA, M. R.; PROCÓPIO, L. C. **Flora da Reserva Ducke**: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central, Manaus: INPA, 1999, 799 p.

RODRIGUES, R. **Diversidade florística, estrutura da comunidade arbórea e suas relações com variáveis ambientais ao longo do lago Amanã (RSA), Amazônia Central**. 2007. 68 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2007.

SANCHEZ, C. S.; ROCHA, A. F. I.; PINHEIRO, M. L. B.; ANDRADE, C. H. S.; MONTE, F. J. Q. Brachyrachisina- Isoflavona inédita de Swartzia (Leguminosae). **Acta Amazonica**, v. 29, n. 3, p. 419-422, Sept. 1999.

SANTOS, D. L.; SUGAHARA, V. Y.; TAKAKI, M. Efeitos da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich, *Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Standl e *Tabebuia roseo-alba* (Ridl) Sand-Bignoniaceae. **Ciência Florestal**, v. 15, n. 1, p. 87-92, mar. 2005.

SANTOS, R. A.; CARNEIRO, P. T.; SANTOS, V. R.; COSTA, L. C.; SANTOS, C. G.; NETO, A. L. S. Crescimento de leguminosas utilizadas na adubação verde em diferentes níveis de sais na água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 12, p. 1255-1261, jul. 2014.

SCARANO, F. R.; RIOS, R. I.; ESTEVES, F. A. Tree species richness, diversity and flooding regime: case studies of recuperation after anthropic impact in Brazilian flood-prone forests. **International Journal of Ecology and Environmental Sciences**, v. 24, n. 2, p. 223-235, June 1998.

SCARANO, F. R.; PEREIRA, T. S.; ROCAS, G. Seed germination during flotation and seedling growth of *Carapa guianensis*, a tree from flood-prone forests of the Amazon. **Plant Ecology**, v. 168, n. 2, p. 291–296, Sept. 2003.

SCHÖNGART, J.; PIEDADE, M. T. F.; WORBES, M. Successional Differentiation in Structure, Floristic Composition and Wood Increment of Whitewater Floodplain Forests in Central Amazonia. In: LIEBEREI, R.; BIANCHI, H.; BOEHM, V.; REISDORFF, C. (Eds.). **Neotropical Ecosystems: Proceedings of the German-Brazilian Workshop, Hamburg 2000**. Geesthacht: GKSS-Forschungszentrum, 2000. p. 589-606.

SIOLI, H. The Amazon and its main affluents: hydrography, morphology of the river courses and river types. In: PUBLISHERS, W. J. **The Amazon: Limnology and Landscape Ecology of a Mighty Tropical River and its Basin**. Boston: Harald Sioli, 1984. p. 127-165.

SIOLI, H. **Amazônia: Fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais**. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 1991. 69 p.

SORIANO, D.; OROZCO-SEGOVIA, A.; MÁRQUEZ-GUZMÁN, J.; KITAJIMA, K.; BUEN, A. G.; HUANTE, P. Seed reserve composition in 19 tree species of a tropical deciduous forest in Mexico and its relationship to seed germination and seedling growth. **Annals of Botany**, v. 107, n. 6, p. 939-951, Mar. 2011.

SOUZA, B. C; OLIVEIRA, S. R.; ARAÚJO, F. S.; LIMA, A. L. A.; RODAL, M. I. N. Divergências funcionais e estratégias de resistência à seca entre espécies decíduas e sempre verdes tropicais. **Rodriguésia**, v. 66, n. 1, p. 21-32, Mar. 2015.

STERCK, F. J.; POORTER, L.; SCHIEVING, F. Leaf Traits Determine the Growth-Survival Trade-Off across Rain Forest Tree Species. **The American Naturalist**, v. 167, n. 5, p. 758-765, May 2006.

- SWENSON, N. G.; ENQUIST, B. J. Ecological and evolutionary determinants of a key plant functional trait: Wood density and its community-wide variation across latitude and elevation. **American Journal of Botany**, v. 94, n. 3, p. 451-459, Mar. 2007.
- VEITCH, N. C. Isoflavonoids of the Leguminosae. **Natural Product Reports**, v. 24, n. 2, p. 417-464, Apr. 2007.
- VIOLLE, C.; NAVAS, M. L.; VILE, D.; KAZAKOU, E.; FORTUNEL, C.; HUMMEL, L.; GARNIER, E. Let the concept of trait be functional! **Oikos**, v. 116, n. 5, p. 882-892, Jan. 2007.
- VIOLLE, C.; JIANG, L. Towards a trait-based quantification of species niche. **Journal of Plant Ecology**, v. 2, n. 2, p. 87-93, May 2009.
- WESTOBY, M.; JURADO, E.; LEISHMAN, M. Comparative evolutionary ecology of seed size. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 7, n. 11, p. 368-372, Nov. 1992.
- WESTOBY, M. A leaf-height-seed (LHS) plant ecology strategy scheme. **Plant and Soil**, v. 199, p. 213-227, Feb. 1998.
- WESTOBY, M.; FALSTER, D. S.; MOLES, A. T.; VESK, P. A.; WRIGHT, I. J. Plant ecological strategies: some leading dimensions of variation between species. **Annu. Rev. Ecol. Syst.**, v. 33, p.1-777, Nov. 2002.
- WESTOBY, M.; WRIGHT, I. J. Land-plant ecology on the basis of functional traits. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 21, n. 5, p. 261-268, May 2006.
- WILLIAMSON, B. G.; COSTA, F.; VERA, M. V. C. Dispersal of Amazonian Trees: Hydrochory in *Swartzia polyphylla*. **Biotropica**, v. 31, n. 3, p. 460-465, Sept. 1999.
- WITTMANN, F.; PAROLIN, P. Phenology of six tree species from central Amazonian várzea. **Ecotropica**, v. 5, n. 1, p. 51-57, Jan. 1999.
- WITTMANN, F.; ANHUF, D.; JUNK, W. J. Tree species distribution and community structure of Central Amazonian varzea forests by remote sensing techniques. **Journal of Tropical Ecology**, v. 18, n. 6, p. 805-820, Nov. 2002.
- WITTMANN, A. O.; PIEDADE, M. T. F.; PAROLIN, P.; WITTMANN, F. Germination in four low-várzea tree species of Central Amazonia. **Aquatic Botany**, v. 86, n. 3, p. 197-203, Apr. 2007.
- WRIGHT, I. J.; CANNON, K. Relationships between leaf lifespan and structural defences in a low nutrient, sclerophyll flora. **Funcional Ecology**, v.15, n. 3, p.351-359, June 2001.

WRIGHT, S. J.; KITAJIMA, K.; KRAFT, N. J. B.; REICH, P. B.; WRIGHT, I. J.; BUNKER, D. E.; CONDIT, R.; DALLING, J. W.; DAVIES, S. J.; DÍAZ, S.; ENGELBRECHT, B. M. J.; HARMS, K. E.; HUBBELL, S. P.; MARKS, C. O.; RUIZ-JAEN, M. C.; SALVADOR, C. M.; ZANNE, A. E. Functional traits and the growth-mortality tradeoff in tropical trees. *Ecology*, v. 91, n. 2, p.3664-3674, Dec. 2010.

ZAR, J. H. **Bioestatistical Analysis**. 5 ed. New Jersey: Prentice Hall, 2010. 944p.