

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM**

**GERMINAÇÃO DE SEMENTES, EMERGÊNCIA E RECRUTAMENTO DE
PLÂNTULAS DE DEZ ESPÉCIES ARBÓREAS DAS VÁRZEAS DAS
RESERVAS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL AMANÃ E
MAMIRAUÁ, AMAZÔNIA CENTRAL**

AURISTELA DOS SANTOS CONSERVA

Manaus – AM

Março de 2007

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM**

**GERMINAÇÃO DE SEMENTES, EMERGÊNCIA E RECRUTAMENTO DE
PLÂNTULAS DE DEZ ESPÉCIES ARBÓREAS DAS VÁRZEAS DAS
RESERVAS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL AMANÃ E
MAMIRAUÁ, AMAZÔNIA CENTRAL**

AURISTELA DOS SANTOS CONSERVA

Orientadora: Dra Maria Teresa Fernandez Piedade

Co-orientadora: Dra. Denise Garcia de Santana

Tese apresentada ao Programa Integrado de Pós-graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do convênio INPA/UFAM, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, área de concentração em **ECOLOGIA**.



Projeto INPA/Max-Planck de Cooperação Brasil-Alemanha

Manaus – AM – Brasil

2007

Conserva, Auristela dos Santos

Germinação de sementes, emergência e recrutamento de plântulas de dez espécies arbóreas das várzeas da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã e Mamirauá, Amazônia Central/ Auristela dos Santos Conserva, 2006

147 p. ilustr.

Tese (doutorado) – Manaus: INPA/UFAM, 2006.

Bibliografia

1. Espécie arbórea 2. Germinação de sementes 3. Emergência e recrutamento de plântulas 4. Morfologia de sementes e plântulas

Sinopse:

Foram observados os padrões de germinação de sementes, emergência de plântulas e morfologia de frutos de dez espécies em quatro diferentes estágios de sucessão das várzeas da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, com o objetivo de indentificar como o comportamento germinativo está relacionado à complexidade da interação pulso de inundação e estágios de sucessão. As respostas germinativas foram testadas sob variações de regime de inundação e níveis de radiação relativa. As espécies apresentaram diferentes estratégias, tolerando inundação máxima de 150 dias e níveis de irradiância de $988 \mu \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-2}$ com processos de emergência diferencialmente distribuídos no tempo e com capacidade de explorar diferentes oportunidades de nichos.

Palavras chaves: Dispersão, Morfologia, Frutos, Sementes, Plântulas, Espécies de várzea

*Aos meus pais Ruy e Nelita
Ao meu amigo Mono (Robinson)
Eu dedico*

Agradecimentos

À Doutora Maria Teresa Fernandez Piedade, pela orientação e valiosa contribuição na etapa de redação e discussão deste trabalho;

À Doutora Denise Garcia de Santana pela providencial assistência na co-orientação deste trabalho;

Às Dras. Isolde Ferraz e Rita Mesquita e aos Drs. Florian Wittmann e Jochen Schöngart pelos comentários e sugestões em várias etapas na elaboração deste estudo;

Aos Professores do Programa de Pós-graduação em Ecologia do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA pelo conhecimento compartilhado e especialmente as secretárias do Curso de Ecologia Bervely e Rosirene pela atenção com que sempre receberam minhas solitações.

Universidade Federal do Amazonas – UFAM por minha formação inicial;

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, por disponibilizar instalações essenciais à minha pesquisa;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – pela bolsa concedida;

Ao Projeto INPA/Max-Planck, pelo financiamento e suporte logístico para realização do trabalho;

Ao Fundo de Expansão a Pesquisa do Instituto Mamirauá - FEPIM, pelo financiamento das atividades de campo;

Ao Instituto Internacional de Estudos do Brasil IIEB, através do Programa BECA, pelo financiamento concedido para finalização do trabalho;

A Organization for Tropical Studies OTS e Mellon Foundation pela oportunidade de participar do curso 3M Initiative For Training Plant Ecology Graduate Students e ampliar minha visão nos estudos de ecologia de plantas;

Aos amigos Jose Luis Camargo e Carolina Castilho pelas experiências compartilhadas;

Aos meus assistentes no campo Jackson, e na casa de vegetação Willian pela divertida convivência e eficiente ajuda sem a qual seria impossível a finalização desta etapa;

A Joneide Brito por me acompanhar nas excursões e ser uma boa amiga em muitos momentos;

Aos amigos do Projeto INPA/Max-Planck; Celso, Lucia, Edvaldo, Wallace, Valdeney, em muitos momentos minha segunda família;

Aos demais estudantes do Projeto INPA/Max-Planck Cristiane, Robson, Liene, Sinomar, Daniel, Aline, Eva, Sonia, Maria Astrid, Tatiana, Maristela e Teresinha, pela troca de

experiências, companhia, amizade, incentivo, convivência pacífica e ajuda na elaboração deste trabalho;

Ao amigo Robinson (*Monolito*) pela sensibilidade, carinho, incentivo e amizade nas horas difíceis dessa caminhada;

A Carlota pela amizade e o abraço mais reconfortante que já conheci;

A Sol e a Dri por me adotarem como apêndice da casa e compartilharem momentos de alegria;

Ao Nando, Astrid, Sammya e Suzana os amigos mais leais que alguém pode ter e os irmãos que a vida me presenteou;

Junto com os irmãos vêm os cunhados e eu não poderia deixar de agradecer pelo carinho, a Anne, ao Florian, ao Neto e ao Max;

Ao Steven A. Welch por acreditar e sempre me incentivar a trilhar novos caminhos;

A amiga Susana Webber por seu incentivo e pelo carinho com que me recebeu em sua casa;

Ao Carlos Rittl por sua cumplicidade, solidariedade, carinho e amizade durante esses dois anos de convivência;

A todos os amigos da Fundação Estadual dos Povos Indígenas – FEPI pelos bons momentos e por me darem a oportunidade de descobrir a finalidade do meu trabalho;

A todos os amigos da Fundação Allan Kardec, em especial, Waldeir, Rondele, Lien, Paulo, Nara, Rosilda, Arelian e Terezinha por compartilharem momentos iluminados de muita paz na minha vida;

A minha família *Painho, Mainha, Edmilson, Toinho, Fia, Zélia, Otavio, Ruth e Mirella* pelo amor e apoio incondicional em todos os momentos da minha vida;

Aos meus sobrinhos *Isadora, Uriel, Eloísa, Emmanuely, Francisco, Gabriel, Antonio e Maria Teresa* por serem meus momentos de alegria e paz;

A Deus por todas as experiências vividas;

Meu Muito obrigada!

“Não se deprima com o tamanho desse mundo e seus mistérios que transformam nossas vidas em algo tão pequeno e insignificante, pois a grandeza de nosso espírito e nossos sonhos amenizam essas diferenças”.

Um espírito de luz

Resumo

A grande variação na dinâmica dos rios da Amazônia e de seus afluentes tem como conseqüência à formação de um mosaico, composto por sítios de idades diferentes. Tais locais estão sujeitos a variações no período de inundação, fazendo com que os organismos destas florestas necessitem desenvolver adaptações e estratégias para utilizar eficientemente as fases aquáticas e terrestres. Existe uma variedade de condições de estresse ambiental em que as espécies vegetais estão submetidas e de respostas dadas por estas. No entanto, se é possível identificar a natureza e a duração do período de estresse ambiental predominante no ambiente (e.g. período de inundação) é possível também reconhecer um conjunto de respostas correlacionadas a estes, que podem ser chamadas de síndromes ou estratégias de colonização.

Com o objetivo de entender a complexidade dessas interações alguns aspectos foram investigados para as espécies de árvores da várzea, tais como: morfologia de frutos e sementes, tipos de germinação, o comportamento dessas espécies quanto a suas estratégias de sobrevivência (velocidade e distribuição das freqüências de germinação, tipos morfológicos e padrões de recrutamento das plântulas). Também foram verificadas como essas características ocorrem ao longo dos diferentes estágios de sucessão da várzea (secundária inicial, tardias e clímax de várzea baixa e clímax de várzea alta). A coleta de frutos foi realizada entre junho e julho de 2004 e abril e junho de 2005, nas Reservas de Desenvolvimento Sustentável Amanã e Mamirauá. Três diferentes porcentagens (70%, 52% e 11%) de radiação e sete diferentes tratamentos de inundação (15, 30, 45, 60, 90, 120, 150 dias) foram utilizadas com objetivo de simular as diferentes oportunidades de nichos que as espécies poderiam explorar em condições naturais. As sementes foram dispostas em bandejas de plástico, utilizando como substrato solo da várzea. Cada bandeja foi considerada como uma unidade amostral, perfazendo um total de quatro repetições com 25 sementes cada.

Entre as dez espécies estudadas *Ficus anthelmintica*, *Ilex inundata*, *Duroia duckei*, *Piranhea trifoliata* e *Ocotea cymbarum* possuem o fruto como a unidade de dispersão, enquanto que para *Calycophyllum spruceanum*, *Pseudobombax munguba*, *Laetia corymbulosa*, *Tabebuia barbata* e *Hura crepitans* a semente é a unidade de dispersão. Quanto ao tamanho de sementes, associado aos grupos sucessionais e a morfologia inicial das plântulas, foi registrada uma tendência para que as plântulas fânero-epigeal-foleáceos (PEF) fossem menores (> 10 cm), produzidas por sementes pequenas, com pouca reserva nutritiva, enquanto plântulas fânero-hipógeo-de reserva (PHR), cripto-epígeo-de reserva (CER) e cripto-hipógeo-de reserva (CHR) tendem a ser maiores (> 40 cm), geradas por sementes grandes, com considerável reserva nutritiva. Nos levantamentos em campo foram registrados o total de 1.218 plântulas de oito espécies em uma área de 1760 m², com o

número máximo de 676 plântulas na área do Gavão e o número mínimo de 120 na área do Dórico. *Pseudobombax munguba*, *Ilex inundata* e *Piranhea trifoliata* foram as mais abundantes com 358, 296 e 298 plântulas respectivamente. O efeito da interação entre a duração da inundação e os diferentes níveis de radiação relativa foi significativo para quatro das oito espécies investigadas. *Pseudobombax munguba*, *Laetia corymbulosa*, *Duroia duckei* e *Piranhea trifoliata* que mostraram melhor germinabilidade sob 11% de radiação relativa. O aumento de radiação associado à duração da inundação reduziu a germinabilidade de *P. munguba*, *D. duckei* e *P. trifoliata*, espécies dos estágios de sucessão inicial, tardia e clímax de várzea baixa e aumentou a germinabilidade de *L. corymbulosa*. Por outro lado o efeito dos diferentes níveis de radiação não foi significativo, para *Calycophyllum spruceanum* e *Tabebuia barbata* e a duração da inundação aumentou a germinabilidade dessas espécies, como foi mostrado também para *Ilex inundata*. Para as sementes de *Ocotea cymbarum* a duração da inundação reduziu a germinabilidade. Com relação à velocidade de emergência as respostas apresentadas também confirmam a hipótese de que sob os tratamentos de inundação as espécies dos estágios iniciais, como *Pseudobombax munguba* e *Calycophyllum spruceanum* apresentariam maior velocidade de emergência das plântulas, enquanto nas espécies dos estágios tardios e clímax os tratamentos de inundação reduzem a velocidade de emergência, como a exemplo de *Ocotea cymbarum*. As características investigadas parecem promover estratégias eficazes, para manutenção das populações das espécies avaliadas. Uma vez que *Ficus anthelminthica*, *Calycophyllum spruceanum*, *Pseudobombax munguba*, *Ilex inundata*, *Duroia duckei*, *Laetia corymbulosa*, *Tabebuia barbata*, *Piranhea trifoliata*, *Ocotea cymbarum* e *Hura crepitans*, são citadas entre as 60 espécies mais importantes, com maior IVI dentro das florestas de várzea de toda Bacia Amazônica.

Palavras-chave: Dispersão, morfologia de frutos e sementes, germinação, emergência, estratégias de estabelecimento, sucessão, florestas de várzea.

Abstract

The high variation on the dynamics of the Amazon River and its tributaries lead to the formation of patches composed of many sites of different ages. These sites are susceptible to variations on flooding period, so that the organisms of the flooded forests have adaptations and strategies that enable them to survive on these areas, both during aquatic and terrestrial phases. There is a variety of environmental stress conditions to which plant species are submitted, and an equivalent number of possible responses. However, knowing the nature and duration of the major stresses in the environment, it's possible to recognize the correlated response of plants to these conditions. These responses are called syndromes or colonization strategies.

In order to understand the complexity of such interactions, some aspects of whitewater floodplain (hereafter "várzea") trees were investigated, such as: fruit and seeds morphology, germination types, the behavior of several species concerning their survival strategies (velocity and distribution of germination frequencies; morphological types, and sapling recruitment patterns), and how these characteristics appear on different successional stages of várzea forests (early, late secondary and climax stages of low varzea and climax of high varzea). Among ten studied species: *Ficus anthelmintica*, *Ilex inundata*, *Duroia duckei*, *Piranhea trifoliata* e *Ocotea cymbarum* have fruits as dispersion units, while *Calycophyllum spruceanum*, *Pseudobombax munguba*, *Laetia corymbulosa*, *Tabebuia barbata* e *Hura crepitans*, have seeds as dispersion units. In general, all studied species have more than one kind of dispersion syndrome. The relation between seed size, successional stage on várzea forests, and initial morphology showed a trend towards smaller phanero-epigeal-foliaceous **PEF** saplings (< 10 cm), produced by small seeds with few nutrient content, while phanero-hypogeal-reserve **PHR** crypto- epigeal-reserve **CER**, and crypto- hypogeal-reserve **CHR** saplings tends to be bigger (> 40 cm), and produced by bigger seeds with good nutrient reserves. Although the size of seeds showed direct influence on the initial size of saplings, this last characteristic did not change the recruiting pattern of saplings and their establishment on the field. In the field survey were recorded a total of 1.218 seedlings from eight speceis in a area of 1760 m² with the maximum number of 676 seedlings from Gavão area end the minimum of 120 from Dórico area. *Pseudobombax munguba*, *Ilex inundata* e *Piranhea trifoliata* were the most abundants species with 358, 296 e 298 seedlings respectively. The effect of the interaction between flooding period and the different levels of relative radiation were significant for four of the eight investigated species *Pseudobombax munguba*, *Laetia corymbulosa*, *Duroia duckei* e *Piranhea trifoliata* the best germinability under 11% of light radiation. The increase of radiation associated with the flooding duration reduced the germinability of *P. munguba* *D. duckei* e *P. trifoliata* species from early, late and climax successional stages from low varzea forest. The velocity of emergence in seedlings

from studied species can be separated in two groups were *Calycophyllum spruceanum* and *Pseudobombax munguba* were those with high velocity of emergence, and consequently with higher vigor on control treatment. This species emerges, in average, at least one sapling per day. For the other species, given their low velocity of emergence, showed less than one sapling emerged after a five days period. The investigated characteristics seem to promote strategies efficient, for maintenance of the populations of the evaluated species. A time that *Ficus anthelminthica*, *Calycophyllum spruceanum*, *Pseudobombax munguba*, *Ilex inundata*, *Duroia duckei*, *Laetia corymbulosa*, *Tabebuia barbata*, *Piranhea trifoliata*, *Ocotea cymbarum* and *Hura crepitans*, are cited between the 60 more important species, with greater IVI inside of the varzea forests of all Amazonian Basin.

Key-words: Dispersal, fruit and seed morphology, germination and seedling establishment, succession, varzea forest.

Sumário

Ficha Catalográfica.....	iii
Sinopse.....	iii
Dedicatória.....	iv
Agradecimentos.....	v
Epígrafe.....	vii
Resumo.....	viii
Abstract.....	x
1. Introdução.....	1
1.1 Caracterização da região e classificação da vegetação em áreas inundáveis da Amazônia.....	1
1.2 Teorias ecológicas relacionadas aos sistemas hidrológicos.....	2
1.3 Classificação das florestas de várzea da Amazônia e a dinâmica de colonização.....	3
1.4 A importância e a utilização dos recursos nas florestas de várzea.....	6
1.5 A biologia das sementes e plântulas e sua importância para conservação e manejo das florestas tropicais com ênfase nas florestas de várzea.....	8
2. Justificativa.....	13
3. Hipóteses.....	14
4. Objetivos.....	15
4.1 Objetivo geral.....	15
4.2 Objetivos específicos.....	15
5. Metodologia.....	16
5.1 Área de estudo.....	16
5.2 Critérios de seleção das espécies.....	20
5.3 Descrição botânica das espécies selecionadas.....	20
5.4 Coleta dos frutos e sementes.....	25

5.5	Descrição morfológica dos frutos e sementes.....	25
5.6	Testes de germinação ou emergência.....	27
5.6.1	Características analisadas	27
5.6.2	Comparação entre duração da inundação e níveis de radiação relativa.....	28
5.6.3	Testes de emergência ou germinação comparando espécies e estágio de sucessão.....	29
5.7	Morfologia inicial e biomassa de plântulas.....	29
5.8	Avaliação da densidade das plântulas no campo.....	30
5.9	Caracterização dos Fatores Abióticos no Campo (RDS Mamirauá) e na Casa de Vegetação (Projeto INPA/Max-Planck – sede do INPA em Manaus).....	32
5.9.1	Radiação Relativa.....	32
5.9.2	Dados de Inundação.....	34
5.9.3	Temperatura versus umidade relativa do ar.....	35
5.10	Análise estatística.....	38
6.	Resultados.....	38
6.1	Morfometria de Frutos e Sementes.....	38
6.2	Estratégias germinativas.....	55
6.2.1	Germinação de sementes e emergência de plântulas sob variações dos tempos de inundação e intensidade luminosa.....	55
6.2.2	Distribuição das freqüências relativas de germinação e emergência de plântulas.....	85
6.3	Morfologia inicial e biomassa de plântulas.....	92
6.4	Avaliação da densidade das plântulas no campo.....	100
7.	Discussão.....	104
7.1	Ecologia dos propágulos das espécies estudadas.....	104
7.2	Tamanho de sementes e estágios de sucessionais.....	105

7.3 Morfologia das plântulas e os estágios sucessionais.....	107
7.4 Biomassa de plântulas.....	108
7.5 Estratégias germinativas.....	110
8. Conclusões.....	114
9. Referências Bibliográficas.....	116

Lista de Tabelas

Tabela 1. Classificação sucessional, fenologia foliar, distribuição nos ambientes de várzea, o índice de valor de importância (IVI), a cota de inundação, a densidade, e o diâmetro altura do peito (DAP) dos indivíduos marcados das 10 espécies estudadas.....	24
Tabela 2 – Valores mínimos e máximos de irradiância registrados no campo e na casa de vegetação.....	33
Tabela 3 – Valores médios de radiação relativa (I_z/I_0) registrados em diferentes condições no campo e sob três porcentagens de sombreamento na casa de vegetação.....	34
Tabela 4. Medidas de germinação, velocidade de emergência e tempo médio de germinação de sementes de <i>Calycophyllum spruceanum</i> (n=25) nos tratamentos controle e 15 dias, sob três níveis de radiação.....	56
Tabela 5. Coeficiente de variação do tempo, incerteza de germinação de sementes de <i>Calycophyllum spruceanum</i> (n=25) nos tratamentos controle e 15 dias, sob três sob três níveis de radiação.....	59
Tabela 6. Medidas de germinação, velocidade de germinação e tempo médio de germinação de sementes de <i>Pseudobombax munguba</i> (n=25) nos tratamentos controle e 15 dias, sob três níveis de radiação.....	61
Tabela 7. Medidas de emergência, velocidade e tempo médio de emergência de sementes de <i>Laetia corymbulosa</i> Spruce (Flacourtiaceae) submetidas a diferentes tempos de inundação e níveis de radiação relativa (n=25).....	65
Tabela 8. Medidas de coeficiente de variação do tempo, incerteza de emergência de sementes de <i>Laetia corymbulosa</i> Spruce (Flacourtiaceae) submetidas a diferentes tempos de inundação e níveis de radiação relativa (n=25).....	67
Tabela 9. Medidas de emergência, velocidade e tempo médio de emergência de sementes de <i>Ilex inundata</i> (n=25) submetidas a diferentes tempos de inundação e níveis de radiação relativa.....	69

Tabela 10. Medidas de emergência, velocidade e tempo médio de emergência de sementes de <i>Duroia duckei</i> (n=25) submetidas a diferentes tempos de inundação e níveis de radiação relativa.....	71
Tabela 11. Medidas de emergência, velocidade e tempo médio de emergência de sementes de <i>Tabebuia barbata</i> (n=25) submetidas a diferentes tempos de inundação e níveis de radiação relativa.....	75
Tabela 12. Medidas de coeficiente de variação do tempo, incerteza de emergência de plântulas de <i>Tabebuia barbata</i> (n=25) submetida a diferentes tempos de inundação e níveis de radiação relativa.....	76
Tabela 13. Medidas de emergência, velocidade e tempo médio de emergência de plântulas de <i>Piranhea trifoliata</i> (n=25) submetidas a diferentes tempos de inundação e níveis de radiação relativa.....	78
Tabela 14 Classificação dos tipos morfofuncionais das plântulas das espécies estudadas, baseada nas características de emissão da radícula, posição, exposição e textura dos cotilédones.....	93
Tabela 15 Médias do número de folhas e comprimento do epicótilo das plântulas das espécies estudadas, 6 meses após a emergência (n = 5), nos tratamentos controle e 15 dias inundadas.....	94
Tabela 16 Médias da massa seca da Parte aérea (Pa), massa raiz (Rz) e da razão Rz:Pa das plântulas das espécies estudadas, 6 meses após a emergência (n = 5), nos tratamentos controle e 15 dias inundadas.....	95
Tabela 17 Média do número de folhas e comprimento do epicótilo das plântulas das espécies estudadas, 6 meses após a emergência (n = 5), sob três diferentes níveis de radiação relativa.....	97
Tabela 18 Média da massa seca da Parte aérea (Pa), massa raiz (Rz) e da razão Rz:Pa das plântulas das espécies estudadas, 6 meses após a emergência (n = 5) sob três diferentes níveis de radiação relativa.....	98
Tabela 19 Médias do número de plântulas das espécies estudadas registrado por m ² dentro das respectivas áreas de coleta.....	101
Tabela 20 Médias do número de plântulas das espécies estudadas registrado por m ² dentro das respectivas áreas de coleta.....	102

Lista de Figuras

- Figura 1.** Mapa com a localização da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá e das parcelas inventariadas (setor Jarú). Fonte Wittmann, 2002..... 18
- Figura 2.** Mapa com a localização das áreas de várzea da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã – Fonte IDSM..... 19
- Figura 3.** Casa de vegetação (15 m de comprimento x 10 m de largura) coberta e cercada com tela de polietileno “sombrite”, com diferentes níveis de radiação solar (70%, 52% e 11%), dispostas a cada 5 m de comprimento, da esquerda para direita..... 26
- Figura 4.** Esquema para avaliação da densidade e recrutamento das plântulas nas quatro áreas de 1 há (Dórico. Gavão. Mujuí e Paracuuba). Senso de 2004..... 31
- Figura 5.** Esquema da distribuição espacial dos transectos para o senso de 2006 das plântulas dentro da área do Dórico (100 x 100). Os transectos foram traçados a cada vinte metros de distância (10 m, 30 m 50 m 70 m 90m) cobrindo a área de forma equidistante..... 32
- Figura 6.** Variação do nível do rio nos anos de 2003 a 2005, medidos na estação de coleta da RDS Mamirauá..... 35
- Figura 7.** Dados de temperatura fornecidos pela estação da RDS Mamirauá..... 35
- Figura 8.** Comparação das médias mensais de temperatura registradas na RDS Mamirauá e na casa de vegetação (INPA/Manaus)..... 36
- Figura 9.** Variação da umidade relativa do ar e temperatura registrada na casa de vegetação do Projeto INPA/Max-Planck, Manaus, entre julho - dezembro/2004 (a) e maio/2005 a março/2006 (b)..... 37
- Figura 10.** Relação entre temperatura e umidade relativa do ar ($F = 8,89$; $R = 0,61$; $P > 0,01$). Dados da casa de vegetação do Projeto INPA/Max-Planck, Manaus, durante os experimentos de germinação..... 37
- Figura 11.** *Ficus anthelmintica*: galho com frutos (a), frutos emersos na bandeja com água (b), semente emitindo radícula na água (c), Frequência de distribuição das medidas de massa fresca (d), comprimento (e) e largura das sementes (f)..... 39

- Figura 12.** *Pseudobombax munguga*: fruto fechado (a), fruto após deiscência (b), semente envoltas nos pelos (c), emissão da radícula (d), detalhe dos cotilédones dobrados (e) e exposição dos cotilédones (f).....40
- Figura 13.** *Calycophyllum spruceanum*: fruto fechado (a), detalhe das sementes (b), Frequência de distribuição das medidas de comprimento (c) e largura dos frutos (d), comprimento (e) e largura das sementes (f).....42
- Figura 14.** *Laetia corymbulosa*: fruto fechado (a), cápsula aberta com arilo exposto (b), detalhe da semente(c).....43
- Figura 15.** *Laetia corymbulosa*: Frequência de distribuição das medidas de comprimento (a), largura (b), e massa fresca dos frutos (c). Comprimento (d) largura (e) e espessura das sementes (f).....44
- Figura 16.** *Ilex Inundata*: Ramo com frutos (a), fruto aberto com “sementes” expostas (b), Frequência de distribuição das medidas de comprimento (c) e largura das sementes (d).....45
- Figura 17.** *Duroia duckei*: fruto verde e maduro (a); Frequência de distribuição das medidas de massa fresca dos frutos (b); Sementes isoladas do fruto (c); Frequência de distribuição das medidas de massa fresca das sementes (d).....46
- Figura 18.** *Duroia duckei*: frutos emersos em bandeja com água (a); Frequência de distribuição das medidas de comprimento (b); e largura dos frutos (c); Comprimento (d), largura (e) e espessura das sementes (f).....47
- Figura 19.** *Tabebuia barbata*: fruto fechado (a); Detalhe da inserção das sementes no fruto (b).....48
- Figura 20.** *Tabebuia barbata*: Frequência de distribuição das medidas de massa fresca por fruto (a); Detalhe da cápsula fendida ainda com as sementes (b); Frequência de distribuição das medidas de massa fresca (c); largura (d); altura (d); e espessura das sementes (f).....49
- Figura 21.** *Piranhea trifoliata*: Frequência de distribuição das medidas de comprimento (a); largura (b) dos frutos; frutos e sementes (c) e massa fresca dos frutos (d).....50
- Figura 22.** *Piranhea trifoliata*: detalhes dos cotilédones (a); Frequência de distribuição das medidas de massa fresca das sementes (b); comprimento (c) e largura das sementes (d).....51

- Figura 23.** *Hura crepitans*: fruto maduro (a); semente retirada da coca com emissão da raiz primária (b); Frequência de distribuição das medidas de comprimento (c) e largura das sementes (d).....52
- Figura 24.** *Ocotea cymbarum*: frutos verdes e maduros (a); semente com emissão da radícula (b); semente aberta mostrando o tamanho do embrião relação ao endosperma (c) Frequência de distribuição das medidas de massa fresca das sementes (d).....53
- Figura 25.** *Ocotea cymbarum*: Frequência de distribuição das medidas de comprimento (a); e largura (b) das sementes.....54
- Figura 26** Massa fresca das sementes das 10 espécies estudadas comparadas de acordo com os estágios de sucessão: 1 sucessão secundária inicial; 2 sucessão secundária tardia; 3 clímax de várzea baixa e 4 clímax de várzea alta ($F = 1,68$; $P = 0,23$).....54
- Figura 27** *Calycophyllum spruceanum*: sementes germinadas na água (a); plântulas formadas durante a inundação (b); plântulas com uma semana ainda com a semente aderida (c); detalhe de uma plântula (d).....57
- Figura 28** Sementes de *Pseudobombax munguba* germinando na água (a) detalhe do alongamento da raiz primária (b).....60
- Figura 29.** Modelos de regressões polinomiais para as medidas de emergência de sementes de *Laetia corymbulosa* em função dos tempos de inundação. Percentual de emergência (a); tempo médio de emergência (b); velocidade de emergência (c); coeficiente de variação do tempo (d); índice de incerteza (e); e sincronia (f).....63
- Figura 30.** Desempenho do percentual de emergência ($n=25$; $F = 1,14$; $P > 0,05$) (a); tempo médio de emergência ($F = 83,83$; $P < 0,01$) (b); velocidade de emergência ($F = 1,71$; $P > 0,05$) (c); coeficiente de variação do tempo ($F = 0,31$; $P > 0,05$) (d); índice de incerteza ($F = 24,29$; $P < 0,01$) (e); e sincronia ($F = 3,87$; $P > 0,05$) (f) de plântulas de *Tabebuia barbata* em função do tempo de inundação.....73
- Figura 31** Percentual de emergência de plântulas de *Ocotea cymbarum* sob variações do tempo de inundação a 11% de radiação relativa ($n = 25$; $F = 1,2$; $P > 0,05$).....79
- Figura 32** Tempo médio de emergência ($n = 25$; $F = 19,6$; $P < 0,01$) (a); velocidade de emergência ($F = 3,7$; $P < 0,05$) (b); Coeficiente de variação do tempo ($F = 0,7$; P

- > 0,05) (c) e índice de incerteza ($F = 0,82$; $P > 0,05$) (d) de plântulas de *Ocotea cymbarum* sob variações do tempo de inundação a 11% de radiação relativa.....80
- Figura 33** Porcentagem de emergência ou germinação das espécies estudadas nos tratamentos controle (0 dias) e após 15 dias de inundação (n=25). $F_{\text{espécie}} = 17,16^{**}$; $F_{\text{interação}} = 3,68^{**}$. ** significativos pelo teste F a 0,01.....81
- Figura 34** Tempo médio de emergência das espécies estudadas nos tratamentos controle (0 dias) e após 15 dias de inundação (n=25). $F_{\text{espécie}} = 16,70^{**}$ $F_{\text{interação}} = 1,78^{\text{ns}}$. ** significativos pelo teste F a 0,01. $^{\text{ns}}$ não significativo.....82
- Figura 35** Velocidade de emergência das espécies estudadas nos tratamentos controle (0 dias) e após 15 dias de inundação (n=25). $F_{\text{espécie}} = 29,54^{**}$ $F_{\text{interação}} = 9,83^{**}$. ** significativos pelo teste F a 0,01.....83
- Figura 36** Coeficiente de variação do tempo das espécies estudadas nos tratamentos controle (0 dias) e após 15 dias de inundação (n=25). $F_{\text{espécie}} = 29,54^{**}$ $F_{\text{interação}} = 9,83^{**}$. ** significativos pelo teste F a 0,01.....84
- Figura 37** Índice de incerteza das espécies estudadas nos tratamentos controle (0 dias) e após 15 dias de inundação (n=25). $F_{\text{tempo de inundação}} = 5,80^{*}$ $F_{\text{espécie}} = 7,45^{**}$ $F_{\text{interação}} = 1,30^{\text{ns}}$. ** significativos pelo teste F a 0,01. $^{\text{ns}}$ não significativo.....85
- Figura 38.** Distribuição da freqüência relativa de germinação de sementes de *Calycophyllum spruceanum* (a) e *Pseudobombax munguba* (b) em relação ao período de observação, para sementes submetidas a 11% de radiação relativa no controle (semeadura direta).....86
- Figura 39.** Distribuição da freqüência relativa de emergência de plântulas de *Laetia corymbulosa* (a), *Ilex inundata* (b) e *Duroia duckei* (c) em relação ao período de observação, para sementes submetidas a 11% de radiação relativa no controle (semeadura direta).....88
- Figura 40.** Distribuição da freqüência relativa de emergência de plântulas de *Tabebuia barbata* (a) e *Piranhea trifoliata* (b) em relação ao período de observação, para sementes submetidas a 11% de radiação relativa no controle (semeadura direta).....90
- Figura 41** Distribuição da freqüência relativa de emergência de plântulas de *Ocotea cymbarum* em relação ao período de observação, para sementes submetidas a 11% de radiação relativa no controle (semeadura direta).....91
- Figura 42** Médias do comprimento do epicótilo das plântulas das 10 espécies estudadas, classificadas de acordo com os estágios de sucessão: 1 sucessão

secundária inicial; 2 sucessão secundária tardia; 3 clímax de várzea baixa e 4 clímax de várzea alta ($F = 10,2$; $P = 0,01$).....	99
Figura 43 Gráfico do modelo de regressão exponencial do comprimento do epicótilo em função da massa fresca das sementes das espécies estudadas.....	99
Figura 44 Número total plântulas observadas por espécie nas respectivas áreas de coleta ($F = 20,12$ $p = 0,001$).....	103

1. Introdução

1.1 Caracterização da região e classificação da vegetação em áreas inundáveis da Amazônia

Na região amazônica, a distribuição da vegetação é controlada primariamente pelo clima, e o aparecimento de coberturas vegetais distintas é atribuído aos diversos tipos de solo, associado às condições hidrológicas e ao relevo, originando a formação das florestas de terra firme, das florestas inundáveis e de outras formações vegetais presentes nessa região (Salati 1983; Pires & Prance 1985).

Como consequência do clima sazonal e das fortes chuvas características do clima tropical úmido, pequenas bacias hidrográficas de rios de terra firme apresentam inundações imprevisíveis e geralmente de curto período. Em grandes rios, como o Amazonas e seus principais tributários, a flutuação sazonal na descarga leva ao transbordamento lateral e à longa e normalmente elevada inundações de extensas planícies, nas quais ocorrem formações vegetais características denominadas florestas inundáveis (Junk 1983; Junk *et al.* 1989).

A estrutura e a composição florística das florestas inundáveis têm forte associação com a gênese e a dinâmica dos rios amazônicos (Junk 1980). A primeira classificação das águas fluviais amazônicas foi feita por Sioli (1950), onde visualmente foram distinguidas as águas “pretas”, “brancas” e as águas “claras”. Posteriormente, análises químicas confirmaram que a existência de diferenças entre estes sistemas são fortemente ligadas com a geologia, geoquímica e petrografia das regiões de origem destas águas (Fittkau 1964; Furch 1976; Furch 1984; Sioli 1984).

As águas pretas, com elevado teor de ácidos húmicos, pobres em nutrientes, com pH entre 3 e 5, provenientes da província geológica dos escudos das Guianas e do Brasil Central (Fittkau *et al.* 1975). As águas brancas (e.g, Rio Solimões), com pH entre 6 e 7 cujos sedimentos são oriundos principalmente de terrenos jovens nas regiões andinas e pré andinas, razão pela qual grande quantidade de material dissolvido e em suspensão é transportada, conferindo alta fertilidade a esses sistemas e as águas “claras” que apresentam características intermediárias e coloração verde olivácea (Furch 1984).

Se forem consideradas as áreas marginais aos rios de várias ordens e as regiões estuarinas de manguezais, cerca de 20% de toda extensão da Amazônia pode ser classificada como área inundável (Piedade *et al.* 2001). Porém, se considerarmos apenas

as áreas associadas aos grandes rios, 300.000 km² ou 6% da região amazônica formam as grandes áreas inundáveis, separadas de acordo com a quantidade de nutrientes e tipos de sedimento em várzeas e igapós. Deste total estima-se que as várzeas cubram uma área de cerca de 200.000 km² ou 4% de todos os sistemas inundáveis da Amazônia brasileira (Junk 1993).

Kiel & Prance (1978) e Prance (1979) foram os primeiros a classificar as florestas inundáveis como “várzeas e igapós sazonais”, também com base na qualidade da água dos rios. Posteriormente estudo relatando os bioelementos presentes nas folhas, nas cascas e na madeira de uma série de espécies amostradas nestas áreas, corroborou com argumentos biogeoquímicos esta classificação (Klinge *et al.* 1995).

1.2 Teorias ecológicas relacionadas aos sistemas hidrológicos

Assim como as planícies de outros grandes rios, como o Nilo, nas planícies da Amazônia o fluxo da inundação é monomodal. As florestas e suas bordas localizadas entre rios ou nas planícies de várzea, permanecem inundadas cerca de 5-7 meses por ano dependendo da elevação do terreno e da altura da coluna de água (Junk *et al.* 1989; Adis 1997). O ciclo das águas exerce influência na geomorfologia local através de processos equilibrados de erosão e sedimentação sazonais (Junk & Welcomme 1990). Uma das teorias que explicam as características das comunidades em relação ao sistema hidrológico é descrita no conceito de Contínuos Fluviais (*River Continuum Concept*). Este conceito estabelece que as comunidades fluviais apresentam estruturas e características funcionais adaptadas a responder seguindo um gradiente contínuo de condições físicas partindo da cabeceira até a foz dos rios (Vannote *et al.* 1980). Assim, as comunidades compostas por organismos consumidores e produtores localizados na foz são capazes de aproveitar o que não é utilizado pelas comunidades localizadas nas cabeceiras dos rios, gerando então este contínuo. Entretanto, cursos fluviais que apresentam mudanças no período, frequência e intensidade de inundação, resultam em um ambiente com características hidrológicas e geomorfológicas diferenciadas (Junk *et al.* 1989).

As várzeas e os igapós na bacia Amazônica apresentam diferenças entre períodos e intensidade das inundações, na estrutura do solo e na vegetação, o que confere a estes locais uma série de habitats distintos em escalas menores, os quais apresentarão componentes tanto do sistema fluvial principal, como das áreas inundáveis adjacentes (Junk *et al.* 1989). Estes fatores associados determinam e regulam os padrões das

comunidades locais, como a fenologia, a migração, o período reprodutivo e o crescimento (Campos *et al.* 1996). Com base nestas características, Junk *et al.* (1989) desenvolveram um conceito complementar ao conceito de contínuos fluviais – o Conceito de Pulso de Inundação (*Flood pulse concept*), estabelecendo relações entre a biota e o ambiente físico, onde as flutuações (pulsões) na descarga de sedimentos fluviais atuariam como a maior força controladora da biota nas planícies inundáveis dos grandes rios. Assim, este ciclo de águas regularia: 1) os processos geomorfológicos – determinando a sedimentação e erosão sazonalmente (Junk & Welcomme 1990); 2) a estrutura da paisagem – modificando as características estruturais das florestas e dos habitats locais (Prance 1979; Campos *et al.* 1996); e 3) a biota local – influenciando, por exemplo, a fenologia e a formação de anéis de crescimento anual na madeira de algumas espécies arbóreas (Worbes 1983; 1985; 1986; Worbes & Junk 1989).

1.3 Classificação das florestas de várzea da Amazônia e a dinâmica de colonização.

Os mecanismos pelos quais as plantas toleram ambientes alagados são complexos, e envolvem interações metabólicas, anatômicas e morfológicas (Gill 1970; Kozlowski 1997; Lobo & Joly 1998). Nas áreas inundáveis da Amazônia Central, a colonização parece ter ocorrido com espécies da terra firme, que invadiram as planícies fluviais durante eventos geológicos de descida do nível do mar e dos rios, especialmente durante o Pleistoceno (Haffer & Prance 2001). O potencial adaptativo das diferentes espécies seria então dependente do tempo em que essa colonização ocorreu, da velocidade da água, da textura do sedimento, da taxa de sedimentação, e da periodicidade de inundação (Junk 1984; Kubitzki 1989; Kozlowski 1997; Parolin 2001a).

A utilização de estratégias de colonização diferentes origina seqüências sucessionais e zonações de espécies ao longo de um gradiente de inundação (Junk 1989b; Ferreira 1991). Esta zonação corresponde a um tipo de sucessão denominada alogênica (modificações impostas por fatores externos àquele sistema ou fatores abióticos), decorrente da deposição de sedimentos anuais, resultando em uma vagarosa elevação destes habitats, reduzindo então o estresse da inundação. Isso possibilita que após algumas décadas ou séculos apareça uma fase terrestre longa o suficiente para permitir a substituição da comunidade de plantas até o estágio final de clímax. Nessas condições, ou seja, quando a comunidade de plantas se encontra estável, um outro tipo de sucessão, denominada “autogênica” (modificações impostas por fatores gerados pela

própria comunidade ou fatores bióticos) pode ser observada dentro das florestas inundáveis (Tansley 1929; Junk & Piedade 1997; Wittman *et al.* 2004).

O grupo de espécies colonizadoras pode então ser diferenciado por características tais como, ciclo de vida, taxa de crescimento e densidade da madeira e classificados em quatro diferentes estágios serais: espécies pioneiras e de estágios iniciais de sucessão primária, espécies iniciais, tardias e clímax de sucessão secundária (Worbes *et al.* 1992; Worbes 1997). Durante a fase terrestre plântulas das espécies de estágios serais tardios crescem por toda a planície de inundação, porém muitas delas são eliminadas durante a próxima fase aquática, mantendo grande parte da vegeta o da planície inundada em constante estágio inicial de sucessão (Junk & Piedade 1997).

A dinâmica dos rios da Amazônia peruana apresenta um padrão semelhante ao da Amazônia Central e também causa um distúrbio em grande escala nas florestas de planície. Essa dinâmica inclui além da erosão lateral, as mudanças dos meandros dos rios (erosão, deposi o, abandono do canal) e inunda es anuais entre dezembro e abril que criam, destroem e recriam forma es de terras fluviais (Salo & Kalliola 1991). A deposi o ocorre no banco convexo das curvas do meandro e formam uma seq ncia de dunas paralelas ao curso do rio nas quais acontece uma sucessão de floresta primária seqüencial. A sucessão segue ininterruptamente até que o canal do rio, migrando, corta o meandro de um ângulo diferente criando um mosaico de florestas de sucessão dentro da planície dos meandros presentes (Salo *et al.* 1986).

Nas áreas inundáveis a comunidade de sucessão primária   dominada por árvores que crescem rapidamente e que não toleram sombra como *Alchornea castaneifolia* (Amazônia Central) e *Tessaria integrifolia* (Amazonia Peruana), esta última espécie   a primeira árvore pioneira a aparecer, pois as plântulas dela podem tolerar a alta exposi o luminosa desse ambiente. A coloniza o sucessiva de outras árvores torna-se possível apenas depois da mudança do microclima por *Tessaria* (Salo & Kalliola 1991; Salo *et al.* 1986). Cerca de 26 % dessas florestas são caracterizadas por atividades de erosão e deposi o que trazem consigo a coloniza o de áreas recém formadas nas quais não há um banco de sementes disponível, constituindo, desta forma, um processo de sucessão primária (Salo & Kalliola 1991).

No entanto, distúrbios causados pelo rio, por tempestades ou por fatores antrópicos, resultam no surgimento de grupos de plantas de sucessão secundária (Ewel 1983), em que diferentes estágios serais podem ser observados e as comunidades de plantas se diferenciam fortemente pela composi o de espécies. A sucessão secundária de uma comunidade de árvores nas florestas inundáveis, por outro lado, não ocorre de

maneira constante nem é previsível. A erosão lateral e as mudanças dos canais dos rios repetitivamente perturbam as florestas de planícies de inundação, criando um mosaico de florestas com uma heterogeneidade de idades maior do que poderia ser resultado de regeneração em clareiras, como ocorre na terra firme. O distúrbio causado pela queda de árvores é em torno de 3 a 5% das áreas de floresta, sendo menos intenso que o distúrbio erosivo (Salo *et al.* 1986).

Na Amazônia Central as áreas recém formadas são dominadas por formações, na maioria das vezes, monoespecíficas, onde as árvores apresentam características de espécies pioneiras (Swaine & Whitmore 1988) com ciclos de vida curtos, rápido crescimento e baixa densidade da madeira, como ocorre com as espécies *Salix martiana*, *Cecropia* spp. e *Pseudobombax munguba*. Áreas mais antigas, por sua vez, são dominadas por espécies de ciclos de vida longos, crescimento lento e elevada densidade da madeira como *Piranhea trifoliata*, *Manilkara* sp., *Tabebuia barbata*.

Das porções mais baixas, caracterizadas pela presença de poucas espécies, a diversidade aumenta no gradiente sucessional, ocorrendo nas porções mais elevadas comunidades com mais de 100 espécies por hectare (Worbes *et al.* 1992; Campbell *et al.* 1992; Worbes 1997; Wittmann *et al.* 2002).

Wittmann *et al.* (2002) classificaram as principais unidades de vegetação encontradas na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá com base nas diferenças encontradas na distribuição de espécies e na estrutura dessas comunidades. As variações encontradas justificaram a classificação de dois tipos de habitats, as várzeas baixas, submetidas a uma inundação anual maior que 3 m de profundidade da coluna de água e com duração acima de 50 dias de inundação em média. Nesses ambientes são encontradas árvores pertencentes aos estágios de sucessão secundária inicial, tardia e clímax (Worbes 1997), e as várzeas altas (Aubreville 1961 **apud** Prance 1979), descritas também como restingas altas (Ayres 1995), submetidas a uma inundação anual menor que 3 m de profundidade da coluna de água e abaixo de 50 dias de inundação em média. O número de indivíduos e a alta diversidade de espécies nas várzeas altas são comparável aos estágios clímax de florestas de terra firme (Wittmann *et al.* 2002). Esses ambientes funcionariam como zona de transição facilitando a imigração de espécies da terra firme que não são primariamente adaptadas à inundação, o que aumenta exponencialmente a riqueza de espécies nessas áreas, que possuem comparativamente elevada similaridade florística (acima de 30%) com as florestas de terra firme (Wittmann *et al.* 2006).

A classificação destes dois tipos de florestas é primariamente dependente das diferenças na topografia, que resultam em diferentes alturas da coluna de água e duração do período de inundação, reduzindo a dinâmica geomorfológica, e dos processos de sucessão natural das espécies, resultando em diferentes tipos de florestas, onde a diversidade de espécies e a complexidade estrutural são diretamente proporcionais ao aumento da idade de cada formação (Campbell *et al.* 1992; Wittmann *et al.* 2002). Os dois ambientes, várzea baixa e várzea alta, são caracterizados pela dominância de espécies de árvores características, provavelmente definidas por suas adaptações a pressão anual de inundação. Entretanto, além da influência da dinâmica geomorfológica e da história geológica, as modificações antropogênicas locais podem ser fatores determinantes do padrão de diversidade encontrado nas florestas de várzea (Wittmann *et al.* 2004).

Dentro de um gradiente longitudinal de leste para oeste, o aumento da diversidade de espécies nas florestas de várzea apresenta um padrão similar ao descrito para as florestas de terra firme da Amazônia (Wittmann *et al.* 2006).

Portanto, a descrição da dinâmica de colonização, mostra que de uma maneira generalizada e por motivos diferenciados, os padrões de sucessão se repetem dentro das florestas inundáveis da bacia amazônica como um todo.

1.4 A importância e a utilização dos recursos nas florestas de várzea.

A planície de inundação deveria ser considerada como área prioritária para conservação e manejo dos recursos naturais da Amazônia (Goulding 1980; Junk 2000; Barthem 2001), uma vez que suas florestas são as principais fontes tróficas que sustentam a biota aquática na bacia amazônica, fornecendo frutos, sementes, folhas, invertebrados e outros itens, que desempenham papel fundamental na manutenção deste ecossistema (Barthem 2001).

Phillips *et al.* 1994 estimaram que 80% dos recursos explorados nas florestas são utilizados para subsistência das populações ribeirinhas nas planícies de inundação na Amazônia Ocidental, no entanto, a super exploração desses produtos coloca em risco a autonomia cultural dos povos amazônicos, portanto, o auxílio no controle no uso desses recursos deveria ser a prioridade das ações conservacionistas nesses ambientes.

Por outro lado, as áreas de várzea estão provavelmente entre os poucos habitats da bacia Amazônica onde um manejo florestal sustentável para a produção de madeiras é favorecido, devido ao permanente suprimento de nutrientes trazidos pela inundação anual e ao crescimento rápido da maior parte das espécies arbóreas locais (Schöngart *et al.*

2002). Entretanto, para avaliar a sustentabilidade das opções de manejo, uma análise mais detalhada na estrutura da floresta na regeneração deste sistema e nas taxas de sobrevivência das árvores ainda é necessária (Parolin 2000a).

Muitas espécies de árvores comuns nas planícies inundáveis são de importância comercial e têm sido exploradas intensivamente. No estado do Amazonas quase toda a produção industrial de madeira depende da várzea. Em 1992, por exemplo, 90% do total da produção de madeira foram provenientes da várzea e apenas 10% das florestas de terra firme (Higuchi *et al.* 1994).

Do ponto de vista econômico a exploração de madeira é possivelmente uma das atividades mais importantes nas planícies de inundação do médio Solimões, com uma produção de vinte mil m³ de madeira serrada e toras registrada entre 1993 e 1994. Contudo, a crescente diminuição dos diâmetros de corte e a substituição gradual das espécies exploradas nestas florestas, são um claro indicativo de que estes recursos não estão sendo utilizados de maneira sustentável (Albernaz & Ayres 1999).

No que se refere às atividades de uso da terra e recursos pesqueiros, as planícies de várzea são geralmente consideradas áreas férteis com um elevado potencial de uso para produção agrícola, pesca, cultivo de animais e silvicultura, devido à entrada anual de novos nutrientes no sistema durante a inundação, substituindo as perdas causadas pela colheita (Junk 1984; Ayres 1995; Barthem 2001). Além disso, esses ambientes são adaptados a perturbações naturais e se recuperam rapidamente. Isto somente é válido quando o pulso de inundação, não é modificado. Assim, as condições ecológicas próprias podem ser mantidas, favorecendo a alta diversidade de espécies, a densa cobertura vegetal, uma vez que estas condições não são apenas a expressão de uma alta produtividade, mas antes de tudo da presença de um mecanismo de retenção de nutrientes e da eficiência no uso desses pelo sistema (Fittkau *et al.* 1975; Junk 2000; Conserva & Piedade 2001).

Araújo Lima & Goulding (1998) atribuem aos frutos e sementes das florestas inundáveis um importante papel como alimento para as populações locais da bacia Amazônica. Sabe-se que existem na região centenas de espécies frutíferas nativas, com diferentes níveis de importância, mas a produção e o potencial para exploração comercial dessas espécies ainda não foi avaliado (Peters 1989). Muitas são espécies típicas dos ambientes de várzea (e.g. Açaí - *Euterpe* sp.; Genipapo - *Genipa* cf. *americana*; Murici - *Byrsonima* sp.; Biribá - *Annona lypoglauca*; Bacuri - *Rheedia* sp.; Camu-camu – *Myrciaria dúbia*, Abio – *Neolabatia* sp.) com valores nutricionais reconhecidos para as populações

humanas e importantes para manutenção dos recursos genéticos dessa região (Goulding 1980; Clement *et al.* 1982).

As atividades de exploração madeireira, agricultura, extração de frutos e fibras vegetais entre outras, modificam o ambiente de alguma forma e a composição de espécies. Ainda assim, alguns destes recursos podem ser obtidos com baixo impacto nas floresta, e sua sustentabilidade depende da intensidade com que a atividade é praticada (Parolin *et al.* 2004). O conhecimento da biologia das espécies pode ajudar a avaliar e planejar melhor os níveis e formas de exploração.

1.5 A biologia das sementes e plântulas e sua importância para conservação e manejo das florestas tropicais com ênfase nas florestas de várzea

A acelerada taxa de destruição das florestas tropicais resulta em perdas catastróficas de produtos florestais renováveis e de uma variedade de serviços essenciais para manutenção da vida na terra. Portanto, especialmente em áreas prioritárias, são necessárias pesquisas como as que se referem aos aspectos da biologia das sementes e plântulas, e das respostas das espécies a determinadas pressões ambientais, tais como inundação e pressão antrópica, para que se possa aumentar a produção desse benefício, mantendo a sustentabilidade e a biodiversidade das áreas de florestas (Bawa *et al.* 1990; Kozlowski 2002).

O papel dos frutos na cadeia trófica é indiscutível, e a relação frugívora versus dispersão das sementes, além de pertencer à base da cadeia alimentar, é um dos fatores responsáveis pela distribuição e manutenção da diversidade de árvores nas florestas tropicais (Janzen 1970; Howe 1980; Terborgh 1986; Terborgh *et al.* 2002).

Para a maioria das espécies arbóreas das florestas inundáveis, tanto de várzea quanto de igapó, o período de frutificação coincide com o início da inundação, sugerindo que em termos evolutivos, a sincronização da frutificação com o período de inundação deve haver precedido a origem de características relacionadas ao tipo de dispersão e germinação (Kubitzki & Ziburski 1994).

Nestes ambientes, a capacidade de flutuação é considerada o mecanismo mais importante para dispersão de sementes, uma vez que a flutuação pode aumentar a distância de dispersão das sementes, principalmente daquelas menores, mais prováveis de serem ingeridas por peixes (Gottsberger 1978; van der Pijl 1972; Goulding 1980; Kubitzki & Ziburski 1994; Ayres 1995; Oliveira-Wittmann *et al.* 2006). A variação sazonal

do nível da água também pode ser uma característica ecológica importante (Gottsberger 1978).

Desta forma, o conhecimento dos aspectos morfológicos dos frutos e sementes auxilia na compreensão das diferentes estratégias que as espécies podem utilizar dentro de ambientes ecologicamente tão diversos como as florestas de várzea.

O conhecimento da biologia da semente é uma das ferramentas básicas para manejo das populações de plantas (Vazquez-Yanes & Orozco-Segovia 1993). As sementes apresentam quatro funções importantes na persistência das populações: 1) reprodução da espécie; 2) dispersão da espécie vegetal dentro de uma comunidade, 3) expansão para novos territórios ou outros habitats; e 4) sobrevivência do germoplasma através de mecanismos morfo-fisiológicos superando estações ou condições ambientais desfavoráveis para o desenvolvimento e sobrevivência da planta (Vazquez-Yanes & Orozco-Segovia 1993). Características como a duração da germinação e a morfologia inicial das plântulas também são fatores intimamente relacionados com as estratégias de estabelecimento das espécies em um determinado habitat (Ng 1978).

Para as áreas inundáveis, um dos fatores limitantes ao processo de germinação é o suprimento de O₂ para as enzimas respiratórias das sementes, que é reduzido quando os poros do solo estão saturados de água. No entanto, existe uma grande variação na tolerância das sementes de diferentes espécies ao alagamento do solo, e muitas delas podem permanecer viáveis mesmo depois de longos períodos de inundação (Kozlowski *et al.* 1991; Ziburski 1991; Scarano 1998).

Sementes como as das espécies pioneiras da várzea, *Salix martiana* e *Pachira aquatica* flutuam, e muitas vezes iniciam a germinação na água, quando ainda estão flutuando, o que pode trazer alguma vantagem competitiva em regimes onde a inundação é rasa e de curta duração (Kozlowski 1984; Kubitzki 1985; Oliveira 1998; Wittmann *et al.* 2006). Outras espécies como *Vitex cymosa*, *Cecropia latiloba* e *Cecropia membranacea* não apresentam dormência pronunciada, germinando prontamente logo após a exposição dos solos da floresta, quando da descida das águas (Kubitzki & Ziburski 1994), o que pode também ser interpretado com quiescência. Entretanto, 11 espécies de árvores presentes na floresta inundada do rio Machado, estado de Rondônia, germinaram somente após passar pelo trato digestivo dos peixes, indicando a presença de algum tipo de dormência e relativamente alta longevidade (Goulding 1980). Para espécie *Himatanthus sucuuba* experimentos de germinação mostraram que as sementes apresentavam elevadas taxas de germinação na água, mas que esta ocorria somente após a retirada da casca que as envolvia, sugerindo uma dormência mecânica imposta

pelo tegumento (Ferreira *et al.* 2005). Esta capacidade das sementes permanecerem dormentes sob a água, em regimes de profunda e prolongada inundação, tende a prevenir perdas de toda uma safra durante a fase aquática (Kozlowski 1984). Em experimentos com *Carapa guianensis* Scarano *et al.* (2003) demonstraram que a viabilidade das sementes germinadas depende da duração do período de inundação e que uma mesma espécie pode apresentar dois comportamentos, germinar, emitir epicótilo e folhas ainda na água ou inibir a germinação durante o período de flutuação.

Em estudos de germinação e estabelecimento, diferenças na longevidade dos cotilédones, comprimento das folhas e altura das plântulas foram encontradas em 31 espécies da várzea e igapó. Esses resultados podem refletir o papel da disponibilidade de nutrientes nos dois ecossistemas (Parolin 2001a).

Além da dormência, o tamanho das sementes pode ter um importante efeito sobre a adaptabilidade em certos habitats e sobre a qualidade e o tamanho das plântulas (Capinera 1979; Agboola 1996). Existem muito mais vantagens para colonização e manutenção do banco de sementes para as espécies que produzem frutos com muitas sementes pequenas, do que naquelas que produzem frutos com poucas sementes grandes (Grubb 1998). Para as áreas inundáveis, por exemplo, sementes grandes e pesadas (7 g em média) são encontradas principalmente nos ambientes pobres em nutrientes, como o igapó, enquanto nas várzeas a produção de sementes de pequeno e médio porte (1 g em média) é predominante (Parolin 2000b).

A despeito dos avanços da pesquisa florestal na Amazônia, durante as últimas décadas, informações sobre as estratégias utilizadas pelos vegetais em resposta à disponibilidade dos recursos primários (temperatura, C O₂, nutrientes, luz e água), ainda são escassas (Liberato 2005). Portanto, essas estratégias necessitam ser investigadas, em especial, porque interferem de forma direta no processo fotossintético, responsável por cerca de 90% da matéria seca acumulada pelas plantas durante o processo de formação de biomassa (Benincasa 2003).

O ganho de biomassa, por conseguinte, é determinante para o sucesso do estabelecimento de uma espécie vegetal em uma determinada área (Gonçalves *et al.* 2003). Dentre os fatores abióticos, a luz destaca-se como um dos recursos primários de maior influência sobre a vegetação, interferindo quantitativa e qualitativamente nos processos funcionais das plantas. Assim, diferentes níveis de irradiância induzem nos vegetais mudanças morfofisiológicas, que são resultantes de suas características genéticas em interação com o meio ambiente, para permitir melhor aproveitamento desse recurso (Moraes Neto & Gonçalves 2001).

Na tentativa de compreender como o comportamento germinativo está relacionado à complexidade da interação pulso de inundação e estágio de sucessão, dois fatores representativos cuja resposta germinativa pudesse ser testada, foram selecionados: o tempo de inundação e a intensidade de luz.

A caracterização morfológica das sementes e plântulas constitui a fase inicial no estudo do ciclo biológico das espécies florestais, contribuindo para o entendimento da própria dinâmica florestal (Vazquez-Yanes & Orozco-Segovia 1993; 1996). Para que se estabeleça o sucesso técnico do manejo florestal é fundamental que se conheça o processo de regeneração natural, o qual depende da disponibilidade de sementes e plântulas das espécies as quais se deseja manejar (Viana 1990).

Dentro do ciclo de vida das plantas com sementes, o recrutamento, o desenvolvimento e a sobrevivência das plântulas são eventos cruciais para o crescimento e manutenção das populações. Recrutamento significa o ingresso de indivíduos em uma categoria qualquer e, no caso de plântulas, esse evento depende da germinação de sementes (emissão da radícula) e do estabelecimento das plântulas (emissão das superfícies fotossintéticas) (Melo *et al.* 2004).

Algumas das pressões adaptativa mais importantes são a sazonalidade do ecossistema, a topografia local e a frequência de perturbações (Opler *et al.* 1980), como por exemplo, a inundação.

Para a maioria das espécies de florestas inundáveis é possível reconhecer basicamente duas estratégias de comportamento germinativo, evitar as condições de dificuldade para crescimento das plântulas ou tolerar essas condições (Parolin 2002).

Vários fatores são relacionados como sendo importantes para a manutenção da alta diversidade de espécies nas florestas tropicais, entre todos se destacam vantagens competitivas adquiridas por algumas espécies para explorar “oportunidades de nichos” refletindo mudanças na forma de responder de algumas espécies (Leigh *et al.* 2004).

Na Amazônia maior parte dos estudos direcionados a conservação e manutenção da biodiversidade das florestas investigam os padrões de diversidade em escalas locais e regionais, comparam a composição e a distribuição geográficas das espécies tanto de várzea quanto de terra firme (Wittmann *et al.* 2006; Parolin *et al.* 2004). Entretanto a investigação do comportamento dessas espécies nas fases iniciais do seu ciclo de vida, não tão estudado, talvez esclareça aspectos relevantes para a manutenção da diversidade desses ambientes (Kozlowski 2002).

A maior parte da diversidade morfológica entre as plântulas reflete adaptações para fatores bióticos e abióticos específicos. Esta é uma fase importante a ser estudada porque

a superação do estágio de plântula é crítica para o sucesso reprodutivo de uma espécie (Garwood 1996). Outros fatores ecológicos relacionados com o estabelecimento e crescimento das plântulas, tais como, variações na morfologia dos cotilédones, são muito grandes e podem fornecer indícios importantes sobre a estratégia de regeneração de uma espécie. O tamanho das sementes, germinação e a emergência de plântulas são também características de interesse especial para este fim (Garwood 1996).

2. Justificativa

A regeneração das espécies arbóreas de várzea ocorre sob o dossel, em clareiras ou em áreas abertas como praias ao longo dos rios, canais interfluviais e lagos (Junk & Piedade 1997). Sabe-se que, em florestas de terra firme o tempo necessário para uma plântula atingir a condição de árvore de dossel é da ordem de alguns anos, no caso de árvores pioneiras, até décadas, no caso de espécies climácicas (Swaine & Whitmore 1988). Já para as florestas de áreas inundáveis essas informações praticamente não existem ou são baseadas em estudos de curta duração (Piedade 1985; Piedade *et al.*, 2006). Por outro lado, enquanto em áreas de terra firme a regeneração florestal depende principalmente da demanda de luz das plântulas em clareiras (Bazzaz 1991), a inundação periódica   provavelmente o fator mais importante para o estabelecimento de plântulas em ambiente inundáveis (Wittmann & Junk 2003).

As características presentes nas espécies de árvores da várzea, relacionadas   morfologia de frutos e sementes, tipos de germina o e o comportamento dessas espécies quanto a suas estratégias de sobrevivência (velocidade e distribui o das freq ncias de germina o, tipos morfológicos e padrões de recrutamento das plântulas), podem contribuir para o entendimento da dinâmica destas comunidades.

Identificar como essas características se manifestam nos diferentes estágios de sucessão da várzea, como as espécies se estabelecem e se perpetuam, pode ainda servir como base para o manejo e a conserva o dos diferentes ecossistemas da região amazônica.

O estudo das espécies submetidas em seu ambiente natural a diferentes regimes de inunda o e luz, pertencentes a diferentes estágios de sucessão, submetendo-as a mesma dura o de inunda o e intensidade de luz, nos permite comparar as respostas apresentadas como resultado da intera o significativa ou não entre esses dois fatores.

Tais parâmetros foram medidos considerando a radia o solar (luz) um dos mais relevantes na produ o de matéria orgânica pelas plantas e força motriz de muitos processos ecológicos (Schaik *et al.* 1993) e a periodicidade do pulso de inunda o um dos fatores abióticos predominantes na determina o dos fen menos fenológicos nos ambientes de várzea (Wittmann & Parolin 1999; Sch ngart *et al.* 2002).

3. Hipóteses

O comportamento germinativo das espécies estudadas é reflexo dos estágios de sucessão a que representam:

“O fator determinante das respostas germinativas apresentadas será luz, independente da interação com o tempo de inundação”.

H_a – Maior investimento das espécies dos estágios iniciais no esforço reprodutivo, produção abundante de pequenas sementes, plântulas menores de rápido crescimento.

H_b – As taxas de germinação e a velocidade de emergência serão maiores para as sementes das espécies pertencentes aos estágios iniciais de sucessão e vice e versa.

O comportamento germinativo é reflexo da pressão anual de inundação a que as diferentes espécies são submetidas

“As respostas germinativas apresentadas serão reflexos da interação significativa entre tempo de inundação e disponibilidade de luz”

H_c – Maior necessidade de luz e tolerância à inundação (maior viabilidade) nas espécies dos estágios iniciais da sucessão e vice versa.

H_d – Sob os tratamentos de inundação as espécies dos estágios iniciais apresentarão maior velocidade de emergência das plântulas, enquanto nas espécies dos estágios tardios e clímax os tratamentos de inundação reduzem a velocidade de emergência

4. Objetivos

4.1 Objetivo geral

Identificar as estratégias de colonização das espécies arbóreas mais freqüentes nos estágios de sucessão das várzeas e suas características associadas aos processos de dispersão e germinação de sementes e emergência de plântulas sob variações dos tempos de inundação e intensidade luminosa.

4.2 Objetivos específicos

- a. Descrever a morfologia dos frutos e sementes das seguintes espécies: *Ficus anthelminthica* (caxinguba); *Calycophyllum spruceanum* (mulateiro); *Pseudobombax munguba* (munguba) *Ilex inundata* (chumbinho) *Duroia duckei* (apurui); *Laetia corymbulosa* (sardinheira) *Tabebuia barbata* (capitari); *Piranhea trifoliata* (piranheira); *Ocotea cymbarum* (louro-inamui); *Hura crepitans* (assacu).
- b. Quantificar a capacidade germinativa e a velocidade de emergência das plântulas dessas espécies sob simulações das condições ambientais dos seus respectivos locais de ocorrência.
- c. Verificar a distribuição da germinação ou emergência no tempo quando as sementes são submetidas a diferentes regimes de inundação e níveis de radiação relativa.
- d. Comparar os padrões de germinação e emergência encontrados entre as espécies e os diferentes estágios de sucessão.
- e. Descrever morfologicamente o desenvolvimeto das plântulas das espécies estudadas.
- f. Determinar o efeito dos tratamentos na biomassa das plântulas produzidas
- g. Avaliar o padrão de recrutamento de plântulas encontrado após um período de inundação.

5 Metodologia

O trabalho foi executado em quatro etapas: 1) A escolha das espécies e marcação dos indivíduos no campo; 2) A coleta de frutos e sementes nas Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã – RDSA e Mamirauá - RDSM. 3) Os experimentos de germinação (realizados na casa de vegetação do Projeto Inpa/Max-planck, sede do INPA, Manaus); 4) A avaliação da densidade e do padrão de recrutamento das plântulas.

5.1 Área de estudo

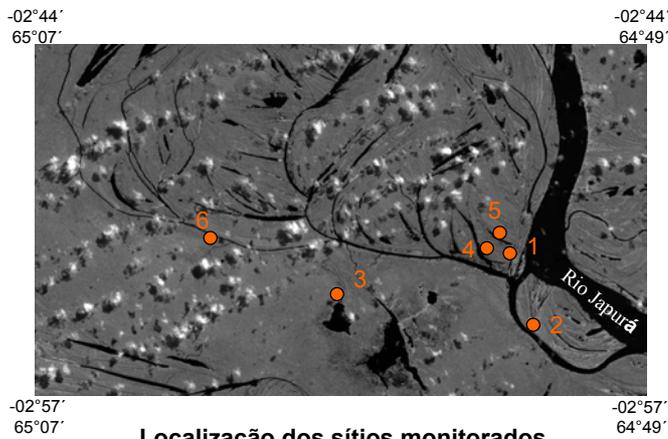
A Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (2° 51' S, 64° 55' W), localizada a 70 km a NW do município de Tefé – AM, esta situada em uma área de 1.124.000 ha, entre os rios Japurá e Solimões, composta caracteristicamente por florestas inundáveis de várzea, onde a amplitude média de inundação foi de 10,8 m entre 1995 e 2000 (Ayres 1995; Wittmann 2001).

A planície inundável dos rios Solimões e Japurá, na qual se insere a RDS Mamirauá, possui um mosaico de corpos de água, onde os lagos são conectados, ao menos durante o período de cheia, a outros lagos, a canais, ou aos próprios rios, sendo por isso denominado de “sistemas de lagos” (Queiroz & Crampton 1999).

Dentro da RDSM existem oito parcelas de 1 hectare localizadas no setor Jarauá (Figura 1), inventariadas para estudos de comunidades arbóreas. As árvores destas parcelas estão mapeadas e identificadas, com a localização e a topografia do terreno, o que indica a posição exata de cada indivíduo marcado em cada uma das áreas, bem como o nível médio de inundação anual ao qual cada parcela esta submetida (Wittmann 2001; Schöngart 2003).

A Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã (1° 30' S, 65° 00' W), localizada na região central do estado do Amazonas, abrange os municípios de Barcelos, Coari, Codajás e Maraã, cobrindo uma área de 2.350.000 ha, entre os Rios Negro, Japurá e Solimões. Segundo Ayres (1995), parte da área é constituída por florestas de terra firme, cuja origem remonta à Era Terciária, enquanto a outra parte é formada por florestas alagadas de várzea e de igapó, que surgiram em períodos mais recentes sendo influenciadas pelas águas brancas, provenientes dos Andes, e pelas águas pretas que se originam na bacia amazônica (Figura 2).

Dentro da RDSA existe um sistema de trilhas, quatro das quais se encontram estabelecidas em áreas de várzea (126.896 ha), que correspondem a cerca de 5% da área total da Reserva.



Localização dos sítios monitorados, setor Jarauá

- 1 = Arribada, estágio secundário inicial
- 2 = Nova Colombia, estágio secundário
- 3 = Panelão, estágio secundário tardio
- 4 = Mujú I, estágio climax
- 5 = Mujú II, estágio climax
- 6 = Paracuúba, estágio climax da várzea alta

Planta dos sítios monitorados

distribuição de espécies

modelos de terreno digitais

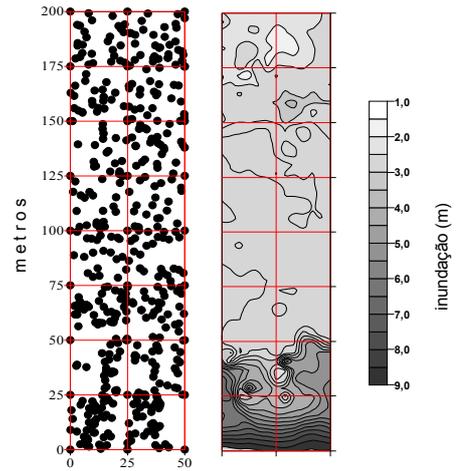


Figura 1. Mapa com a localização da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá e das parcelas inventariadas (setor Jarauá). Fonte Wittmann 2001.

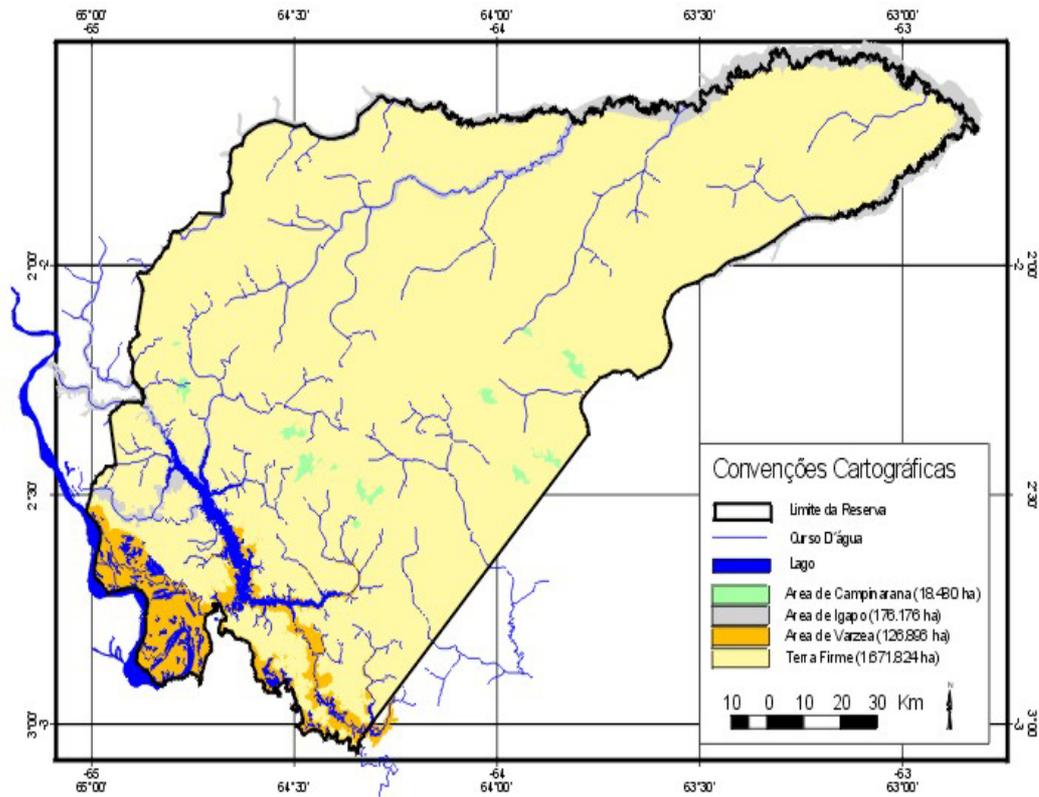


Figura 2. Mapa com a localização das áreas de várzea da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã – Fonte IDSM.

5.2 Critérios de seleção das espécies

Com base nos dados dos inventários florestais realizados, as espécies de árvores utilizadas, foram selecionadas: 1) por serem dominantes em um dos estágios dentro do gradiente de sucessão; 2) pela alta frequência de ocorrência; 3) por sua importância comercial; 4) E importância ecológica. Foram escolhidas quatro áreas classificadas por Schöngart (2003) como diferentes estágios sucessionais de acordo com a composição de espécies e dendrocronologia dos indivíduos.

Área 1 – Dorico – com espécies da sucessão secundária inicial da várzea baixa *Ficus anthelmintica*, *Calycophyllum spruceanum* e *Pseudobombax munguba*.

Área 2 – Gavão- sucessão secundária tardia da várzea baixa – *Ilex iniundata*, *Duroia duckei* e *Laetia corymbulosa*.

Área 3 – Mujuí - estágio clímax de várzea baixa - *Tabebuia barbata* e *Piranhea trifoliata*.

Área 4- Paracuuba - estágio clímax de várzea alta - *Ocotea cymbarum* e *Hura crepitans*.

5.3 Descrição botânica das espécies selecionadas

(Fonte das descrições abaixo Wittmann *et al* em preparação)

***Ficus anthelmintica* Mart. (Moraceae)**

Distribuição geográfica: América Ocidental, America Central, América Oriental; **Densidade da madeira:** 0.35-0.38 g cm⁻³; **MDI (incremento médio do diâmetro):** 40.0 mm yr⁻¹

Árvore característica de estágios secundários da várzea baixa, com crescimento acelerado e uma idade máxima de \pm 45 anos. Base digitada, ou com pequenas raízes tabulares. Ritidoma marrom escuro, com fissuras e lenticelas verticalmente orientadas. Floema marrom claro, casca viva vermelha, alborno branco. Látex leitoso em abundância. Folhas alternas, simples, espiralmente arranjadas, obovadas com base truncada, verde brilhosas nas duas faces. Estípula terminal coberta por pelos. Uso: Madeira para compensados. O crescimento rápido da espécie na várzea possibilita um manejo sustentável da madeira em ciclos de corte relativamente curtos. O látex é consumido como vermífugo potente, comercializado em forma de pó.

***Pseudobombax munguba* (Mart. & Zucc.) Dugand (Bombacaceae)**

Distribuição geográfica: América do Norte, América Ocidental, América Central; **Densidade da madeira:** 0.21-0.29 g cm⁻³; **MDI (incremento médio do diâmetro):** 6.8 \pm 1.8 mm yr⁻¹

Árvore com ampla distribuição nas várzeas, alcançando idades de até 80 anos (Worbes *et al.* 1992). Base do tronco digitada. Ritidoma cinza, com fissuras verdes verticalmente orientadas. Floema rosado, fibroso, alburno branco. Folhas compostas, palmadas, com pecíolo longo e pulvinado. Nervuras primárias e secundárias amarelas e proeminentes. Flores multiestaminadas brancas, terminais. Uso: Madeira leve para brinquedos, artesanato, e isolamento acústico. Os pelos do fruto são impermeáveis e usados para estofamento de coletes salva-vidas.

***Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook f. ex K. Schum. (Rubiaceae)**

Distribuição geográfica: América Ocidental, América Central; Densidade da madeira: 0.74-0.81 g cm⁻³

Árvore do estrato superior amplamente distribuída nas florestas de várzea. Base do tronco digitada, ou com raízes tabulares. Ritidoma marrom escuro, esverdeado quando novo, casca fina e lisa desprendendo em longas tiras. Floema cor de café, alburno amarelado, oxidando laranja. Folhas opostas, simples, elípticas, com estípula interpeciolar. Domáceas revestidas com indumentos nas axilas das veias secundárias. Flores brancas, aromáticas. Uso: Madeira pesada e dura, resistente à deterioração, usada para construção civil (caibros, vigas, esquadrias, cabo de ferramentas) e lenha. Extrato da casca usada como antimicótico, antiinflamatório, inseticida, e após mordidas de insetos (não confirmado). Árvore ornamental.

***Laetia corymbulosa* Spruce ex Benth. (Flacourtiaceae)**

Distribuição geográfica: América Ocidental, América Central; Densidade da madeira: 0.61-0.67 g cm⁻³; MDI (incremento médio do diâmetro): 2.3 ± 0.6 mm yr⁻¹

É uma das espécies de maior distribuição espacial dentro das várzeas, juntamente com *P. munguba* e *C. spruceanum* (Wittmann *et al.* 2004). Apresenta a base do tronco reta à levemente digitada. Ritidoma marrom a cinza claro, com placas irregulares, densamente lenticelado, áspero. Floema vermelho escuro, alburno creme. Folhas simples, alternas, dísticas, elípticas com ápice agudo e com lâmina serrilhada. Pecíolo engrossado na base, levemente acanalado. Flores brancas em inflorescências axilares. Uso: Extrato das folhas e da casca com propriedades citotóxicas e anticancerígenas.

***Ilex inundata* Poepp. ex Reissek (Aquifoliaceae)**

Distribuição geográfica: América do Norte, América Ocidental, América Central, América oriental; Densidade da madeira: 0.39-0.43 g cm⁻³; MDI (incremento médio do diâmetro): 4.1 ± 1.1 mm yr⁻¹

Árvore do estrato superior de florestas maduras de várzea baixa. Base do tronco acanalada. Ritidoma densamente lenticelado. Floema marrom claro, poroso, alburno creme oxidando a preto esverdeado. Folhas alternas, simples, inteiras, elípticas, com nervura central proeminente na face inferior. Flores em fascículos axilares, com quatro sépalas, pétalas e estames, brancas. Uso: Desconhecido

***Duroia duckei* Huber (Rubiaceae)**

Distribuição geográfica: América Ocidental, América Central; Densidade da madeira: 0.69 g cm⁻³; MDI (incremento médio do diâmetro): 2.5 ± 1.0

Árvore do dossel médio a inferior. Base do tronco reta. Ritidoma marrom avermelhado, desprendendo em faixas transversais. Floema marrom avermelhado, alburno creme amarelado. Folhas simples, opostas, agrupadas no ápice dos ramos. Nervuras central e secundária proeminentes na face inferior. Pecíolo alongado. Ápice dos ramos coberto por uma capa marrom. Flores brancas em inflorescências terminais. Uso: Desconhecido

***Tabebuia barbata* (E. Mey.) Sandwith (Bignoniaceae)**

Distribuição geográfica: América do Norte, América Ocidental, América Central; Densidade da madeira: 0.65-0.79 g cm⁻³; MDI (incremento médio do diâmetro): 1.9 ± 0.4 mm yr⁻¹

Árvore freqüente do estrato superior ocorre tanto na várzea quanto no igapó. Base do tronco reta ou digitada. Ritidoma marrom escuro, verticalmente fissurado, áspero. Floema marrom alaranjado, alburno marrom claro a amarelado. Folhas palmado-compostas, opostas, pulvinadas, com pecíolo longo. Inflorescências com flores roxas, \varnothing 8-10 cm. Floração em massa durante o pico da cheia. Uso: Madeira para construção civil em geral. Extrato da casca com propriedades anticancerígenas.

***Piranhea trifoliata* Baill. (Euphorbiaceae)**

Distribuição geográfica: América do Norte, América Ocidental, América Central; Densidade da madeira: 0.86-0.94 g cm⁻³; MDI (incremento médio do diâmetro): 1.8 ± 0.4 mm yr⁻¹

Árvore do estrato superior, alcançando idades de mais de 400 anos (Worbes *et al.* 1992). Base do tronco digitada, com raízes tabulares. Ritidoma marrom castanho, desprendendo em faixas irregulares, lenticelado, áspero. Floema laranja, alburno creme, com anéis de crescimento distintos. Folhas compostas, trifolioladas, com pecíolo longo. Folíolos com nervura principal amarela proeminente na face inferior, e borda levemente lobada. Flores em panículas verdes, filamentos brancos, estames amarelos. Uso: Madeira resistente e pesada para construção civil, postes, estacas, e carpintaria.

***Hura crepitans* L. (Euphorbiaceae)**

Distribuição geográfica: Neotropical; **Densidade da madeira:** 0.36-0.42 g cm⁻³; **MDI (incremento médio do diâmetro):** 4.2 ± 4.1 mm yr⁻¹

Árvore do estrato superior da várzea alta, freqüente. Base reta, tronco engrossado na base. Ritidoma fissurado, lenticelado, às vezes com espinhos. Floema marrom escuro, albúrnio café. Latex branco aquoso. Folhas simples, espiralmente agregadas, ovadas, com borda serrada, pecíolo longo e um par de glândulas na base da lâmina foliar. Flor feminina solitária, com longo pedúnculo, roxa, flor masculina em espigas. Uso: Madeira para portas, janelas, funilados, brinquedos, compensados, embalagens, e boias flutuantes. Latex de todas as partes da planta é usado como veneno de peixe.

***Ocotea cymbarum* Kunth (Lauraceae)**

Distribuição geográfica: América do Norte, América Ocidental; **Densidade da madeira:** 0.60 g cm⁻³; **MDI (incremento médio do diâmetro):** 3.0 ± 1.8 mm yr⁻¹

Árvore do estrato superior a emergente da várzea alta. Base com raízes tabulares. Ritidoma grosso, escamoso, áspero, com lenticelas esparsas. Floema marrom café, albúrnio amarelo. Exsudato transparente, aromático, com cheiro de menta. Folhas simples, alternas, com pecíolo levemente acanalado, nervura principal verde a amarela, proeminente na face inferior, poucas nervuras secundárias. Flores brancas em inflorescências axilares, pequenas. Uso: Madeira para construção civil em geral, marcenaria, móveis, tábuas. O óleo da madeira contém safrol, que em baixa concentração, é um componente para fragrâncias e perfumes. Tem também propriedades antiinflamatórias e relaxantes (não confirmado).

Além das descrições botânicas outras informações ecológicas importantes, como a classificação dentro de grupos sucessionais, a fenologia foliar, a distribuição dentro dos ambientes de várzea, o índice de valor de importância (IVI), a cota de inundação a qual as espécies estão submetidas em seus respectivos locais de ocorrência, a densidade, e o diâmetro altura do peito (DAP) são apresentadas na tabela 1.

Tabela 1. Classificação sucessional, fenologia foliar, distribuição nos ambientes de várzea, o índice de valor de importância (IVI), a cota de inundação, a densidade, e o diâmetro altura do peito (DAP) dos indivíduos marcados das 10 espécies estudadas.

Espécies	Grupo sucessional dominante ¹	Fenologia foliar	Distribuição		IVI	Nível de inundação*	Densidade (ind/ha)	DAP (n=5)*	Altura (m)
			VB	VA					
<i>Ficus anthelmintica</i>	Secundário inicial	Perenifólia	x		42,2	2,5 – 5,5 m	56	71,55	25-30
<i>Pseudobombax munguba</i>	Secundário inicial	Decídua	x	x	53,7	2,0 – 6,5 m	190	121,67	25-30
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	Secundário inicial	Semi-decídua	x	x	2,3	2,0 – 6,5 m	4	30,20	25-30
<i>Laetia corymbulosa</i>	secundário tardio	Perenifólia	x	x	17,1	2,0 – 4,5 m	29	43,83	20-25
<i>Ilex inundata</i>	secundário tardio	Perenifólia	x		64,4	2,0 – 4,5 m	127	39,33	20-25
<i>Duroia duckei</i>	secundário tardio	Decídua	x	x	30,3	2,0 – 4,5 m	75	25,48	10-15
<i>Tabebuia barbata</i>	Clímax (várzea baixa)	Decídua	x	x	5,3	1,5 – 3,5 m	20	24,30	25-30
<i>Piranhea trifoliata</i>	Clímax (várzea baixa)	Semi-decídua	x	x	7,9	1,5 – 3,5 m	14	79,90	25-30
<i>Hura crepitans</i>	Clímax (várzea alta)	Perenifólia		x	4,3	1,5 a 2,5 m	8	139,60	30-40
<i>Ocotea cymbarum</i>	Clímax (várzea alta)	Semi-decídua		x	6,7	1,5 a 2,5 m	9	46,5	30-35

¹de acordo com área de ocorrência das espécies dentro da RDS Mamirauá. * valores medidos no campo. As demais informações fonte: Schöngart 2003. e Wittmann 2001.

5.4 Coleta dos frutos e sementes

A coleta de frutos foi realizada entre junho e julho de 2004 e abril e junho de 2005, durante o início da enchente e pico da cheia, período máximo de frutificação para a maioria das espécies na várzea. Quando era possível alcançar as copas das árvores, houve a coleta manual dos frutos, e no caso das copas acima de 15 m a coleta foi realizada com auxílio de um podão. Frutos maduros foram identificados por sua coloração diferenciada, mais escuros, marrons, vermelhos ou amarelos, conforme a espécie em questão.

Os frutos foram preservados em sacos de plásticos identificados com a data e o local, acondicionados em uma caixa de isopor, e em seguida, transportados para retirada das sementes que foram utilizadas nos testes de germinação. Os experimentos foram realizados no período máximo de 15 dias após a coleta, em casa de vegetação do Projeto Inpa/Max-Planck, na sede do INPA em Manaus (Figura 3).

5.5 Descrição morfológica dos frutos e sementes

No campo, uma amostra de no mínimo 30 frutos foi medida com paquímetro digital, contado o número de sementes por fruto. As sementes foram avaliadas quanto a massa fresca em amostras de 10, 25 ou 100 sementes de acordo com o tamanho (RAS 1992), descritas morfológicamente. De cada espécie foram observadas as características da morfologia externa como a forma, tamanho, superfície, hilo, presença ou ausência de partes associadas; e da morfologia interna por meio de cortes manuais e com a utilização de lupa (Leica MZ 8), onde foram observadas a posição, e a forma do embrião, quando foi possível sua visualização (Áquila 2004).



Figura 3. Casa de vegetação (15 m de comprimento x 10 m de largura) coberta e cercada com tela de polietileno “sombrite”, com diferentes níveis de radiação solar (70%, 52% e 11%), dispostas a cada 5 m de comprimento, da esquerda para direita, conforme assinalado.

5.6 Testes de germinação ou emergência

Três diferentes porcentagens (70%, 52% e 11%) de radiação foram utilizadas com objetivo de simular as diferentes oportunidades de nichos que as espécies poderiam explorar em condições naturais, tais como: sob dossel fechado (11% de radiação relativa), sob dossel em formação avançada (52% de radiação relativa) e sob dossel de formação inicial ou clareira dentro da mata (70% de radiação relativa).

Foram utilizadas sementes de frutos amadurecidos em seu ambiente natural, evitando assim interferências nos testes de germinação por falta de maturidade dos embriões. Os frutos foram separados de acordo com a área de procedência (Amanã e Mamirauá). Os experimentos foram realizados na casa de vegetação entre julho e dezembro de 2004 e maio a dezembro de 2005

Frutos deiscentes foram colocados em bandejas de plástico em temperatura ambiente, até a abertura espontânea para a liberação das sementes, como os das espécies *Calycophyllum spruceanum*, *Pseudobombax munguba*, *Tabebuia barbata*, *Hura crepitans*. No caso dos frutos indeiscentes ou com deiscência mais demorada as sementes para o tratamento controle foram retiradas manualmente, e para os testes de viabilidade a diferentes períodos de inundação, o fruto inteiro foi inundado como os de *Ficus anthelminthica*, *Ilex inundata*, *Duroia duckei*, *Laetia corymbulosa*, *Piranhea trifoliata*, e *Ocotea cymbarum*.

As sementes foram dispostas em bandejas de plástico de 18 x 27 cm (sementes < 0,5 mm) ou de 25 x 38 cm (sementes < 1 cm), utilizando como substrato solo da várzea, coletados nas cercanias de Manaus. Cada bandeja foi considerada como uma unidade amostral, perfazendo um total de quatro repetições com 25 sementes cada.

5.6.1 Características analisadas

- Porcentagem de emergência ou germinação (**G**). No primeiro caso, o critério de emergência adotado foi a saída da plântula acima do substrato e no segundo caso a protusão da radícula. A “germinabilidade” (% G) representa o número de sementes germinadas em relação ao número total de sementes utilizadas sob determinadas condições experimentais (Ferreira & Borghetti, 2004).
- Tempo médio de germinação ou emergência (Labouriau, 1970) corresponde à média do tempo necessário para um conjunto de sementes germinarem (Ferreira & Borghetti, 2004).

- Coeficiente de Variação do Tempo (**CVT**) – Todos os parâmetros avaliados necessitam de uma medida de dispersão que indique o grau de variabilidade existente na amostra avaliada. O CVT é uma medida de dispersão que tem a vantagem de caracterizar a dispersão dos dados em termos relativos ao seu valor médio (Santana & Ranal 2004).
- Índice de Velocidade de emergência (**IVE**) proposto por Maguire (1962) a equação relaciona o número de sementes germinadas ou plântulas emergidas por unidade de tempo, e apresenta a velocidade como uma ferramenta para avaliar vigor das sementes ou plântulas (Santana & Ranal 2004).
- Índice de incerteza (**I**) – variação da germinação ao longo do tempo, calculado pela diferença entre a distribuição das freqüências de germinação (Labouriau, 1983). A unidade do índice é expressa em *bits*, cada *bit* é uma medida binária que conta os eventos germina e não germina. Desta forma este índice não é influenciado pelo número total de sementes que germinam, nem pelo tempo médio ou pela velocidade de emergência (Santana & Ranal 2004). Na interpretação do índice, quanto menor o valor numérico de I, mais sincronizada será a germinação.
- Freqüência relativa de germinação (**fi**) – Por meio das freqüências é possível observar ao longo do tempo o comportamento germinativo das sementes, uma vez que esse comportamento, numa distribuição de freqüências é caracterizado pela presença de um ou mais valores modais (Santana & Ranal 2004).

5.6.2 Comparação entre duração da inundação e níveis de radiação relativa.

Análises das características germinativas para cada espécie foram executadas em esquema fatorial 7 x 3 sendo o primeiro fator correspondente aos tempos de inundação, e o segundo fator aos níveis de radiação (11%, 52%, 70%). Nem todas as espécies apresentaram capacidade germinativa em todos os tempos de inundação e níveis de radiação, portanto, o esquema fatorial, em alguns casos foi menor.

As sementes foram colocadas na água em bandejas com uma aprofundidade de 5 cm. A água foi trocada semanalmente. Os tempos de inundação avaliados foram:

- Semeadura diretamente após a coleta (controle)
- Semeadura após 15 dias inundadas;
- Semeadura após 30 dias inundadas;
- Semeadura após 45 dias inundadas;
- Semeadura após 60 dias inundadas;
- Semeadura após 90 dias inundadas e

- Semeadura após 120 dias inundadas.

5.6.3 Testes de emergência ou germinação comparando espécies e estágio de sucessão.

Para comparação entre espécies quanto a seu estágio de sucessão uma análise conjunta em fatorial 8 x 2 foi executada sendo o primeiro fator correspondente as espécies estudadas e o segundo fator tempo de inundação (controle e 15 dias). A análise completa com todos os tempos de inundação não foi executada, pois para algumas espécies a emergência ou a germinação não ocorreu em tempos de inundação superiores a 15 dias. Acrescenta-se também que pelos mesmos motivos todas as análises foram comparadas a 11% de radiação relativa.

5.7 Morfologia inicial e biomassa de plântulas

Dentro do contexto citado usamos a definição de “plântula” como qualquer estágio de desenvolvimento inicial que ainda contenha pelo menos alguma estrutura produzida a partir das reservas iniciais da semente, e “morfologia inicial” para descrever a forma da plântula até que os primeiros órgãos fotossintéticos estejam completamente desenvolvidos (Garwood 1996).

As classificações são feitas basicamente em torno de três características dos cotilédones que presumivelmente têm significância ecológica: a posição, a textura e a exposição (Ng 1978; Miquel 1987; Garwood 1996).

Epígeos – cotilédones que surgem acima da superfície do solo.

Hipógeos – cotilédones que ficam rentes ou abaixo da superfície do solo.

Foliáceos – cotilédones finos, verdes e primariamente fotossintéticos.

Armazenador – cotilédones grossos, nem sempre verdes, primariamente com função de reservas.

Fanerocotilar – cotilédones emergem do envoltório da semente ficando completamente expostos.

Criptocotilar – cotilédones que permanecem protegidos pelo envoltório da semente.

Essa combinação de características originou cinco principais tipos de plântulas:

PEF – Fanero Epigeal foliar

PER – Fanero Epigeal de Reserva (Armazenador)

PHR – Fanero Hipogeal de Reserva r

CHR – Cripto Hipogeal de Reserva

CER – Cripto Epigeal de Reserva

A morfologia das plântulas foi descrita desde o intumescimento das sementes até a emissão dos cotilédones, sem os protófilos formados, naquelas de germinação epígea

fanerocotiledonar, ou até o início da formação do primeiro protófilo, naquelas de germinação hipógea ou epígea criptocotiledonar.

Concluída a formação das plântulas, considerada com o início da formação completa do primeiro protófilo (Amorim 1996), as amostras foram observadas por um período de seis meses, após o qual foram retiradas 5 plântulas de cada tratamento, lavadas e divididas em parte aérea e radicular, secas em estufa a 75° C até peso constante (aproximadamente 48 h). A massa seca foi utilizada para definir a razão raiz/parte aérea (Rz:Pa), uma vez que a alocação de biomassa pode ser considerada uma característica importante para o estabelecimento das plântulas no ambiente natural.

Cada fase foi acompanhada detalhadamente verificando todos os caracteres morfológicos que foram registrados a partir de desenhos com lupa (Leica MZ 8) e fotografados com câmara digital (Nikon *coolpix 4300*).

5.8 Avaliação da densidade das plântulas no campo

Nas três últimas décadas vários trabalhos foram desenvolvidos com objetivo de testar a hipótese de Janzen-Connell sobre o padrão de distribuição e taxas de sobrevivência das plântulas de determinadas espécies de florestas tropicais (Augsburger 1984, Teketay 1997; Nicotra *et al.* 1999; Terborgh & Mathews 1999; Bustamante & Simonetti 2000; Nebel *et al.* 2001). No entanto, até o momento não foi estabelecido um padrão amostral unificado quanto ao tamanho das parcelas e a distância dos transectos a serem utilizados, uma vez que existe uma variedade de formas de dispersão e tamanhos de frutos e sementes para as espécies de árvores tropicais (Janzen 1975).

Para avaliar a densidade e recrutamento das plântulas foram investigadas as quatro áreas de 1 há (Dorico. Gavão. Mujuí e Paracuuba). Dentro das áreas foram selecionados cinco indivíduos de cada espécie, com distâncias mínimas de 60 m entre si (Figura 4). A partir desses indivíduos marcados foram traçados quatro transectos de 50 metros (orientados com uma bússola nas direções norte, sul, leste e oeste) a partir do tronco. Em cada um destes transectos foram estabelecidas parcelas de 1 m², iniciando no “zero” a cada 5 m de distância do tronco matriz, totalizando 44 parcelas em cada árvore, que correspondem a uma área de 220 m² inventariados por espécie e um total de 2.200 m² para as dez espécies investigadas (Figura 4).

Em cada quadrado foram contadas e marcadas as plântulas encontradas durante uma estação seca. Após um ciclo de inundação estas parcelas foram revisadas para contagem do número de plântulas sobreviventes.

Na área 1 (Dórico) devido à falta de registro de plântulas no primeiro inventário a metodologia foi modificada no segundo. Dentro da área total de 1ha (parcela de 100 x 100) foram feitos 5 transectos de (1 m de larg x 50 de comp) a 20m de distância entre si, nos quais o senso das plântulas foi realizado a cada 1m², o que totalizou 250 m² de inventário para as espécies dessa área (Figura 5).

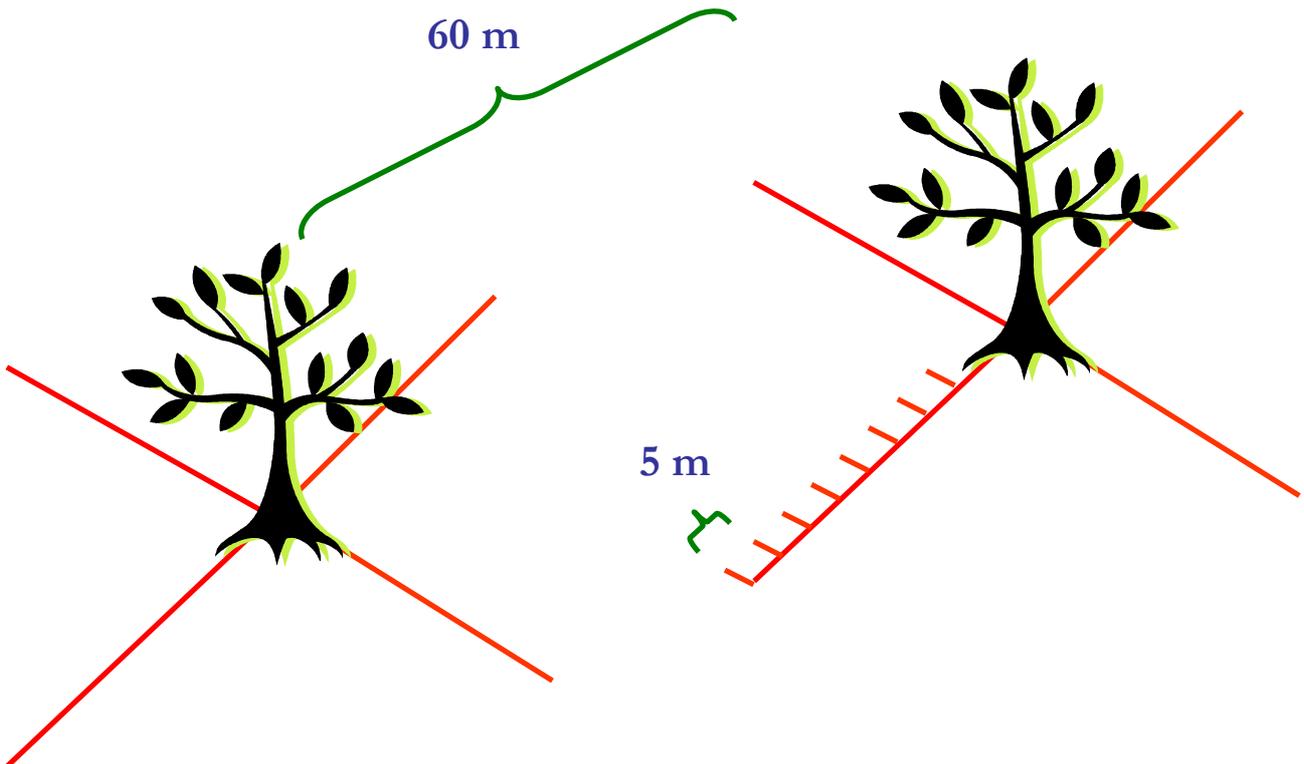


Figura 4. Esquema para avaliação da densidade e recrutamento das plântulas nas quatro áreas de 1 há (Dórico. Gavão. Mujuí e Paracuuba). Senso de 2004

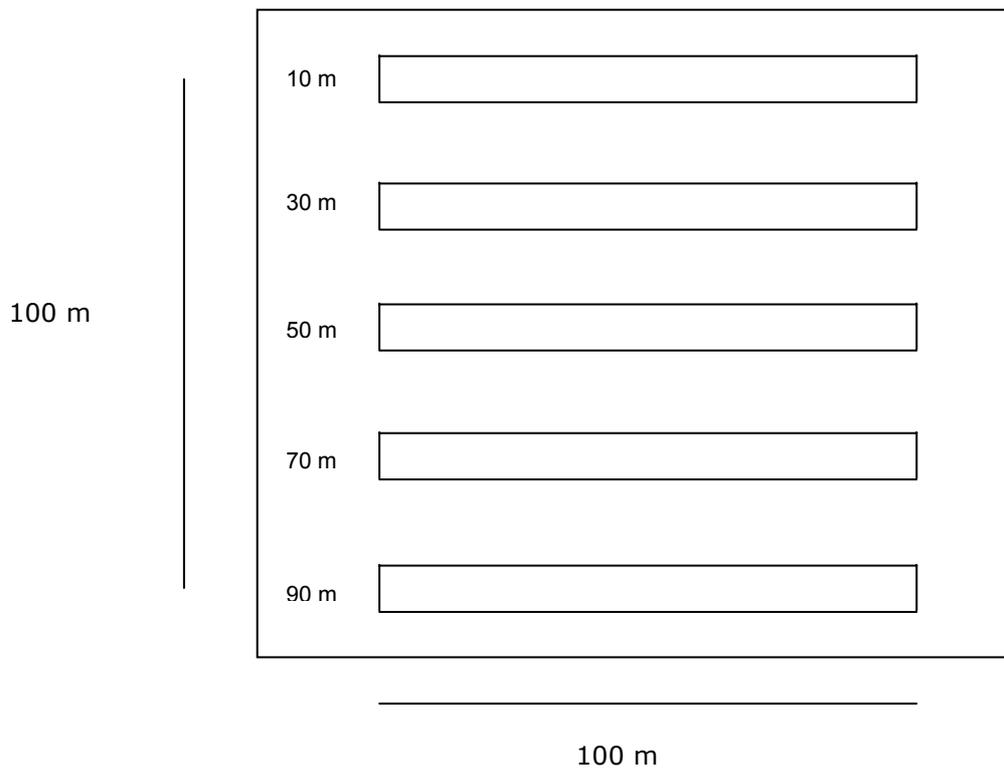


Figura 5. Esquema da distribuição espacial dos transectos para o senso de 2006 das plântulas dentro da área do Dórico (100 x 100). Os transectos foram traçados a cada vinte metros de distância (10 m, 30 m 50 m 70 m 90m) cobrindo a área de forma equidistante.

5.9 Caracterização dos Fatores Abióticos no Campo (RDS Mamirauá) e na Casa de Vegetação (Projeto INPA/Max-Planck – sede do INPA em Manaus).

5.9.1 Radiação Relativa

A Radiação relativa, expressa pela quantidade de luz exterior que uma planta recebe em seu hábitat, como resultado da razão entre I_z/I_0 ou em porcentagem de I_0 onde: I_z é a intensidade de radiação medida em três pontos dentro da casa de vegetação. I_0 é a intensidade de radiação medida em uma área aberta próxima a casa de vegetação (adaptado de Larcher 2000).

Foi utilizado um Line-Quantum-Sensor Li-Cor / Data logger Li-Cor 1000, colocado em posição horizontal em cada um dos pontos determinados.

As medidas de irradiância foram tomadas nos intervalos das 6:00 às 9:00 horas da manhã e 12:00 às 14:00 horas, durante uma semana, dentro e fora da casa de vegetação.

No campo, radiação relativa foi medida nos mesmos intervalos de horas, sob o dossel e a pleno sol durante uma semana nas áreas onde os frutos foram coletados.

Durante os intervalos mencionados o aparelho, posicionado horizontalmente no solo, media automaticamente amostras de PAR a cada minuto. Em intervalos de meia hora uma média das 30 amostras recolhidas era armazenada na memória. Essas cinco médias armazenadas foram utilizadas para avaliação das medidas de radiação relativa.

A Irradiância medida no campo variou entre valores mínimos de 5 a máximos de 1919 $\mu \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-2}$ dependendo do ambiente da floresta considerado: área aberta, sob-dossel e clareira. Enquanto na casa de vegetação essa variação foi de 69 a 2512 $\mu \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-2}$ entre os valores mínimos e máximos registrados, na área aberta e dentro da casa de vegetação nas diferentes porcentagens de sombreamento (Tabela 2).

Tabela 2 – Valores mínimos e máximos de irradiância registrados no campo e na casa de vegetação

Irradiância em PAR ($\mu \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-2}$)	campo			Casa de Vegetação			
	área aberta	dossel	clareira	área aberta	Porcentagem de sombreamento		
					30%	50%	100%
Mínimo	213	5	170	537	545	299	69
Máximo	1919	83	615	2512	2249	1333	300

Os valores médios de intensidade de radiação registrados em áreas abertas (I_0) foram de 902 $\mu \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-2}$ em campo e 1422 $\mu \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-2}$ próximo à casa de vegetação (tabela 3). As médias de radiação registradas sob dossel e em clareiras foram de 33 e 528 $\mu \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-2}$ respectivamente, mostrando que nesses ambientes as plantas recebem de 4 a 59% da radiação total (Tabela 3). Enquanto na casa de vegetação sob as condições de sombreamento as médias foram de 151, 744, e 988 $\mu \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-2}$ a 100, 50 e 30% de sombreamento, mostrando que na casa de vegetação as plantas recebiam respectivamente 11, 52 e 70% da radiação total. Portanto, podemos considerar que na casa de vegetação as plantas estavam submetidas a radiações relativas que simulariam as condições sob dossel fechado (100% de sombreamento), sob dossel em formação avançada (50% de sombreamento) e sob dossel em formação inicial (30% de sombreamento). Os termos utilizados para os diferentes tipos de dossel foram adaptados de Liberato (2005).

Tabela 3 – Valores médios de radiação relativa (I_z/I_0) registrados em diferentes condições no campo e sob três porcentagens de sombreamento na casa de vegetação.

Irradiância PAR (μ mol m ⁻² s ⁻²)	campo		casa de vegetação		
	sob dossel	clareira	sombreamento		
			30%	50%	100%
I_0	902 ± 633	902 ± 633	1422 ± 519	1422 ± 519	1422 ± 519
I_z	33 ± 21	528 ± 417	988 ± 496	744 ± 312	151 ± 71
I_z/I_0	0,037	0,585	0,695	0,523	0,106
% de I_0	4	59	70	52	11

I_z é a intensidade de radiação medida dentro da casa de vegetação ou sob dossel.

I_0 é a intensidade de radiação medida em área aberta próximo ao local de coleta em campo e próximo a casa de vegetação. ($F = 15,83$ $P = 0,01$)

5.9.2 Dados de Inundação

Os dados do nível do rio fornecidos pela estação da RDS Mamirauá, mostraram valores mínimos de 2,30 e máximos de 13,78 m de profundidade registrados entre os anos de 2003 a 2005 (Figura 6). As médias mensais obtidas nesse período evidenciam claramente a existência de uma fase aquática com os maiores níveis registrados entre os meses de abril e julho, e uma fase terrestre com os menores níveis entre setembro e dezembro, mostrando a repetição do mesmo padrão nos três anos observados (Figura 6).

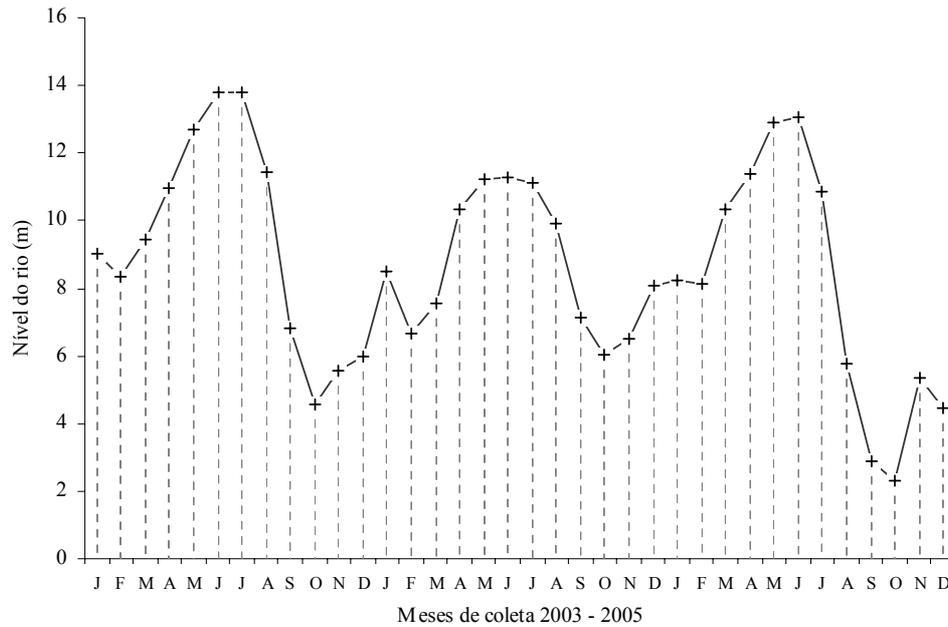


Figura 6. Variação do nível do rio nos anos de 2003 a 2005, medidos na estação de coleta da RDS Mamirauá.

5.9.3 Temperatura versus umidade relativa do ar

Os dados fornecidos pela estação da RDS Mamirauá mostraram uma variação de 21-23 °C da média mensal de temperatura mínima e 31-34 °C da média mensal de temperatura máxima, registrada entre os meses de novembro de 2004 a dezembro de 2005 (Figura 7).

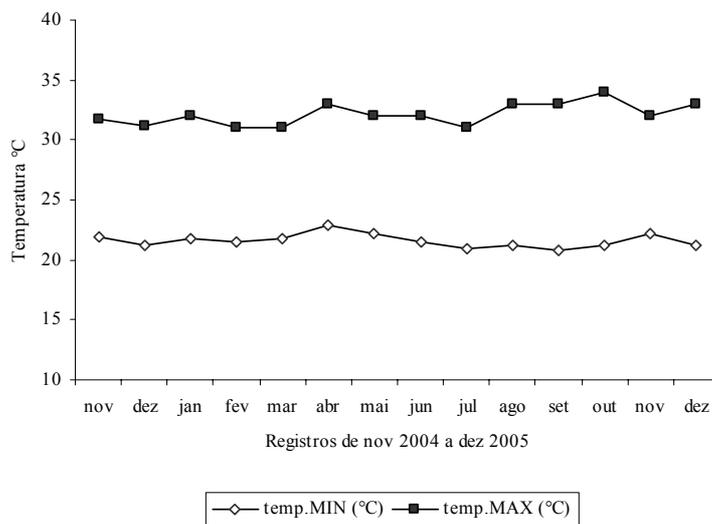


Figura 7. Dados de temperatura fornecidos pela estação da RDS Mamirauá.

O registro da temperatura da casa de vegetação mostrou uma variação de 26 a 36 °C da média mensal, contudo esses registros são referentes apenas à temperatura máxima. Entretanto como os experimentos de germinação foram realizados entre julho e dezembro de 2004 e maio a dezembro de 2005, se compararmos apenas as médias destes intervalos, a temperatura registrada na casa de vegetação foi menor do que em Mamirauá, com exceção dos meses de novembro e dezembro de 2004 (Figura 8).

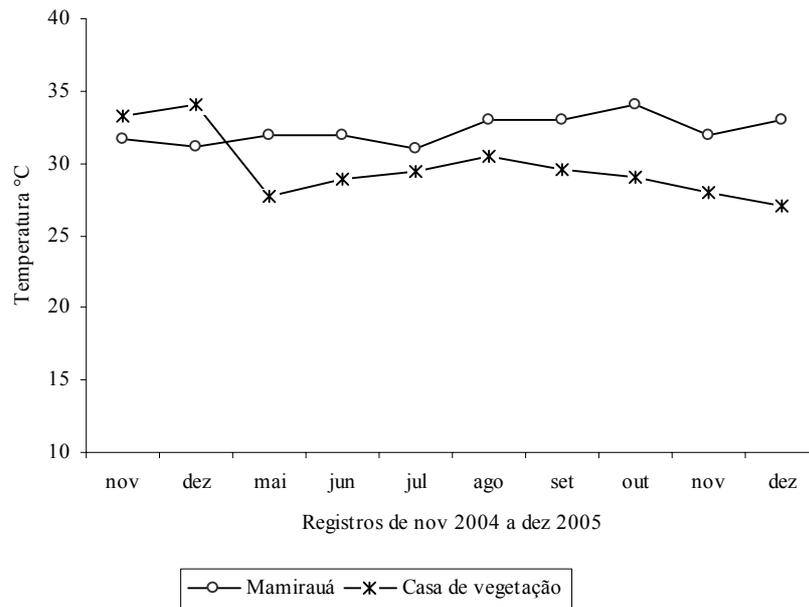


Figura 8. Comparação das médias mensais de temperatura registradas na RDS Mamirauá e na casa de vegetação (INPA/Manaus).

A média mensal da umidade relativa do ar registrada na casa de vegetação variou de 50% a 70% entre a mínima e a máxima, respectivamente, nos anos de 2004 e 2005 (Figura 9 a e b). O aumento de temperatura diminui a umidade relativa do ar, mostrando que esses dois fatores interagem negativamente (Figura 10).

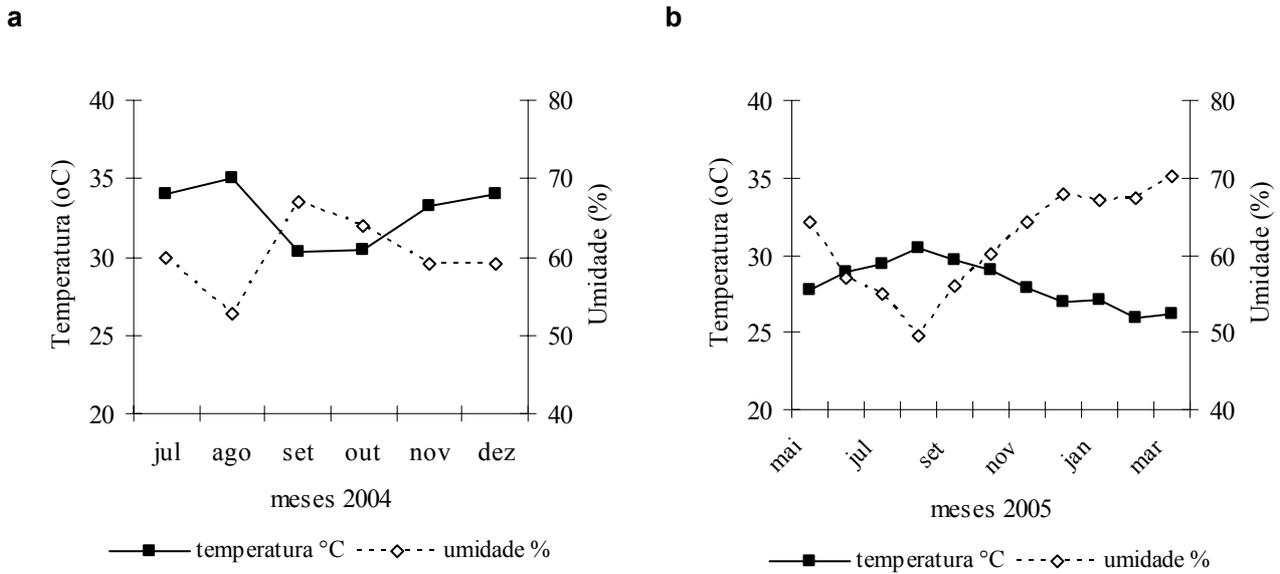


Figura 9. Variação da umidade relativa do ar e temperatura registrada na casa de vegetação do Projeto INPA/Max-Planck, Manaus, entre julho - dezembro/2004 (a) e maio/2005 a março/2006 (b).

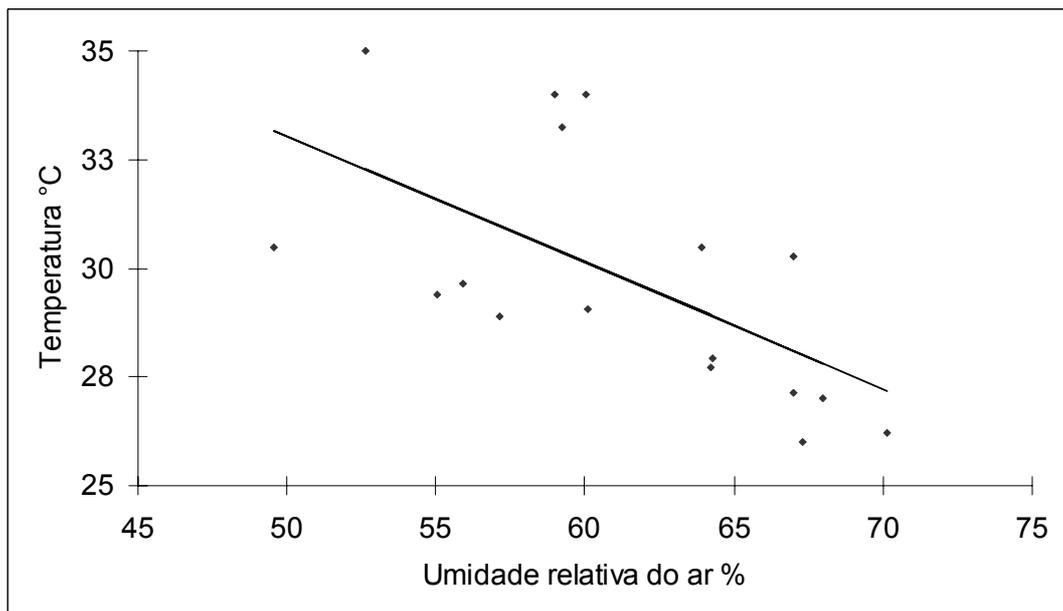


Figura 10. Relação entre temperatura e umidade relativa do ar ($F = 8,89$; $R = 0,61$; $P > 0,01$). Dados da casa de vegetação do Projeto INPA/Max-Planck, Manaus, durante os experimentos de germinação.

5. 10 Análise estatística

Foi feita análise de variância (sem transformação dos dados) após testar a homogeneidade da variância. Considerou-se a estrutura do tratamento como um fatorial (sete tempos de inundação e três níveis de radiação relativa) em delineamento experimental inteiramente casualizado com 4 repetições. Comparou-se a diferença entre as médias através do teste de Tukey nos níveis de 1% e 5% de probabilidade.

6. Resultados

6. 1 Morfometria de Frutos e Sementes

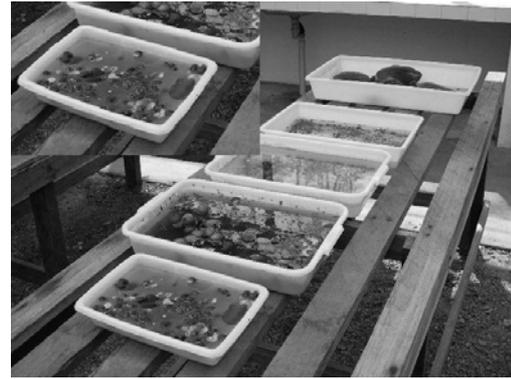
***Ficus anthelmintica* Mart. (Moraceae)**

Frutos compostos policárpicos, globosos, carnosos, com pequena abertura apical e que encerram numerosas e pequenas núculas com estilete persistente lateral (Barroso *et al.* 1999); amarelos quando maduros, \varnothing 3,5 cm (Figura 11 **a**), contendo centenas de sementes pendulas de cor bege. Geralmente flutuam na água (Figura 11 **b**).

Sementes curvas medindo $2,15 \pm 0,20$ mm x $1,38 \pm 0,11$ mm e com massa fresca de 100 sementes em torno $0,23 \pm 0,08$ g (Figura 11 **c**, **d** e **e**). Os valores apresentados são médias seguidas dos desvios padrões. De superfície lisa e contorno reniforme, afundam após a decomposição do fruto. Não foi verificada a presença de partes associadas. Com endosperma, embrião curvo, com cotilédones iguais ou desiguais entre si, às vezes enrolados um no outro (Barroso *et al.* 1999). O teor de água das sementes é 24,2%.



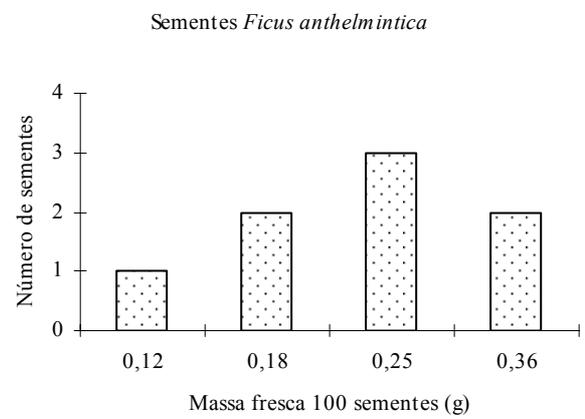
a



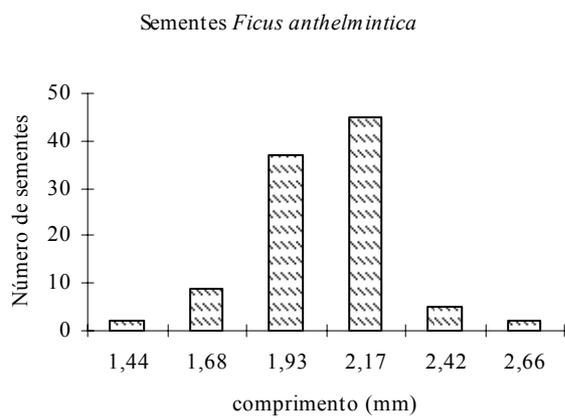
b



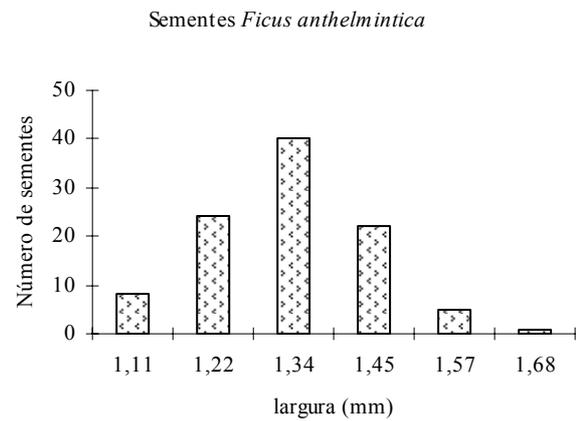
c



d



e



f

Figura 11. *Ficus anthelmintica*: galho com frutos (a), frutos emersos na bandeja com água (b), semente emitindo radícula na água (c), Frequência de distribuição das medidas de massa fresca (d), comprimento (e) e largura das sementes (f).

***Pseudobombax munguba* (Mart. & Zucc.) Dugand (Bombacaceae)**

Frutos são cápsulas loculicidas marrons avermelhadas, com centenas de sementes envoltas por pêlos lanuginosos originados do endocarpo (Figura 12 **a**, **b** e **c**), medindo 18 cm x 14 cm. Frutifica no pico da cheia. Dispersão pelo vento, água, e provavelmente peixes. Sementes angulosas, estriadas, medindo 3 x 2 mm, com 35% de teor de água. (Figura 12 **d**) de cor castanha, flutuam quando envoltas em seus pêlos. Embrião crasso com cotilédones desiguais no tamanho e dobrados sobre o eixo hipocótilo radícula (Barroso *et al.*, 1999) (Figura 12 **e** e **f**).

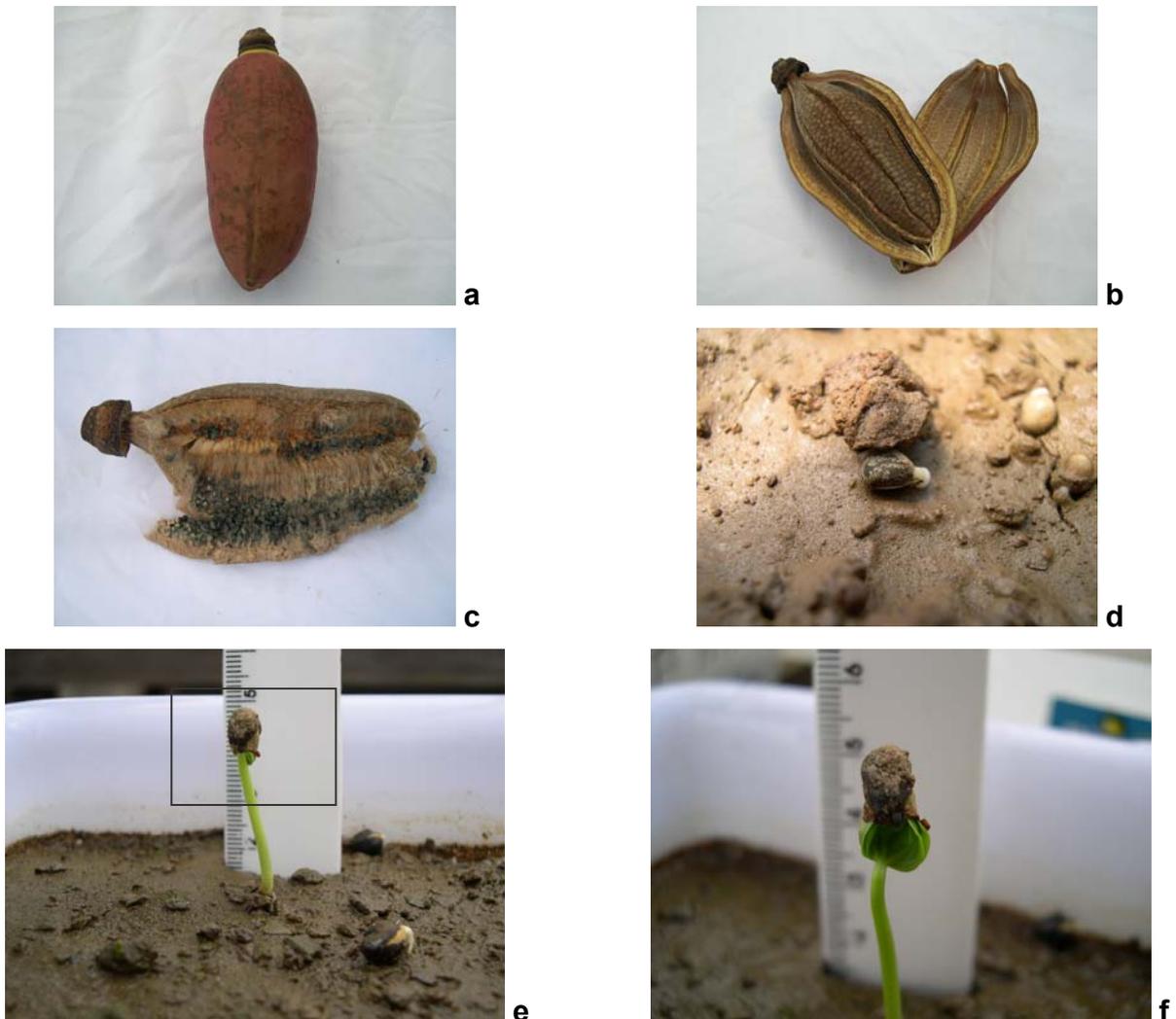


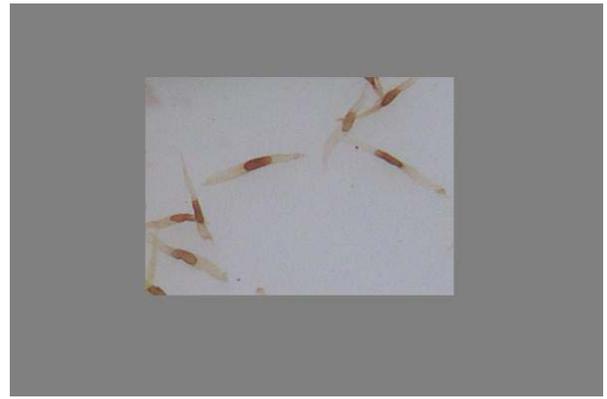
Figura 12. *Pseudobombax munguba*: fruto fechado (a), fruto após deiscência (b), semente envoltas nos pêlos (c), emissão da radícula (d), detalhe dos cotilédones dobrados (e) e exposição dos cotilédones (f).

***Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook f. ex K. Schum. (Rubiaceae)**

Frutos são cápsulas elípticas deiscentes, com pelos esparsos e duas valvas, dispostos em ramos paniculiformes (Figura 13 **a**), medem $6,78 \pm 0,92$ mm x $2,99 \pm 0,54$ mm (Figura 13 **b** e **c**), com massa fresca de $0,008 \pm 0,004$ g. Contendo em média $20,5 \pm 8,5$ sementes aladas em ambas as extremidades (Figura 13 **d**,). As sementes são dispersas pelo vento e, embora extremamente pequenas, $4,46 \pm 0,62$ mm x $0,73 \pm 0,18$ mm, não flutuam quando na água (Figura 13 **e** e **f**). O teor de água das sementes é em torno de 5%, as mesmas permaneceram viáveis mesmo após três meses de coleta, confirmando a tendência de serem ortodoxas (Almeida 2003). Os valores apresentados são médias seguidas dos desvios padrões.

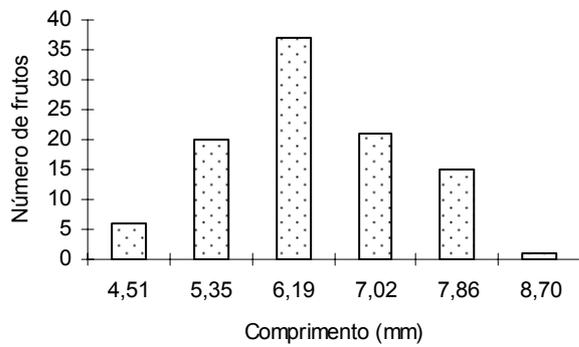


a



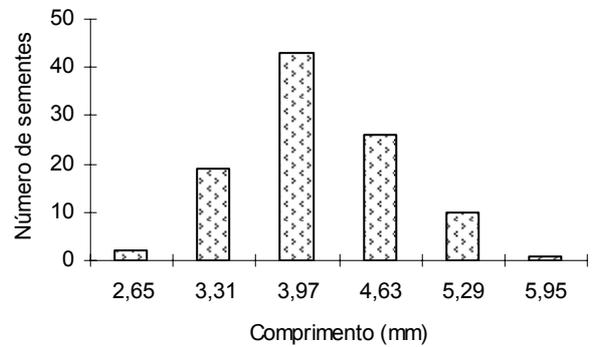
d

Frutos *C. spruceanum*



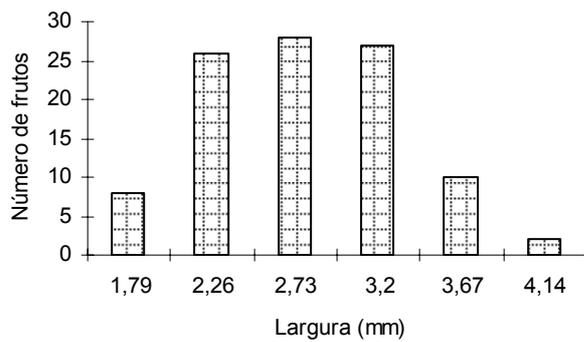
b

Sementes *C. spruceanum*



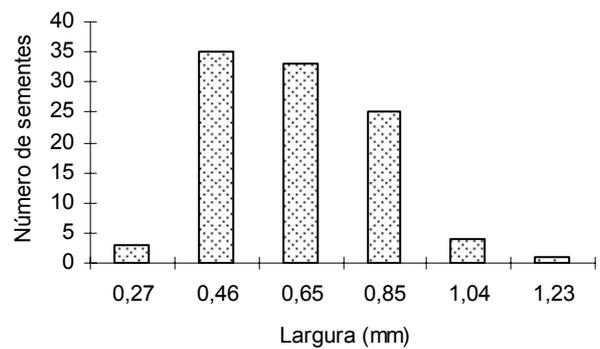
e

Frutos *C. spruceanum*



c

Sementes *C. spruceanum*



f

Figura 13. *Calycophyllum spruceanum*: fruto fechado (**a**), detalhe das sementes (**b**), Frequência de distribuição das medidas de comprimento (**c**) e largura dos frutos (**d**), comprimento (**e**) e largura das sementes (**f**).

***Laetia corymbulosa* Spruce ex Benth. (Flacourtiaceae)**

Frutos são cápsulas loculicidas carnosas, amarelas quando maduros (Figura 14 a), flutuam quando caem na água, contêm em média 10 sementes por frutos, envoltas por arilo branco (Figura 14 b e c). Com comprimento e larguras médias de $21,1 \pm 3,39 \times 13,4 \pm 2,45$ mm, e massa fresca de $1,70 \pm 0,48$ g (Figura 15 a, b e c). A frutificação ocorre no início da enchente, as sementes ficam expostas na cápsula e o arilo adocicado, além de pássaros, atrai também formigas (Ziburski 1990). Sementes angulosas não aladas, de contorno obovado, não presas às valvas (Barroso *et al.* 1999), de cor castanha com superfície vesiculosa (Figura 14 c), não flutuam quando emersas em água. Medem $3,8 \pm 0,39 \times 2,5 \pm 0,32 \times 2,0 \pm 0,29$ mm (Figura 15 d, e e f), e pesam em média $0,95 \pm 0,31$ g (peso de 100 sementes). O teor de água das sementes foi em torno de 36%. Os valores apresentados são médias seguidas dos desvios padrões.

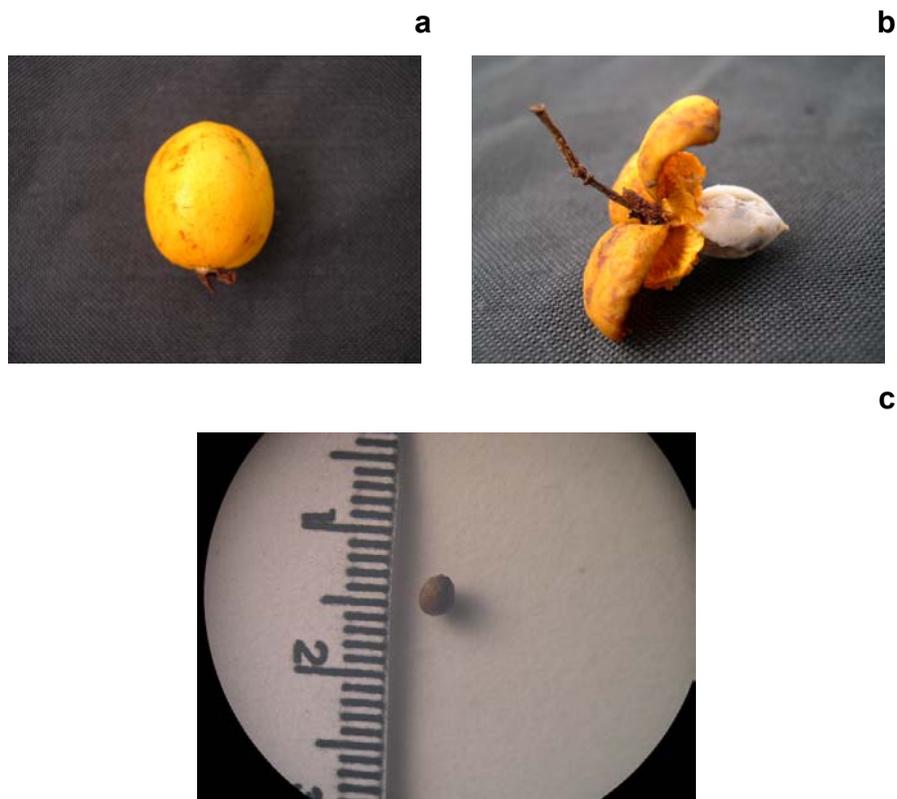


Figura 14. *Laetia corymbulosa*: fruto fechado (a), cápsula aberta com arilo exposto (b), detalhe da semente(c).

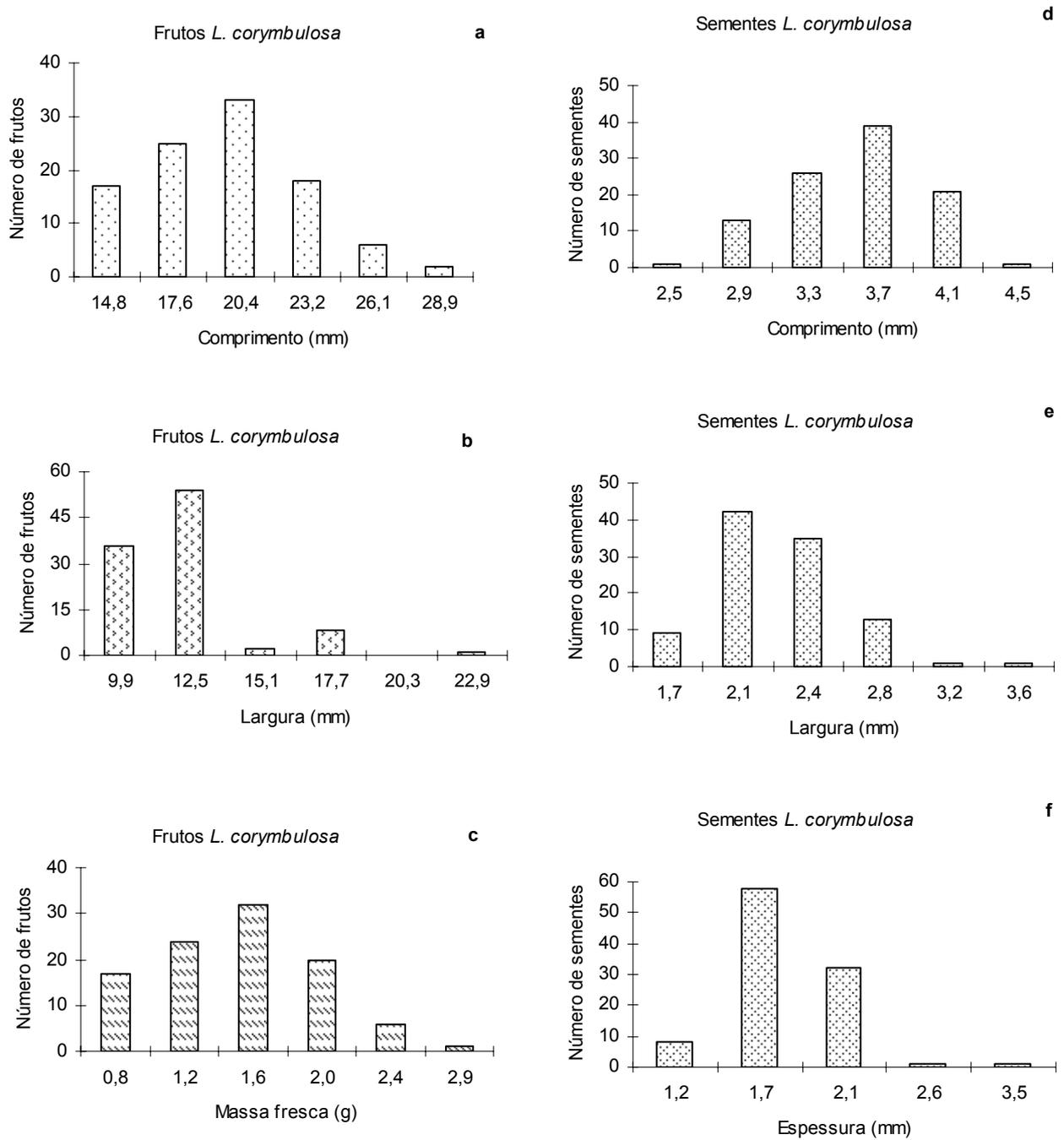


Figura 15. *Laetia corymbulosa*: Frequência de distribuição das medidas de comprimento (a), largura (b), e massa fresca dos frutos (c). Comprimento (d) largura (e) e espessura das sementes (f).

***Ilex inundata* Poepp. ex Reissek (Aquifoliaceae)**

Frutos são drupas redondas e carnosas, roxas a pretas quando maduras \varnothing de 0,6 até 1,5 cm (Figura 16 a), flutuam quando caem na água, contêm de 4 a 6 pirênios, cada pirênio encerra uma semente (Figura 16 b). Sementes com endosperma farto e embrião reduzido (Barroso *et al.* 1999), com dorso convexo e face ventral carenada (Figura 16 b), medindo cerca de $5,4 \pm 0,73 \times 2,4 \pm 0,25$ mm (Figura 16 c e d). Massa fresca de 100 sementes é de $2,5 \pm 0,92$ g em média, não flutuam quando caem na água. O teor de água das sementes foi de 51%. Os valores apresentados são médias seguidas dos desvios padrões.

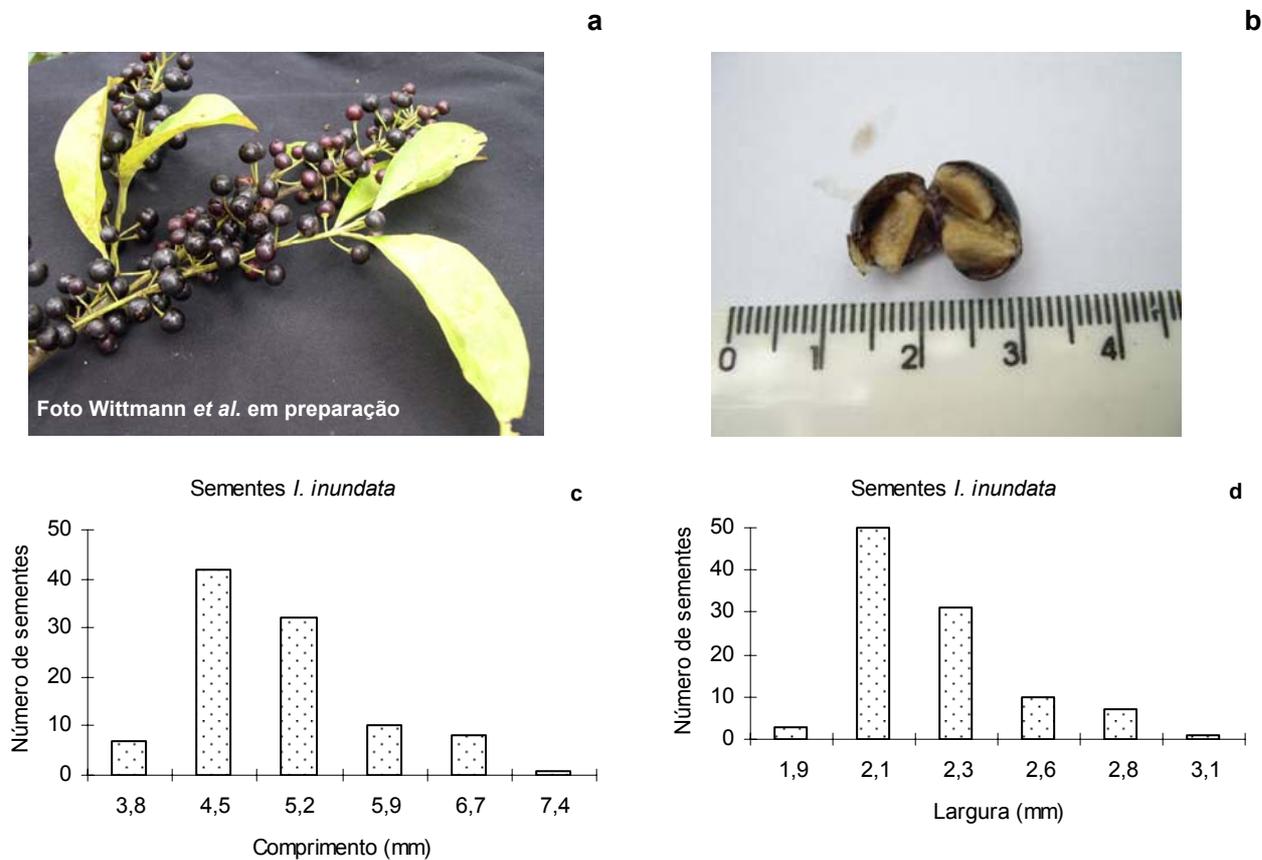


Figura 16. *Ilex Inundata*: Ramo com frutos (a), fruto aberto com “sementes” expostas (b), Frequência de distribuição das medidas de comprimento (c) e largura das sementes (d).

Duroia duckei Huber (Rubiaceae)

Frutos são bagas indeiscentes, ovóides, com pedúnculo comprido, e pequeno tubo de abscisão no ápice, marrons quando maduros (Figura 17 **a**), possuem centenas de sementes envolvidas com polpa carnosa, firme e compacta, de origem placentar (Barroso *et al.* 1999). Pesam em média $12,1 \pm 3,3$ g (Figura 17 **b**). Sementes achatadas, marrom escura, de contorno triangular e superfície rugosa (Figura 17 **c**), o peso médio de 10 sementes foi de $0,12 \pm 0,02$ g (Figura 17 **d**).

Os frutos quando maduros flutuam na superfície da água (Figura 18 **a**), medem cerca de $3,35 \pm 0,26 \times 2,66 \pm 0,23$ cm (Figura 18 **b** e **c**). As sementes não possuem capacidade de flutuar quando isoladas do fruto, medem $5,28 \pm 0,47 \times 4,16 \pm 0,42 \times 0,9 \pm 0,21$ mm de comprimento, largura e espessura respectivamente (Figura 18 **c**, **d** e **e**). O peso médio de 100 sementes foi em torno de $1,61 \pm 0,23$ g. Os valores apresentados são médias seguidas dos desvios padrões.

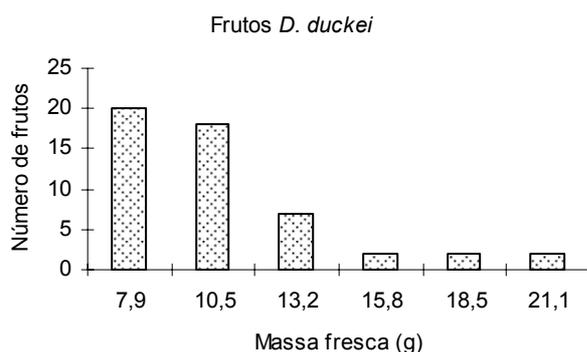
a



c



b



d

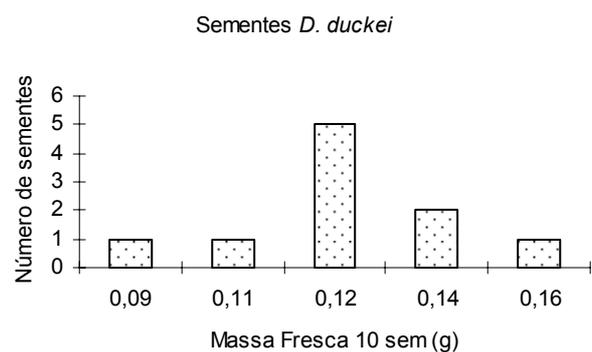
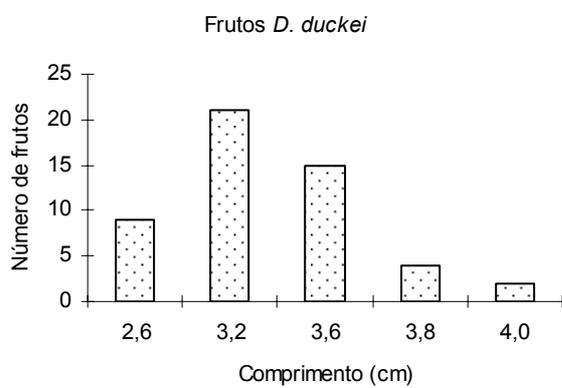


Figura 17. *Duroia duckei*: fruto verde e maduro (**a**); Frequência de distribuição das medidas de massa fresca dos frutos (**b**); Sementes isoladas do fruto (**c**); Frequência de distribuição das medidas de massa fresca das sementes (**d**).

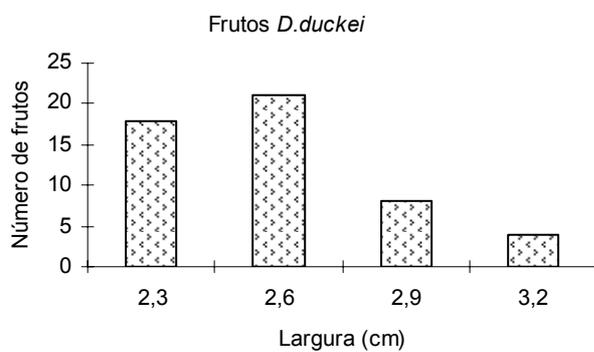
a



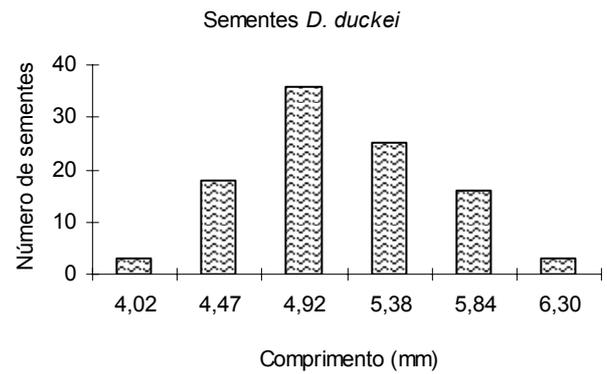
b



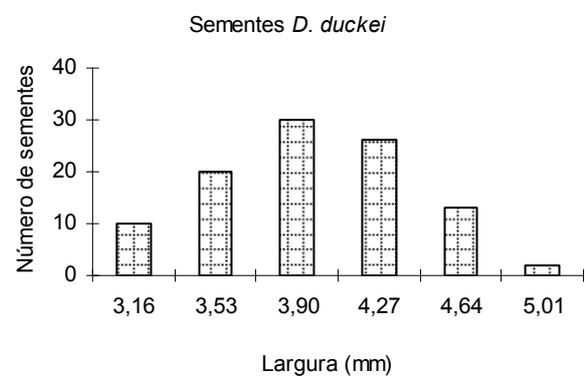
c



d



e



f

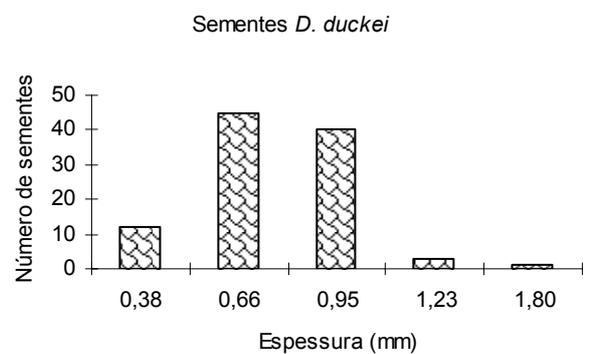


Figura 18. *Duroia duckei*: frutos emersos em bandeja com água (a); Frequência de distribuição das medidas de comprimento (b); e largura dos frutos (c); Comprimento (d), largura (e) e espessura das sementes (f).

***Tabebuia barbata* (E. Mey.) Sandwith (Bignoniaceae)**

Frutos são cápsulas lineares medindo cerca de 38 x 3 cm , com exocarpo rugoso, marrom avermelhado (Figura 19 **a**), contendo em média 65 ± 20 sementes presas pela base (Figura 19 **b**). A massa fresca dos frutos variou entre 25,5 e 136 ± 32 g (Figura 20 **a**). A deiscência ocorre por rompimento da cápsula ao longo da nervura mediana de cada lóculo (Barroso *et al.* 1999), às vezes incompleta, e por essa fenda as sementes são dispersas (Figura 20 **b**). A massa fresca das sementes foi entre 0,58 e $1,33 \pm 0,20$ g (Figura 20 **c**). As sementes mediram em média $3,8 \pm 0,64$ x $1,6 \pm 0,11$ x $0,4 \pm 0,09$ cm entre largura, altura e espessura, respectivamente (Figura 20 **d**, **e**, e **f**). Os valores apresentados são médias seguidas dos desvios padrões. Geralmente apresentam embrião mais largo do que longo e eixo hipocótilo radícula curto (Barroso *et al.* 1999), possuem adaptações para dispersão pela água (testa suberosa e impermeável), flutuam de 12 a 24 horas (Ziburski 1990). O teor de águas das sementes foi em torno de 52%.

a**b**

Figura 19. *Tabebuia barbata*: fruto fechado (**a**); Detalhe da inserção das sementes no fruto (**b**).

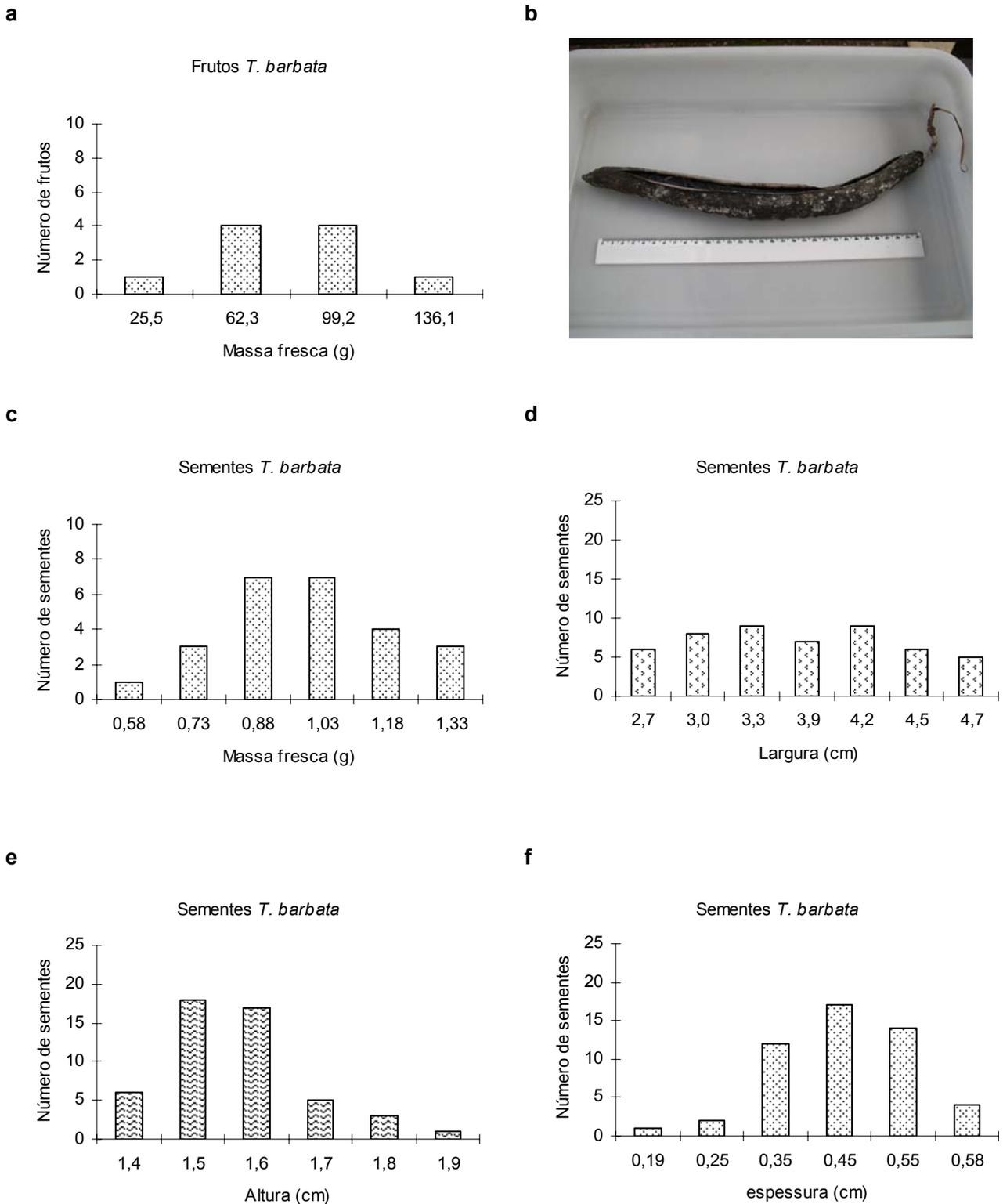


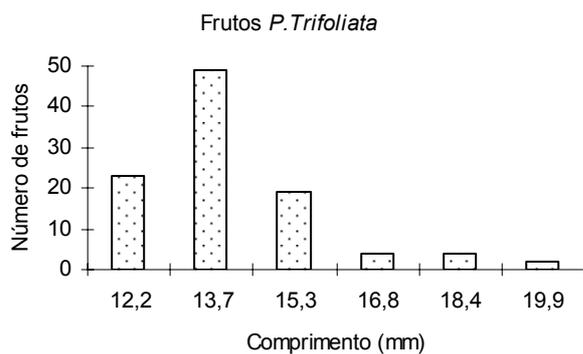
Figura 20. *Tabebuia barbata*: Frequência de distribuição das medidas de massa fresca por fruto (**a**); Detalhe da cápsula fendida ainda com as sementes (**b**); Frequência de distribuição das medidas de massa fresca (**c**); largura (**d**); altura (**d**); e espessura das sementes (**f**).

***Piranhea trifoliata* Baill. (Euphorbiaceae)**

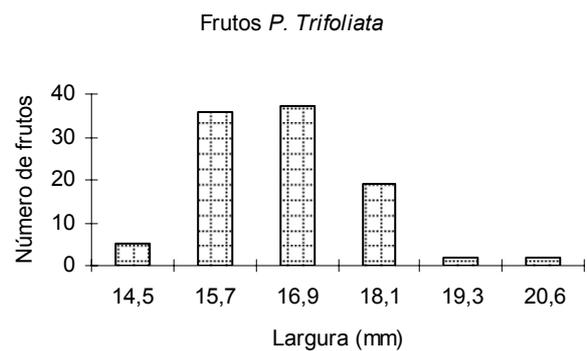
Frutos piramidais com $15 \pm 1,5 \times 17 \pm 1,1$ mm (Figura 21 a e b), são esquizocarpáceos desfeitos em cocas na maturação (Figura 21 c), a diferença entre as cocas e as valvas é que estas, ao se separarem da coluna central estão inteiramente abertas, enquanto as cocas, ou se mantêm cerradas, com semi-aberturas das partes ventral e dorsal, ou abertas, divididas ao meio (Barroso *et al.* 1999). Possuem três cocas de âmbito triangular e textura firme, com massa fresca entre 0,7 a 2,5 g (Figura 21 d).

Sementes oblongas com a testa lisa, de contorno obovado, com endosperma e embrião reto com cotilédones planos (Figura 22 a). Com massa fresca variando entre 0,04 e $0,13 \pm 0,02$ g (Figura 22 b). Medindo em média $7,55 \pm 0,61 \times 4,38 \pm 0,62$ mm de comprimento e largura (Figura 22 c e d). O teor de água das sementes foi de 43 %. Os valores apresentados são médias seguidas dos desvios padrões.

a



b



c



d

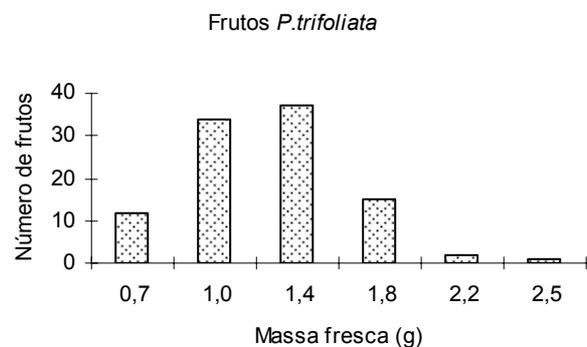


Figura 21. *Piranhea trifoliata*: Frequência de distribuição das medidas de comprimento (a); largura (b) dos frutos; frutos e sementes (c) e massa fresca dos frutos (d).

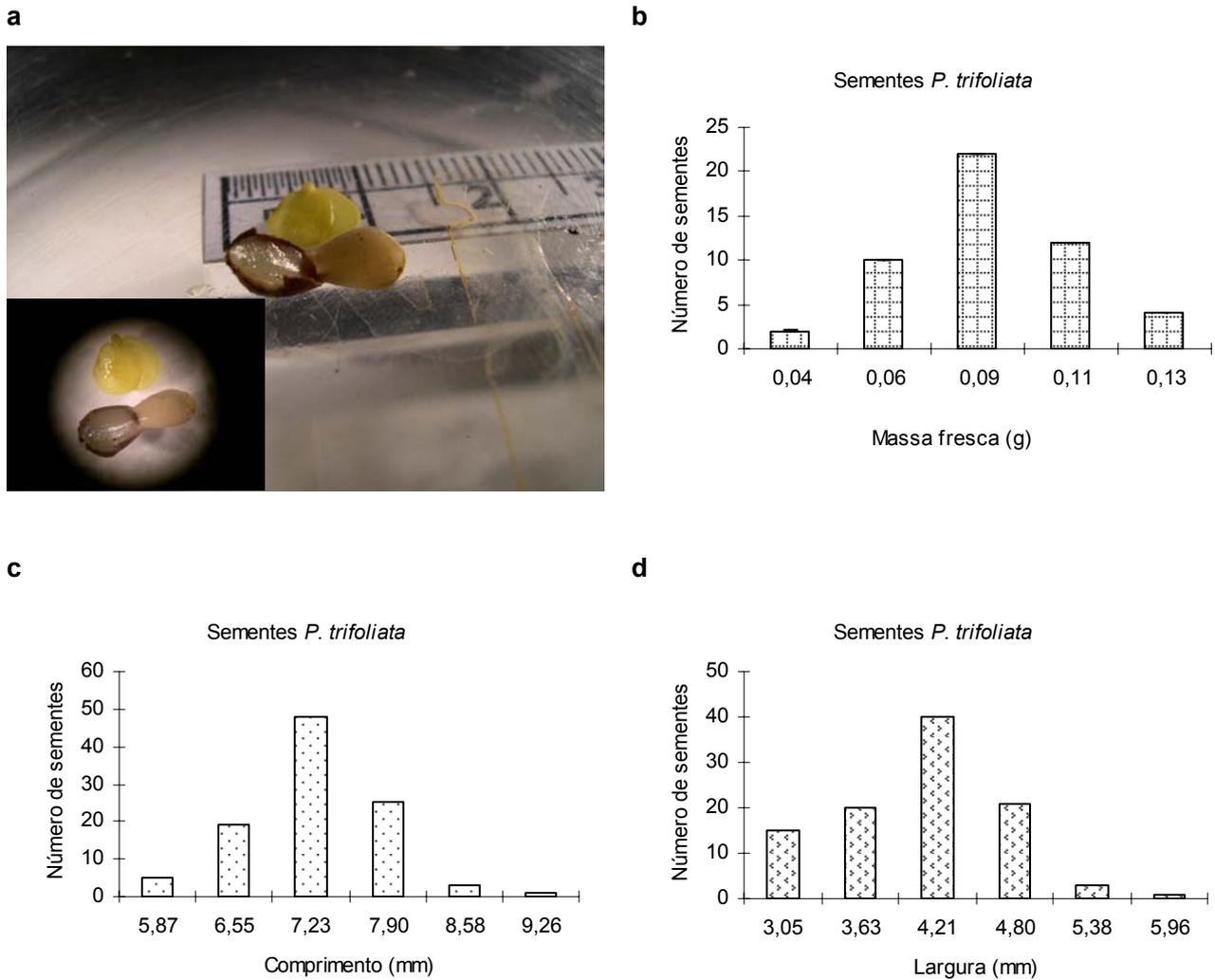


Figura 22. *Piranhea trifoliata*: detalhes dos cotilédones (a); Frequência de distribuição das medidas de massa fresca das sementes (b); comprimento (c) e largura das sementes (d).

Hura crepitans L. (Euphorbiaceae)

Fruto esquizocárpico desfeito em coca na maturação, medindo de 3 – 5 cm de diâmetro e possuindo de 10-20 cocas (Figura 23 a). Cocas comprimidas lateralmente, com deiscência explosiva (Barroso *et al.*, 1999). Sementes discóides (Figura 23 b) com endosperma e embrião reto e cotilédones planos, flutuam quando na água. Medindo entre 2,4 - 4,4 ± 0,66 cm de comprimento (Figura 23 c) e 1,7 – 4,0 ± 0,79 cm de largura (Figura 23 d). Os valores apresentados são médias seguidas dos desvios padrões.

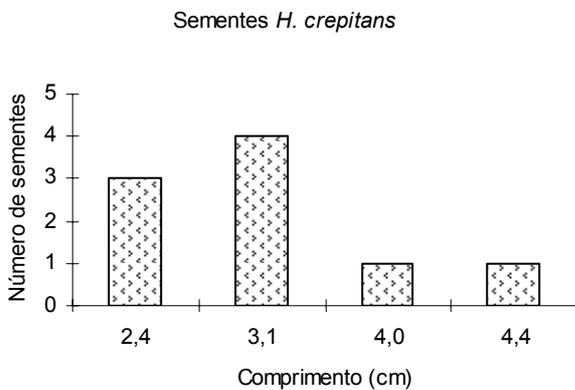
a



b



c



d

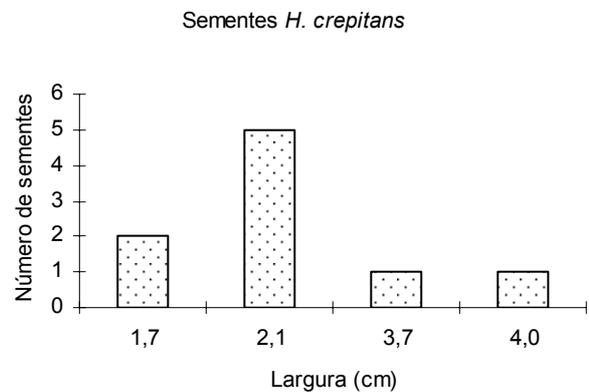


Figura 23. *Hura crepitans*: fruto maduro (a); semente retirada da coca com emissão da raiz primária (b); Frequência de distribuição das medidas de comprimento (c) e largura das sementes (d).

Ocotea cymbarum Kunth (Lauraceae)

Frutos são bagas oblongas com cúpula de borda grossa, \varnothing 3,5 cm. (Figura 24 a), Sementes oblongas de superfície lisa (Figura 24 b) com endosperma duro e embrião reduzido (Figura 24 c). A média de massa fresca de $11,3 \pm 1,68$ g (Figura 24 d). Não flutuam quando na água, e medem cerca de $4,0 \pm 0,3 \times 2,4 \pm 0,1$ cm de comprimento e largura, respectivamente (Figura 25 a e b). Os valores apresentados são médias seguidas dos desvios padrões.

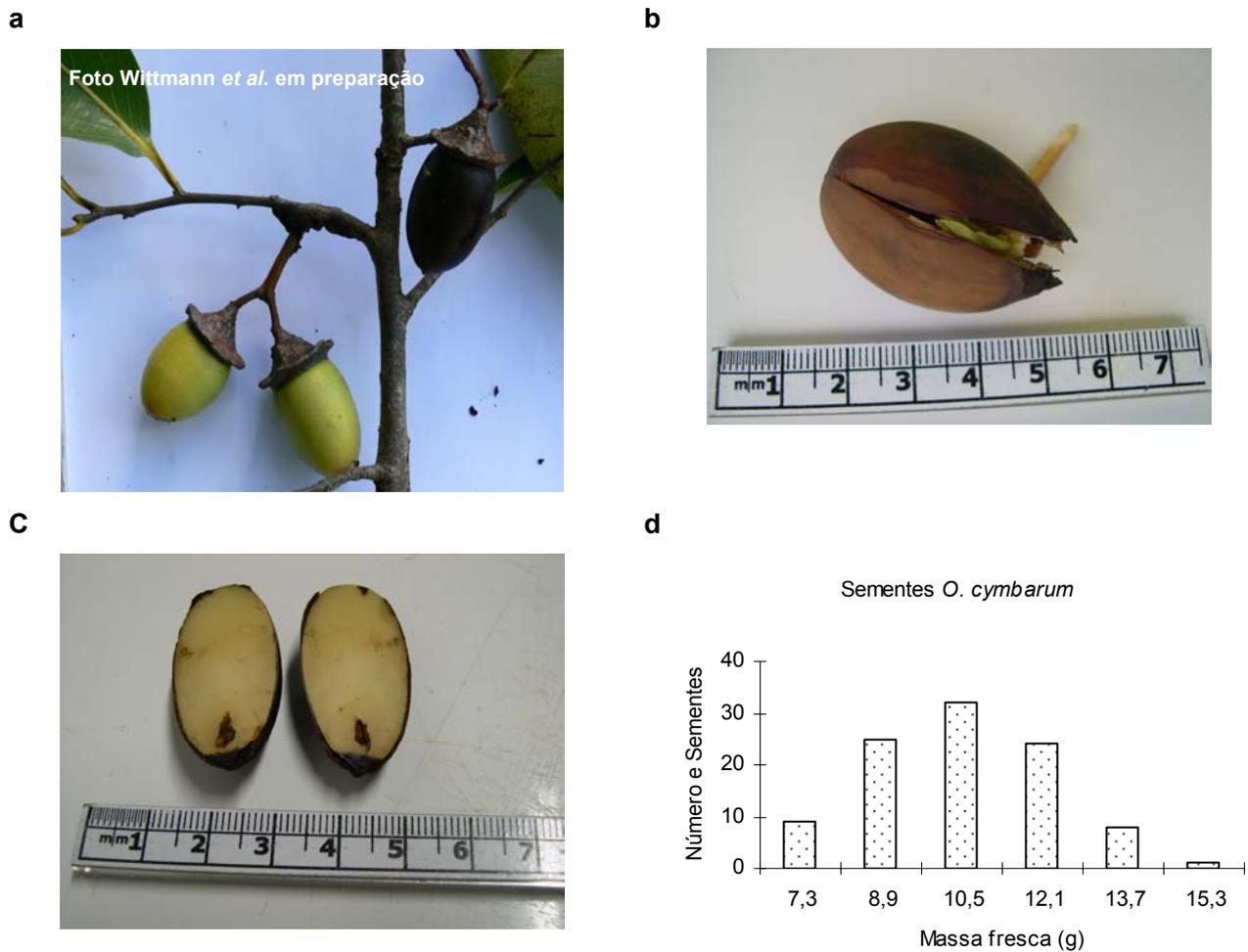


Figura 24. *Ocotea cymbarum*: frutos verdes e maduros (a); semente com emissão da radícula (b); semente aberta mostrando o tamanho do embrião relação ao endosperma (c) Frequência de distribuição das medidas de massa fresca das sementes (d).

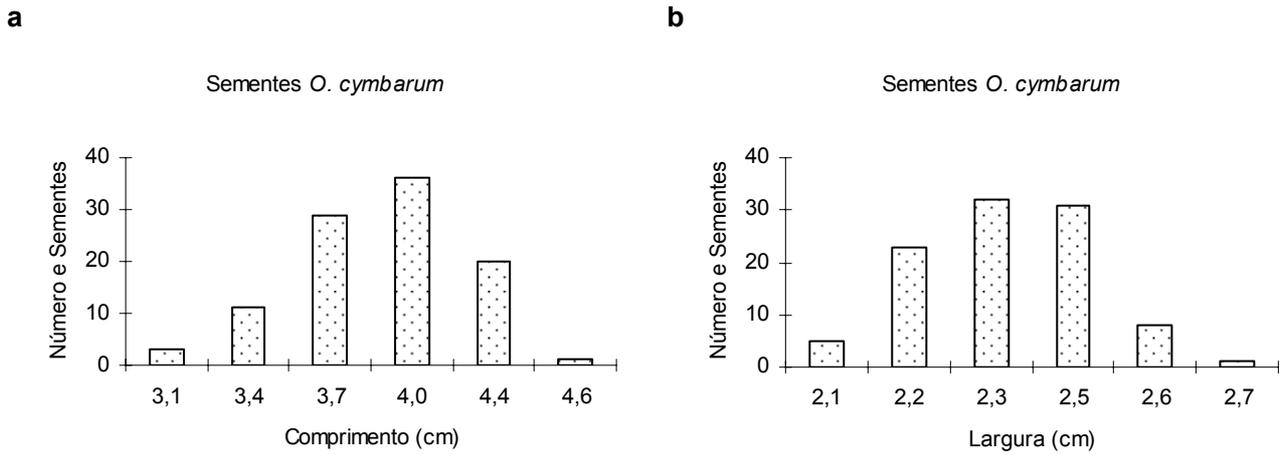


Figura 25. *Ocotea cymbarum*: Frequência de distribuição das medidas de comprimento (a); e largura (b) das sementes.

As espécies dos estágios iniciais, a exceção de *P. munguba*, produziram sementes com menor massa fresca e as espécies dos estágios tardios sementes com maior massa fresca (Figura 26).

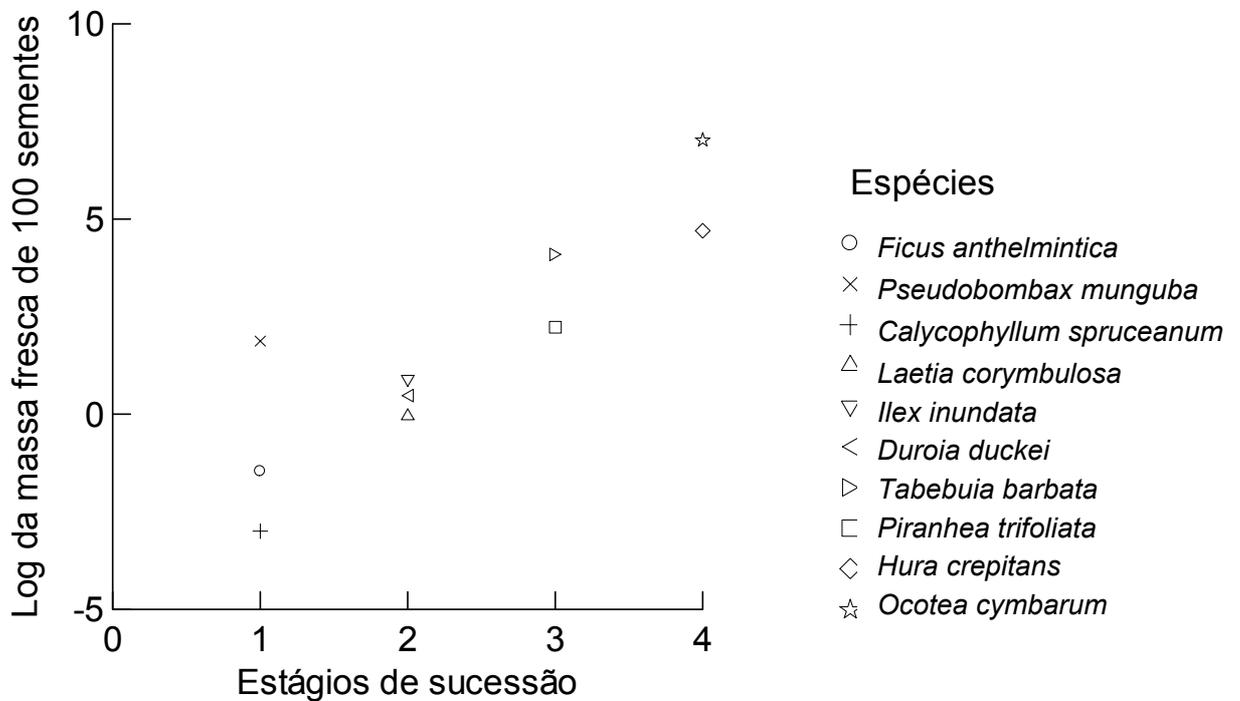


Figura 26 Massa fresca das sementes das 10 espécies estudadas comparadas de acordo com os estágios de sucessão: 1 sucessão secundária inicial; 2 sucessão secundária tardia; 3 clímax de várzea baixa e 4 clímax de várzea alta ($F = 1,68$; $P = 0,23$).

Entre as dez espécies estudadas *Ficus anthelmintica*, *Ilex inundata*, *Duroia duckei*, *Piranhea trifoliata* e *Ocotea cymbarum* possuem o fruto como a unidade de dispersão, enquanto que para *Calycophyllum spruceanum*, *Pseudobombax munguba*, *Laetia corymbulosa*, *Tabebuia barbata* e *Hura crepitans* a semente é a unidade de dispersão.

6.2 Estratégias Germinativas

6.2.1 Germinação de sementes e emergência de plântulas sob variações dos tempos de inundação e intensidade luminosa.

A germinação das espécies *Ficus anthelmintica* e *Hura crepitans* só foi observada em dois tratamentos: um no controle sob 11% de radiação relativa para ambas as espécies, sendo registrado 11% e 13% de germinação respectivamente, e outro no controle e após 60 dias de inundação sob 70% de radiação para *H. crepitans* e *F. anthelmintica*, respectivamente, sendo registrado 3% de germinação para as duas espécies. Impossibilitando a avaliação das outras características germinativas propostas neste estudo, portanto, ambas as espécies foram excluídas dos resultados comparativos entre as espécies.

Não se observou diferenças no processo de germinação entre os níveis de radiação relativa testados para as sementes de *Calycophyllum spruceanum* que apresentaram amplitudes de germinabilidade entre 56 e 84% após (Tabela 4). Embora com alto percentual de germinação, as plântulas de *C. spruceanum* mostraram baixa sobrevivência quando mantidas sob inundação prolongada. As sementes não flutuam e germinam na água durante os primeiros 15 dias de inundação, segundo os tempos médios de germinação observados (Tabela 4), porém as plântulas formadas não sobreviveram mais que 30 dias mantidas sob inundação (Figura 27 **a,b,c,d**). Por este motivo não foram testados os demais tempos de inundação para esta espécie.

Tabela 4. Medidas de germinação, velocidade de emergência e tempo médio de germinação de sementes de *Calycophyllum spruceanum* (n=25) nos tratamentos controle e 15 dias, sob três níveis de radiação.

Tempo de inundação (dias) ¹	Germinação (%)				Velocidade de germinação (plântulas.dia ⁻¹)				Tempo médio de germinação (dia)			
	Níveis de radiação				Níveis de radiação				Níveis de radiação			
	11%	52%	70%	média	11%	52%	70%	média	11%	52%	70%	média
0	56,00	71,00	53,00	60,00 a	1,68	1,45	1,58	1,57 a	14,74	16,85	9,36	13,65 a
15	84,00	66,00	73,00	74,00 a	2,13	1,84	2,36	2,11 a	10,20	9,43	7,92	9,18 a
medias	70,00 A	68,50 A	63,00 A		1,90 A	1,65 A	1,97 A		12,47 A	13,14 A	8,64 A	

² CV = 28,67%	² CV = 36,39%	² CV = 52,11%
³ DMS _{luz} = 24,59; DMS _{tempo} = 16,52	³ DMS _{luz} = 0,85; DMS _{tempo} = 0,57	³ DMS _{luz} = 7,59; DMS _{tempo} = 5,10
F _{tempo de inundação} = 3,3 ^{ns}	F _{tempo de inundação} = 3,92 ^{ns}	F _{tempo de inundação} = 3,38 ^{ns}
F _{luz} = 0,29 ^{ns}	F _{luz} = 0,53 ^{ns}	F _{luz} = 1,33 ^{ns}
F _{interação} = 1,60 ^{ns}	F _{interação} = 0,20 ^{ns}	F _{interação} = 0,51 ^{ns}

¹médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância; *, ** significativos pelo teste F a 0,05 e 0,01, respectivamente e ns: não significativo. ² CV: coeficiente de variação; ³ DMS: diferença mínima significativa.

a**b****c****d**

Figura 27 *Calycophyllum spruceanum*: sementes germinadas na água (a); plântulas formadas durante a inundação (b); plântulas com uma semana ainda com a semente aderida (c); detalhe de uma plântula (d)

Assim como para os percentuais de germinação, não foram registradas diferenças entre as médias observadas para a velocidade de emergência, nem para o tempo médio de germinação em relação à duração da inundação, nem em relação aos níveis de radiação foi (Tabela 4).

O coeficiente de variação do tempo foi a única característica capaz de mensurar a influência do tempo de inundação no processo de germinabilidade, mostrando uma redução após 15 dias de inundação (tabela 5).

Assim como para as demais características as diferenças entre as médias registradas para o índice de incerteza não foram significativas nem para os tratamentos de tempos de inundação nem para os níveis de radiação relativa.

Tabela 5. Coeficiente de variação do tempo, incerteza de germinação de sementes de *Calycophyllum spruceanum* (n=25) nos tratamentos controle e 15 dias, sob três sob três níveis de radiação.

Tempo de inundação (dias) ¹	Coeficiente de variação do tempo (%)				Incerteza (bit)			
	Níveis de radiação				Níveis de radiação			
	11%	52%	70%	média	11%	52%	70%	média
0	24,26	24,94	40,76	30,51 a	1,85	1,73	1,51	1,68 a
15	11,99	18,07	19,53	16,53 b	1,39	1,58	1,39	1,45 a
medias	17,25 A	21,51 A	30,14 A		1,59 A	1,66 A	1,45 A	

$${}^2CV = 66,62$$

$${}^3DMS_{\text{luz}} = 20,31; DMS_{\text{tempo}} = 13,62$$

$$F_{\text{tempo de inundação}} = 4,69^*$$

$$F_{\text{luz}} = 1,37^{\text{ns}}$$

$$F_{\text{interação}} = 0,28^{\text{ns}}$$

$${}^2CV = 26,01$$

$${}^3DMS_{\text{luz}} = 0,53; DMS_{\text{tempo}} = 0,36$$

$$F_{\text{tempo de inundação}} = 1,80^{\text{ns}}$$

$$F_{\text{luz}} = 0,52^{\text{ns}}$$

$$F_{\text{interação}} = 0,39^{\text{ns}}$$

¹médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância; *, ** significativos pelo teste *F* a 0,05 e 0,01, respectivamente e ns: não significativo. ² CV: coeficiente de variação; ³DMS: diferença mínima significativa.

As sementes de *Pseudobombax munguba* germinaram na água nos primeiros 15 dias, no entanto as sementes que emitiram radícula na água não formaram plântulas e apodreceram após a terceira semana de inundação (Figuras 28 a e b). O percentual de germinação foi de 46% no tratamento controle e 8% após 15 dias de inundação sob 11% de radiação relativa (Tabela 6).

A velocidade de emergência foi maior no controle, mostrando que a inundação reduziu o vigor das sementes (Tabela 6). De modo geral, sementes de *P. munguba* quando germinaram mostraram baixos tempos médios de germinação, com o tempo médio de 5 dias no controle e 7 após 15 dias de inundação (Tabela 6). As demais características não foram avaliadas por ausência de germinação.

a**b**

Figura 28 Sementes de *Pseudobombax munguba* germinando na água (a) detalhe do alongamento da raiz primária (b).

Tabela 6. Medidas de germinação, velocidade de germinação e tempo médio de germinação de sementes de *Pseudobombax munguba* (n=25) nos tratamentos controle e 15 dias, sob três níveis de radiação.

Tempo de inundação (dias) ¹	Germinação (%)				Velocidade de germinação (plântulas.dia ⁻¹)				Tempo médio de germinação (dia)			
	Níveis de radiação				Níveis de radiação				Níveis de radiação			
	11%	52%	70%	média	11%	52%	70%	média	11%	52%	70%	média
0	46,00 a A	0,00 a B	0,00 a B	15,33	2,38 a A	0,00 a B	0,00 a B	0,79	5,55	0,00	0,00	
15	8,00 b A	0,00 a B	0,00 a B	2,66	0,28 b A	0,00 a B	0,00 a B	0,09	7,63	0,00	0,00	
medias	6,75	0,00	0,00		0,33	0,00	0,00		6,59	0,00	0,00	

²CV = 81,14%; ³DMS_{sombreamento} = 3,09; DMS_{tempo} = 4,03;
 $F_{\text{tempo de inundação}} = 103,74^{**}$;
 $F_{\text{luz}} = 145,80^{**}$;
 $F_{\text{interação}} = 103,74^{**}$

²CV = 132,65%; ³DMS_{sombreamento} = 0,25; DMS_{tempo} = 0,32;
 $F_{\text{tempo de inundação}} = 42,76^{**}$;
 $F_{\text{luz}} = 54,55^{**}$;
 $F_{\text{interação}} = 42,76^{**}$

²V_{amostra1} = 0,11;
²V_{amostra2} = 1,89;
 $F_{\text{ltempo}} = 0,058^{*}$;
 $P = 0,021$

¹médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância; *, ** significativos pelo teste F a 0,05 e 0,01, respectivamente e ns: não significativo. ² CV: coeficiente de variação; ³DMS: diferença mínima significativa.

Para *Laetia corymbulosa*, espécie dominante no estágio de sucessão secundário tardio, foram realizados experimentos em 2004, que testaram apenas um fator: tempo de inundação.

O maior percentual e o menor tempo médio de emergência das sementes de *Laetia corymbulosa* foram de 56% e 16,06 dias, respectivamente, quando as sementes foram mantidas por 15 dias sob inundação (Figuras 29 **a,b**). Enquanto a porcentagem de germinação decresceu com o aumento do tempo de inundação chegando a 5% com 90 dias de manutenção na água, o tempo médio de emergência foi menor aos 15 e 45 dias, e aumentou aos 90 e 120 dias, sob inundação (Figura 29 **b**).

A velocidade de emergência aumentou com o tempo de inundação até 45 dias. Após esse tempo, as sementes mantidas sob inundação mostraram redução da velocidade de emergência, que foi relacionada à redução do número de sementes que germinaram após 90 e 120 dias de inundação (Figuras 29 **a, c**).

O coeficiente de variação do tempo foi maior para as sementes submetidas a 45 dias de inundação (Figura 29 **d**), indicando emergência mais regular ao longo do tempo.

A medida de incerteza foi muito variável, sendo o menor valor encontrado aos 90 dias de inundação (Figura 29 **e**), onde a emergência foi muito baixa (Figura 29 **a**). Isso também pode ser comprovado pela sincronia que tendeu a aumentar com a diminuição da emergência (Figura 29 **f e a**). No entanto as sementes desta espécie não apresentaram um bom ajuste segundo o modelo empregado ($n=25 R^2 = 55,57\%$).

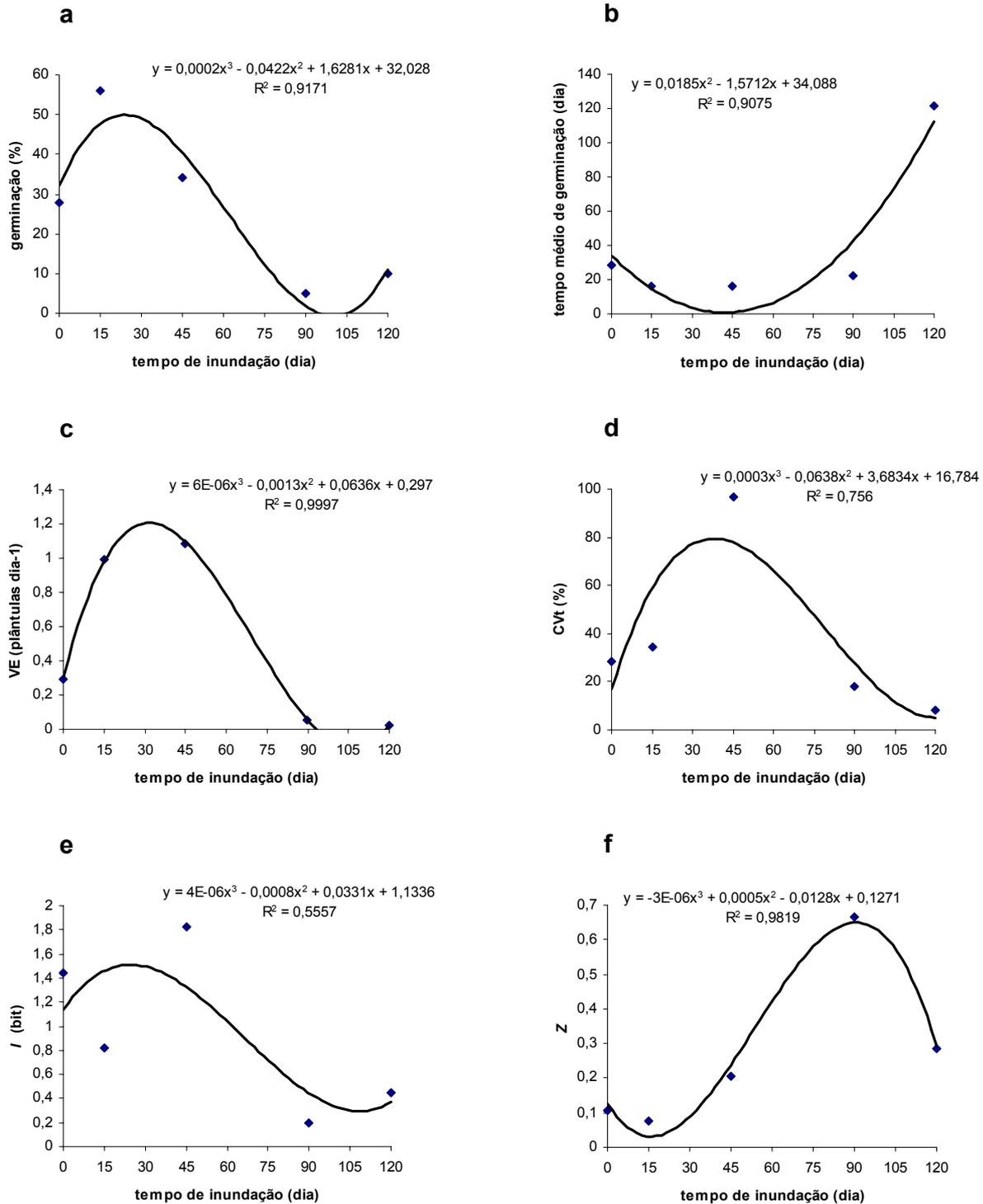


Figura 29. Modelos de regressões polinomiais para as medidas de emergência de sementes de *Laetia corymbulosa* em função dos tempos de inundação. Percentual de emergência (a); tempo médio de emergência (b); velocidade de emergência (c); coeficiente de variação do tempo (d); índice de incerteza (e); e sincronia (f).

O experimento de 2005 testou diferentes tempos de inundação e níveis de radiação relativa, os percentuais de emergência de *Laetia corymbulosa* foram baixos (< 29%) quando comparados com os experimentos de 2004. O desempenho da emergência foi melhor para as sementes mantidas em 11% de radiação relativa, quando comparadas às mantidas a 52% e 70%, nos tempos de inundação 0, 15 e 30 dias (Tabela 7).

Sementes mantidas por 45 e 90 dias inundadas não germinaram, ou quando germinaram, os percentuais foram baixos (< 10%) em todos os níveis de radiação. Com 60 dias sob inundação a emergência também foi baixa, porém, maior para as sementes mantidas a 52% de radiação relativa (Tabela 7).

A maior velocidade de emergência, e conseqüentemente, maior vigor das sementes ocorreu aos 15 dias para sementes sob 11% de radiação relativa. Velocidade muito próxima foi encontrada com 60 dias de inundação sob 52% de radiação (Tabela 7).

Independentemente do tempo de inundação, o tempo médio de emergência foi menor para as sementes mantidas sob 70% de radiação relativa. Não que essa condição fosse a melhor para acelerar a emergência, mas selecionou em termos de vigor, as poucas sementes germinadas (Tabela 7).

Tabela 7. Medidas de emergência, velocidade e tempo médio de emergência de sementes de *Laetia corymbulosa* Spruce (Flacourtiaceae) submetidas a diferentes tempos de inundação e níveis de radiação relativa (n=25).

Tempo de inundação (dias) ¹	Emergência (%)				Velocidade de emergência (plântulas.dia ⁻¹)				Tempo médio de emergência (dia)			
	Níveis de radiação			média	Níveis de radiação			média	Níveis de radiação			média
	11%	52%	70%		11%	52%	70%		11%	52%	70%	
0	21 ab A	14 ab AB	5 a B	13,3	0,161 bc A	0,119 b A	0,065 a A	0,115	39,26	31,48	23,00	32,89 b
15	29 a A	9 ab B	5 a B	14,3	0,572 a A	0,149 ab B	0,075 a B	0,265	21,49	20,89	16,17	19,71 a
30	23 ab A	11 ab AB	4 a B	12,7	0,457 ab A	0,283 ab A	0,144 a A	0,295	17,60	14,90	8,17	14,56 a
45	3 c A	0 b A	0 a A	1,0	0,045 c A	0,000 b A	0,000 a A	0,015	-	-	-	-
60	9 bc AB	18 a A	3 a B	10,0	0,168 bc B	0,524 a A	0,077 a B	0,256	14,97	10,66	10,75	12,30 a
90	2 c A	1 b A	1 a A	1,3	0,055 c A	0,015 b A	0,019 a A	0,030	-	-	-	-
medias	14,5	8,8	3,0		0,24	0,18	0,06		23,89 B	20,86 AB	14,70 A	

²CV = 84,12% ²CV = 116,90% ²CV = 30,86%

³DMS_{luz} = 12,58; DMS_{tempo} = 15,43 ³DMS_{luz} = 0,325; DMS_{tempo} = 0,398 ³DMS_{luz} = 6,62; DMS_{tempo} = 8,31

F_{tempo de inundação} = 8,11** F_{tempo de inundação} = 5,19** F_{tempo de inundação} = 19,52**

F_{luz} = 14,56** F_{luz} = 5,53** F_{luz} = 5,90**

F_{interação} = 2,70** F_{interação} = 2,33* F_{interação} = 0,40^{ns}

¹médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância; *,** significativos pelo teste *F* a 0,05 e 0,01, respectivamente e ns: não significativo. ² CV: coeficiente de variação; ³DMS: diferença mínima significativa.

O coeficiente de variação do tempo aumentou com o aumento do período de inundação até 30 dias e sob 11% de radiação relativa. Contudo, em função do baixo percentual ou mesmo da ausência de emergência nos demais tempos de inundação, esta diferença não foi significativa nem para o tempo de inundação nem para níveis de radiação (Tabela 8).

O menor valor de incerteza foi registrado em 70% de radiação, contudo, esta sincronia de emergência pode ser apenas o reflexo do reduzido número de sementes germinadas nesta condição (Tabela 8).

Tabela 8. Medidas de coeficiente de variação do tempo, incerteza de emergência de sementes de *Laetia corymbulosa* Spruce (Flacourtiaceae) submetidas a diferentes tempos de inundação e níveis de radiação relativa (n=25).

Tempo de inundação (dias) ¹	Coeficiente de variação do tempo (%)				Incerteza (bit)			
	Níveis de radiação			média	Níveis de radiação			média
	11%	52%	70%		11%	52%	70%	
0	42,86	16,59	45,09	34,60 a	1,79	1,42	1,29	1,54 a
15	67,88	68,76	6,06	54,44 a	2,23	1,58	0,33	1,47 a
30	71,85	38,58	9,12	53,38 a	2,08	1,83	0,46	1,61 a
60	24,67	34,31	37,22	30,59 a	0,97	1,98	0,50	1,23 a
medias	53,62 A	39,65 A	24,77 A		1,82 B	1,67 B	0,61 A	
² CV = 57,85 %				CV = 43,85%				
³ DMS _{luz} = 29,55; DMS _{tempo} = 35,44				DMS _{luz} = 0,67; DMS _{tempo} = 0,84				
$F_{\text{tempo de inundação}} = 1,92^{\text{ns}}$				$F_{\text{tempo de inundação}} = 0,54^{\text{ns}}$				
$F_{\text{luz}} = 3,02^{\text{ns}}$				$F_{\text{luz}} = 10,82^{**}$				
$F_{\text{interação}} = 2,02^{\text{ns}}$				$F_{\text{interação}} = 1,72^{\text{ns}}$				

¹médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância; *,** significativos pelo teste F a 0,05 e 0,01, respectivamente e ns: não significativo. ² CV: coeficiente de variação; ³DMS: diferença mínima significativa.

Das espécies do estágio de sucessão secundária tardia *Ilex inundata* apresentou emergência máxima de 14% e velocidade de emergência de 0,038 plântulas/dia⁻¹ (Tabela 9). Sementes mantidas sob 11% de radiação relativa apresentaram maior percentual e velocidade de emergência, independente do tempo de inundação, que não afetou o comportamento das sementes em relação a essas características.

A baixa ou mesmo a ausência de emergência com o aumento da incidência luminosa, impossibilitou estimativas do tempo médio de emergência nesses tratamentos, assim como do CVt e I. Ainda que em 11% de radiação relativa tenha sido possível estimar o tempo médio de emergência, os elevados valores para esta medida indicam baixa capacidade de emergência associada a baixa velocidade do processo para as sementes de *Ilex inundata*.

Tabela 9. Medidas de emergência, velocidade e tempo médio de emergência de sementes de *Ilex inundata* (n=25) submetidas a diferentes tempos de inundação e níveis de radiação relativa.

Tempo de inundação (dias) ¹	Emergência (%)				Velocidade de emergência (plântulas/dia ⁻¹)				Tempo médio de emergência (dia)			
	Níveis de radiação				Níveis de radiação				Níveis de radiação			
	11%	52%	70%	medias	11%	52%	70%	medias	11%	52%	70%	Medias
0	9,0	2,0	0,0	3,7 a	0,032	0,004	0,000	0,012 a	94,6 a	-	-	-
15	14,0	1,0	1,0	5,3 a	0,038	0,002	0,003	0,014 a	99,3 a	-	-	-
30	3,0	4,0	0,0	2,3 a	0,010	0,008	0,000	0,006 a	75,2 a	-	-	-
45	6,0	0,0	1,0	2,3 a	0,016	0,000	0,003	0,006 a	121,5 a	-	-	-
60	5,0	3,0	3,0	3,7 a	0,011	0,007	0,008	0,008 a	69,7 a	-	-	-
90	4,0	1,0	2,0	2,3 a	0,014	0,002	0,005	0,007 a	87,0 a	-	-	-
medias	6,8 A	1,8 B	1,2 B		0,020 A	0,004 B	0,003 B		92,93	-	-	-

²CV = 185,48%
³DMS_{luz} = 4,23; DMS_{tempo} = 7,33
F_{tempo de inundação} = 0,468^{ns}
F_{luz} = 6,22*
F_{interação} = 0,85 ns

²CV = 206,06%
³DMS_{luz} = 0,012; DMS_{tempo} = 0,022
F_{tempo de inundação} = 0,414^{ns}
F_{luz} = 6,525*
F_{interação} = 0,762^{ns}

²CV = 20,22%
³DMS_{tempo} = 66,29
F_{tempo de inundação} = 1,70^{ns}

¹médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância; *,** significativos pelo teste F a 0,05 e 0,01, respectivamente e ns: não significativo. ² CV: coeficiente de variação; ³DMS: diferença mínima significativa.

Das três espécies estudadas dentro do estágio de sucessão secundária tardia *Duroia duckei* foi a que apresentou comportamento mais irregular em relação ao tempo de inundação, alcançando emergência máxima de 53% no tratamento controle e mínima de 1% com 45 dias de inundação sob 11% de radiação relativa. Embora esta espécie tenha apresentado 2% de emergência com 90 e 120 dias, ela não germinou com 30 e 60 dias de inundação (Tabela 10). Além disso, *D. duckei* foi a mais suscetível à interação entre tempo de inundação e aumento de luminosidade, germinando apenas no controle sob 52% de radiação relativa, enquanto nenhuma semente germinou sob 70% de radiação em nenhum dos tempos de inundação observados (Tabela 10).

A velocidade de emergência foi maior no tratamento controle sob 11% de radiação relativa. Devido à baixa ou mesmo à ausência de emergência sob 52% e 70% de radiação relativa, não foi possível a aplicação de testes estatísticos para o tempo médio de emergência (Tabela 10), para o qual foi observado valor mínimo de 61 dias e máximo de 96 dias, sob 11% de radiação.

Tabela 10. Medidas de emergência, velocidade e tempo médio de emergência de sementes de *Duroia duckei* (n=25) submetidas a diferentes tempos de inundação e níveis de radiação relativa.

Tempo de inundação (dias) ¹	Emergência (%)				Velocidade de emergência (plântulas/dia ⁻¹)				Tempo médio de emergência (dia)			
	Níveis de radiação				Níveis de radiação				Níveis de radiação			
	11%	52%	70%	média	11%	52%	70%	média	11%	52%	70%	média
0	53,0 a A	22,0 a B	0,0 a C	25,0	0,208 a A	0,055 a B	0,00 a C	0,088	72,15	117,58		
15	37,0 a A	0,0 b B	0,0 a B	12,3	0,155 a A	0,000 a B	0,00 a B	0,051	72,30			
30	0,0 b A	0,0 b A	0,0 a A	0,0	0,000 b A	0,000 a A	0,00 a A	0,000	-			
45	1,0 b A	0,0 b A	0,0 a A	0,3	0,004 b A	0,000 a A	0,00 a A	0,001	68,00			
60	0,0 b A	0,0 b A	0,0 a A	0,0	0,000 b A	0,000 a A	0,00 a A	0,000	-			
90	2,0 b A	0,0 b A	0,0 a A	0,7	0,008 b A	0,000 a A	0,00 a A	0,003	95,50			
120	2,0 b A	0,0 b A	0,0 a A	0,7	0,008 b A	0,000 a A	0,00 a A	0,003	61,00			
medias	11,9	2,7	0,0		0,048	0,007	0,000					

$$^2CV = 150,19\%$$

$$^3DMS_{\text{luz}} = 12,39; DMS_{\text{tempo}} = 16,16$$

$$F_{\text{tempo de inundação}} = 18,80^{**}$$

$$F_{\text{luz}} = 23,06^{**}$$

$$F_{\text{interação}} = 9,15^{**}$$

$$^2CV = 153,76\%$$

$$^3DMS_{\text{luz}} = 0,05; DMS_{\text{tempo}} = 0,062$$

$$F_{\text{tempo de inundação}} = 16,74^{**}$$

$$F_{\text{luz}} = 27,17^{**}$$

$$F_{\text{interação}} = 10,31^{**}$$

¹médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância; *, ** significativos pelo teste *F* a 0,05 e 0,01, respectivamente e ns: não significativo. ² CV: coeficiente de variação; ³ DMS: diferença mínima significativa.

Assim como em *Laetia corymbulosa*, para *Tabebuia barbata* foram realizados experimentos de germinação em anos distintos com resultados diferenciados. No experimento realizado em 2004 a emergência foi maior que 90% no tratamento controle, 30 e 45 dias de inundação, e não houve diferenças entre os tratamentos (Figura 30 **a**).

Foi observada uma redução do tempo médio, aumento da velocidade de emergência e do coeficiente de variação do tempo associados ao aumento da inundação (Figura 30 **b**, **c** e **d**), o que sugere que as sementes tendem a emergir mais rápido e esta emergência é mais distribuída conforme aumenta o tempo de permanência na água. Contudo, a redução do índice de incerteza e aumento da sincronia mostrou resultados opostos, com a emergência mais concentrada após 30 dias de inundação (Figura 30 **e** e **f**).

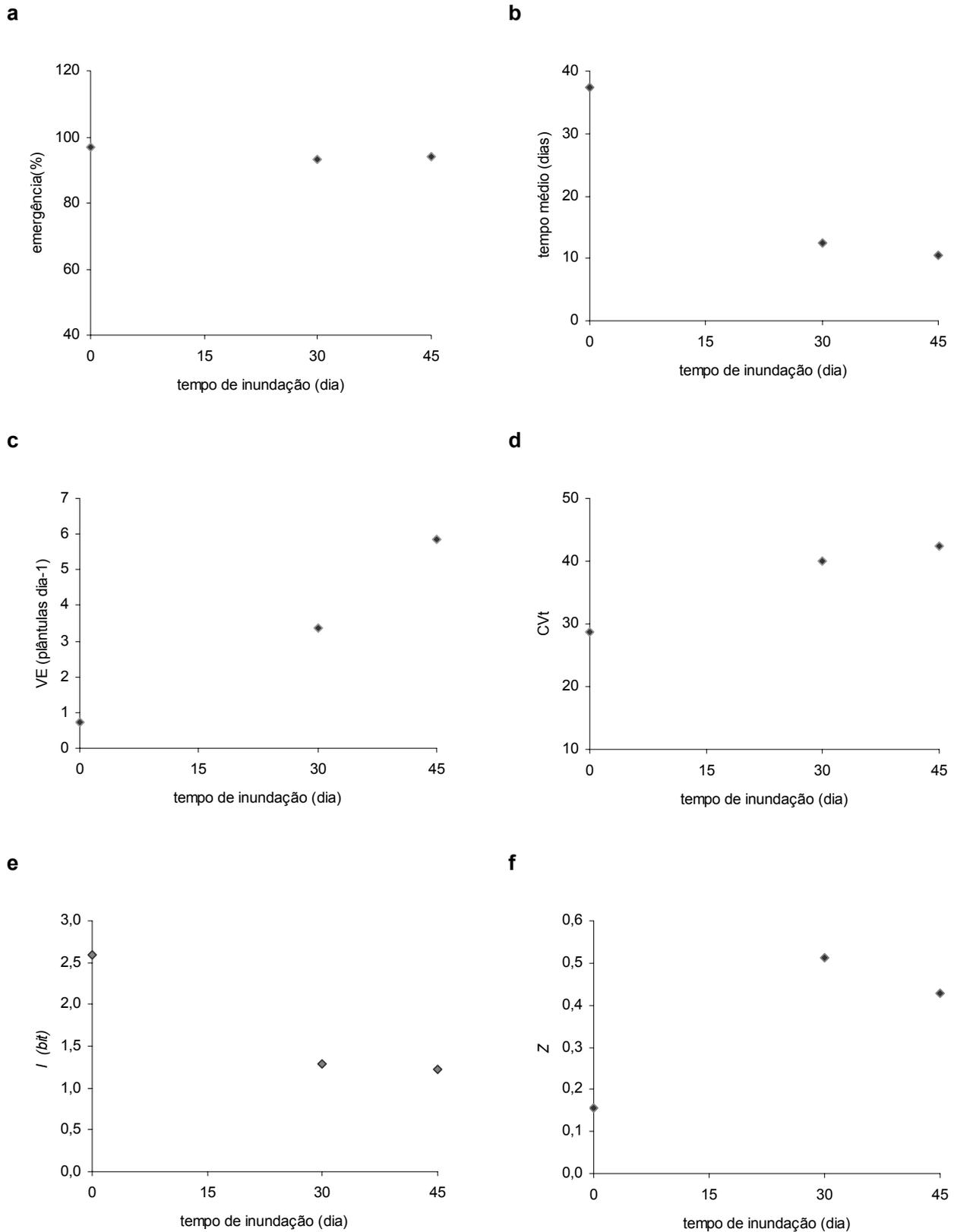


Figura 30. Desempenho do percentual de emergência ($n=25$; $F = 1,14$; $P > 0,05$) (a); tempo médio de emergência ($F = 83,83$; $P < 0,01$) (b); velocidade de emergência ($F = 1,71$; $P > 0,05$) (c); coeficiente de varia o do tempo ($F = 0,31$; $P > 0,05$) (d);  ndice de incerteza ($F = 24,29$; $P < 0,01$) (e); e sincronia ($F = 3,87$; $P > 0,05$) (f) de plântulas de *Tabebuia barbata* em fun o do tempo de inunda o.

No experimento de 2005 não houve efeito da interação entre luz e tempo de inundação em nenhuma das características germinativas avaliadas (Tabelas 11 e 12).

Tabebuia barbata, registrou maior percentual, maior velocidade e menor tempo médio de emergência das sementes, no tratamento de 60 dias de inundação, independentemente dos níveis de radiação relativa (Tabela 11). Os percentuais de emergência foram baixos (entre 1 e 8%) para sementes no tratamento controle e 30 dias de inundação (Tabela 11).

O coeficiente de variação do tempo não mostrou diferenças nem para os níveis de radiação relativa, nem para o tempo de inundação em nenhum dos tratamentos (Tabela 12). O índice de incerteza foi maior aos 60 dias de inundação, independente dos níveis de radiação (Tabela 12).

Embora com valores de emergência bem diferentes, o comportamento germinativo da espécie foi semelhante em relação à distribuição das frequências relativas de emergência, com o processo iniciando com baixa frequência que aumenta após o tempo médio, durando cerca de 29 e 20 dias em 2004 e 2005 respectivamente. As diferenças encontradas podem estar relacionadas com a falta de maturidade do embrião, uma vez que os frutos do segundo ano de experimento foram coletados ainda verdes e por isso melhor germinabilidade foi obtida após 60 dias.

Tabela 11. Medidas de emergência, velocidade e tempo médio de emergência de sementes de *Tabebuia barbata* (n=25) submetidas a diferentes tempos de inundação e níveis de radiação relativa.

Tempo de inundação (dias) ¹	Emergência (%)				Velocidade de emergência (plântulas.dia ⁻¹)				Tempo médio de emergência (dia)			
	Níveis de radiação				Níveis de radiação				Níveis de radiação			
	11%	52%	70%	média	11%	52%	70%	média	11%	52%	70%	média
0	8,0	7,0	4,0	6,3 bc	0,09	0,04	0,08	0,07 b	29,4	47,7	16,7	31,0 b
30	7,0	1,0	1,0	3,0 c	0,10	0,01	0,02	0,04 b	18,1	38,0	14,0	20,7 ab
60	47,0	47,0	71,0	55,0 a	0,70	0,68	1,16	0,85 a	18,6	19,2	16,3	18,0 a
90	30,0	23,0	11,0	21,3 b	0,89	0,355	0,16	0,47 ab	24,1	18,0	180	20,0 ab
medias	23,0 A	19,5 A	21,8 A		0,44 A	0,27 A	0,35 A		22,1 A	25,66 A	16,8 A	

² CV = 69,87%;	² CV = 116,28;	² CV = 44,38%;
³ DMS _{luz} = 12,93; DMS _{tempo} = 16,46;	³ DMS _{luz} = 0,359; DMS _{tempo} = 0,456;	³ DMS _{luz} = 9,71; DMS _{tempo} = 12,86;
F _{tempo de inundação} = 30,274 **	F _{tempo de inundação} = 10,09**	F _{tempo de inundação} = 2,92 *
F _{luz} = 0,225 ^{ns} ;	F _{luz} = 0,710 ^{ns} ;	F _{luz} = 2,40 ^{ns} ;
F _{interação} = 1,716 ^{ns}	F _{interação} = 1,439 ^{ns}	F _{interação} = 1,86 ^{ns}

¹médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância; *,** significativos pelo teste *F* a 0,05 e 0,01, respectivamente e ns: não significativo. ² CV: coeficiente de variação; ³DMS: diferença mínima significativa.

Tabela 12. Medidas de coeficiente de variação do tempo, incerteza de emergência de plântulas de *Tabebuia barbata* (n=25) submetida a diferentes tempos de inundação e níveis de radiação relativa.

Tempo de inundação (dias) ¹	Coeficiente de variação do tempo (%)				Incerteza (bit)			
	Níveis de radiação				Níveis de radiação			
	11%	52%	70%	média	11%	52%	70%	média
0	41,4	11,2	71,2	35,3 a	1,2	0,9	0,8	1,0 a
30	7,5	-	-	7,5 a	0,5	0,0	0,0	0,3 a
60	26,5	38,7	22,4	28,4 a	2,3	2,1	2,6	2,3 b
90	34,5	17,8	17,3	22,1 a	1,3	1,5	0,4	1,1 a
média	26,2 A	23,3 A	25,6 A		1,3 A	1,5 A	1,2 A	

² CV = 92,87 %;	² CV = 64,85%;
³ DMS _{luz} = 26,69; DMS _{tempo} = 39,12;	³ DMS _{luz} = 0,89; DMS _{tempo} = 1,18;
$F_{\text{tempo de inundação}} = 1,64^{\text{ns}}$	$F_{\text{tempo de inundação}} = 8,59^{**}$
$F_{\text{luz}} = 0,04^{\text{ns}}$;	$F_{\text{luz}} = 0,26^{\text{ns}}$;
$F_{\text{interação}} = 1,01^{\text{ns}}$	$F_{\text{interação}} = 0,71^{\text{ns}}$

¹médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância; *,** significativos pelo teste *F* a 0,05 e 0,01, respectivamente e ns: não significativo. ² CV: coeficiente de variação; ³DMS: diferença mínima significativa.

Os tempos de inundação associados ao aumento da intensidade luminosa (52 e 70% de radiação relativa) inibiram a emergência das sementes de *Piranhea trifoliata*. Sob as condições experimentais impostas as sementes dessa espécie apresentaram baixa capacidade germinativa, com um percentual máximo de 25% registrado no tempo controle sob 52% de radiação relativa (Tabela 13).

Independentemente dos níveis de radiação o tempo de inundação reduziu a velocidade de emergência como consequência da redução da própria emergência. O tempo médio de emergência foi avaliado apenas para as sementes no tratamento controle, por causa do baixo percentual ou mesmo ausência de emergência com 30, 120 e 150 dias de inundação (Tabela 13).

Tabela 13. Medidas de emergência, velocidade e tempo médio de emergência de plântulas de *Piranhea trifoliata* (n=25) submetidas a diferentes tempos de inundação e níveis de radiação relativa.

Tempo de inundação (dias) ¹	Emergência (%)				Velocidade de emergência (plântulas/dia ⁻¹)				Tempo médio de emergência (dia)			
	Níveis de radiação				Níveis de radiação				Níveis de radiação			
	11%	52%	70%	média	11%	52%	70%	média	11%	52%	70%	média
0	13 a B	25 a A	11 a B	16,3	0,22	0,55	0,31	0,36 a	26,7 A	14,3 A	17,1 A	19,4
30	7 ab A	0 b B	0 b B	2,3	0,13	0,00	0,00	0,04 b	-	-	-	-
120	2 c A	0 b A	0 b A	0,8	0,05	0,00	0,00	0,02 b	-	-	-	-
150	1 c A	1 b A	0 b A	0,7	0,03	0,01	0,00	0,02 b	-	-	-	-
medias	6,0	6,5	2,7		0,11 A	0,14 A	0,08 A					

² CV = 68,95 %	² CV = 128,21%	² CV = 46,33
³ DMS _{luz} = 6,01; DMS _{tempo} = 6,62	³ DMS _{luz} = 0,12; DMS _{tempo} = 0,15	³ DMS _{luz} = 17,73
F _{tempo de inundação} = 56,83 **	F _{tempo de inundação} = 17,16**	F _{luz} = 2,09 ^{ns}
F _{luz} = 5,34 *	F _{luz} = 0,88 ns	
F _{interação} = 6,61**	F _{interação} = 2,25 ns	

¹médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância; *,** significativos pelo teste *F* a 0,05 e 0,01, respectivamente e ns: não significativo. ² CV: coeficiente de variação; ³DMS: diferença mínima significativa.

Os testes de emergência sob variações do tempo de inundação apresentado para espécie *Ocotea cymbarum*, a única representante do estágio clímax de várzea alta, foram realizados apenas em um único nível de radiação relativa, devido ao reduzido número de sementes coletadas.

O percentual de emergência observado variou de 11 a 27% e não mostrou diferenças entre os tratamentos (Figura 31). O menor tempo médio (44 dias) e maior velocidade de emergência ($0,19$ plântulas/dia⁻¹) foram registrados no tratamento controle (Figura 32 **a** e **b**), indicando a redução do vigor das sementes com o aumento do tempo de inundação. O coeficiente de variação do tempo e índice de incerteza não mostrou diferenças em nenhum dos tratamentos avaliados (Figura 32 **c** e **d**).

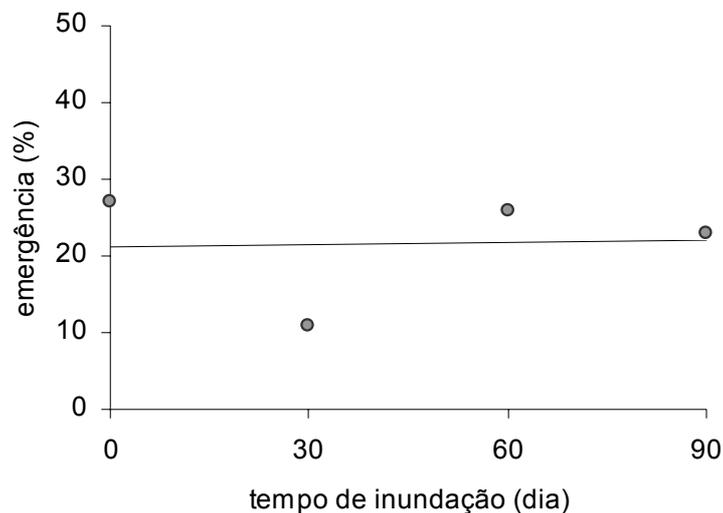
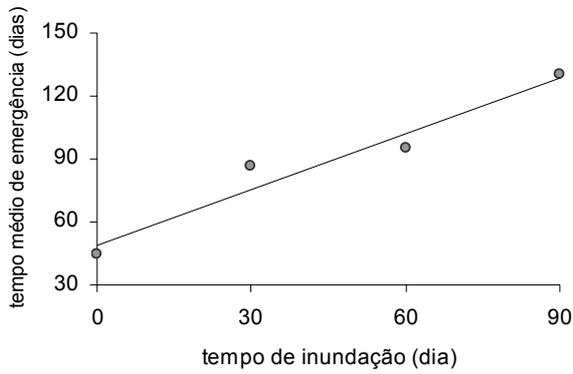
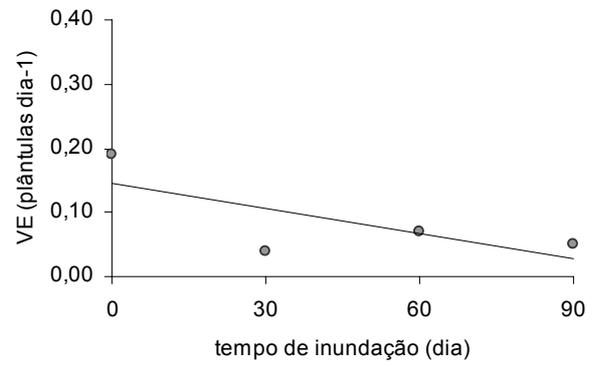


Figura 31 Percentual de emergência de plântulas de *Ocotea cymbarum* sob variações do tempo de inundação a 11% de radiação relativa ($n = 25$; $F = 1,2$; $P > 0,05$).

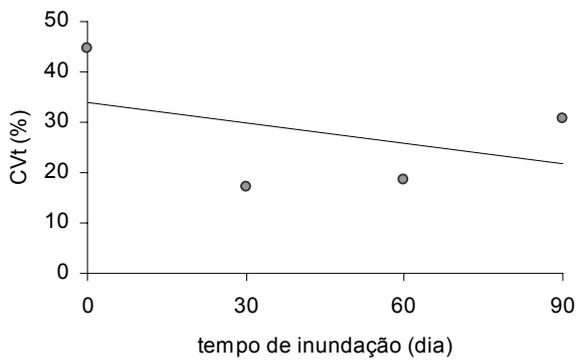
a



b



c



d

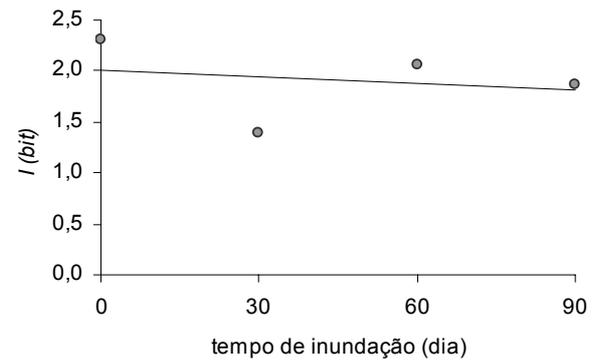


Figura 32 Tempo médio de emergência ($n = 25$; $F = 19,6$; $P < 0,01$) (a); velocidade de emergência ($F = 3,7$; $P < 0,05$) (b); Coeficiente de variação do tempo ($F = 0,7$; $P > 0,05$) (c) e índice de incerteza ($F = 0,82$; $P > 0,05$) (d) de plântulas de *Ocotea cymbarum* sob variações do tempo de inundação a 11% de radiação relativa.

Comparando todas as espécies em relação a germinação podemos confirmar a tendência de que as espécies dos estágios iniciais de sucessão apresentaram maior porcentagem de germinação do que as espécies dos estágios tardios e clímax tanto de várzea baixa quanto de várzea alta (Figura 33).

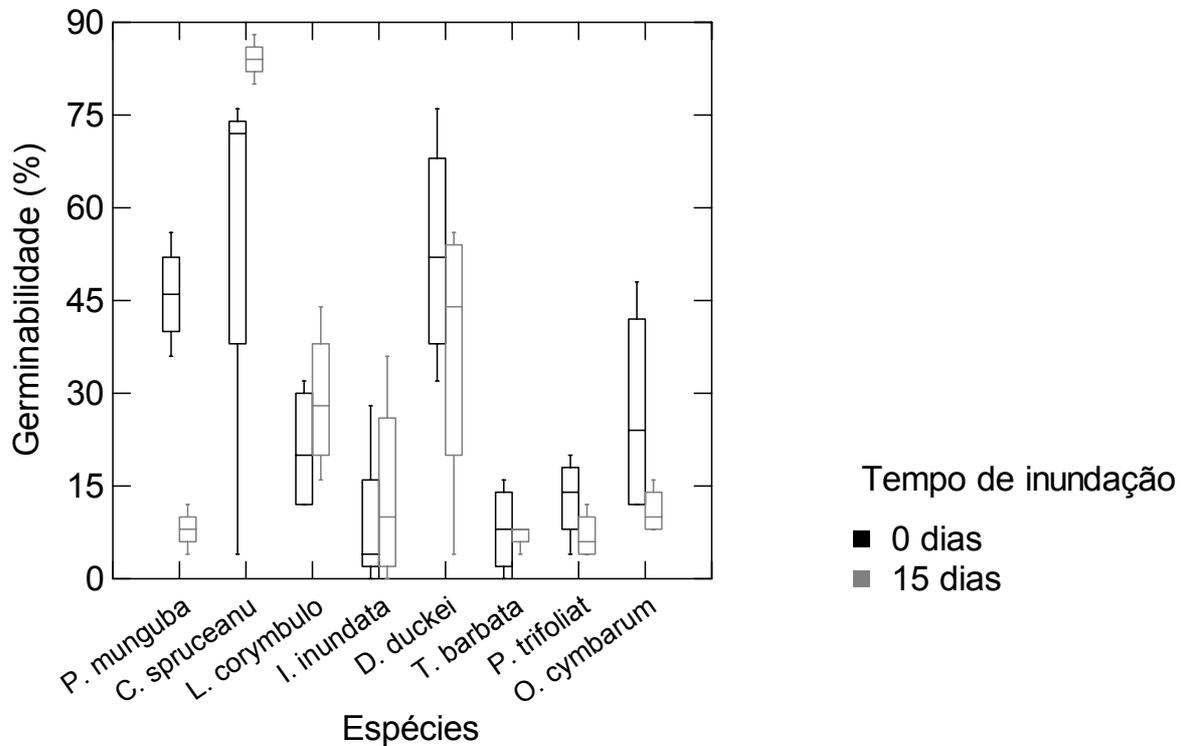


Figura 33 Porcentagem de emergência ou germinação das espécies estudadas nos tratamentos controle (0 dias) e após 15 dias de inundação (n=25). $F_{\text{espécie}} = 17,16^{**}$; $F_{\text{interação}} = 3,68^{**}$. ** significativos pelo teste F a 0,01.

Quanto ao tempo médio de emergência as espécies dos estágios iniciais germinaram em menor tempo do que as espécies dos estágios tardios e as climácicas. Quando submetidas aos tratamentos de inundação (15 dias) *Laetia corymbulosa*, *Tabebuia barbata* e *Piranhea trifoliata*, mostraram uma redução do tempo médio de emergência, enquanto *Ocotea cymbarum* aumentou o tempo médio de emergência (Figura 34). O tempo médio de emergência observado entre as espécies estudadas foi diferenciado, *Calycophyllum spruceanum* e *Pseudobombax munguba*, emergiram em menor tempo, *Tabebuia barbata* e *Piranhea trifoliata*, apresentaram tempos médios intermediários juntamente com *L. corymbulosa*. Enquanto *Ilex inundata*, *Duroia duckei* e *O. cymbarum*, mostraram os maiores tempos médios (Figura 34).

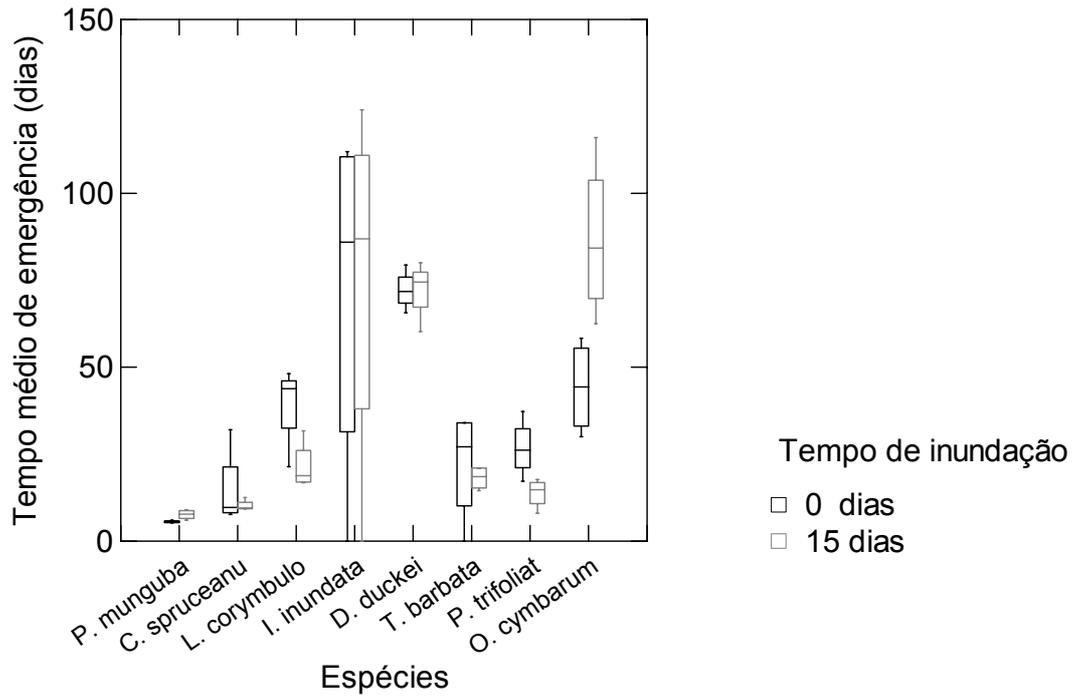


Figura 34 Tempo médio de emergência das espécies estudadas nos tratamentos controle (0 dias) e após 15 dias de inundação (n=25). $F_{\text{espécie}} = 16,70^{**}$ $F_{\text{interação}} = 1,78^{\text{ns}}$. ** significativos pelo teste F a 0,01. ^{ns} não significativo.

A velocidade de emergência foi maior nas espécies dos estágios iniciais que apresentara maior número de plântulas por dia, do que as tardias e climácicas (Figura 35).

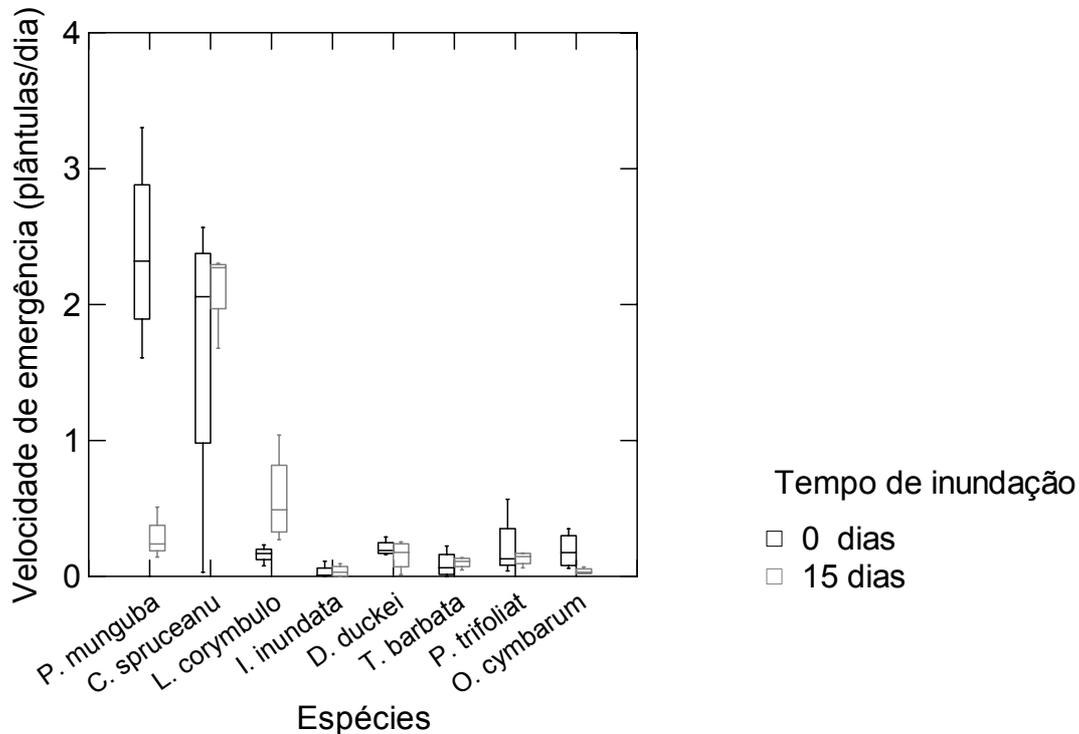


Figura 35 Velocidade de emergência das espécies estudadas nos tratamentos controle (0 dias) e após 15 dias de inundação (n=25). $F_{\text{espécie}} = 29,54^{**}$ $F_{\text{interac o}} = 9,83^{**}$. ** significativos pelo teste F a 0,01.

O coeficiente de variação do tempo foi maior, indicando regularidade do processo de germinação no tempo para espécies dos estágios tardios (*Duroia duckei*) e climax de várzea baixa (*Piranhea trifoliata*) sob as condições do controle. Contudo essa regularidade   reduzida após 15 dias de inundação. *Ilex inundata* foi a espécies que apresentou o menor valor para este coeficiente indicando uma germinação descontínua ou irregular durante o intervalo observado. As demais espécies apresentaram valores intermediários entre esses dois extremos (Figura 36).

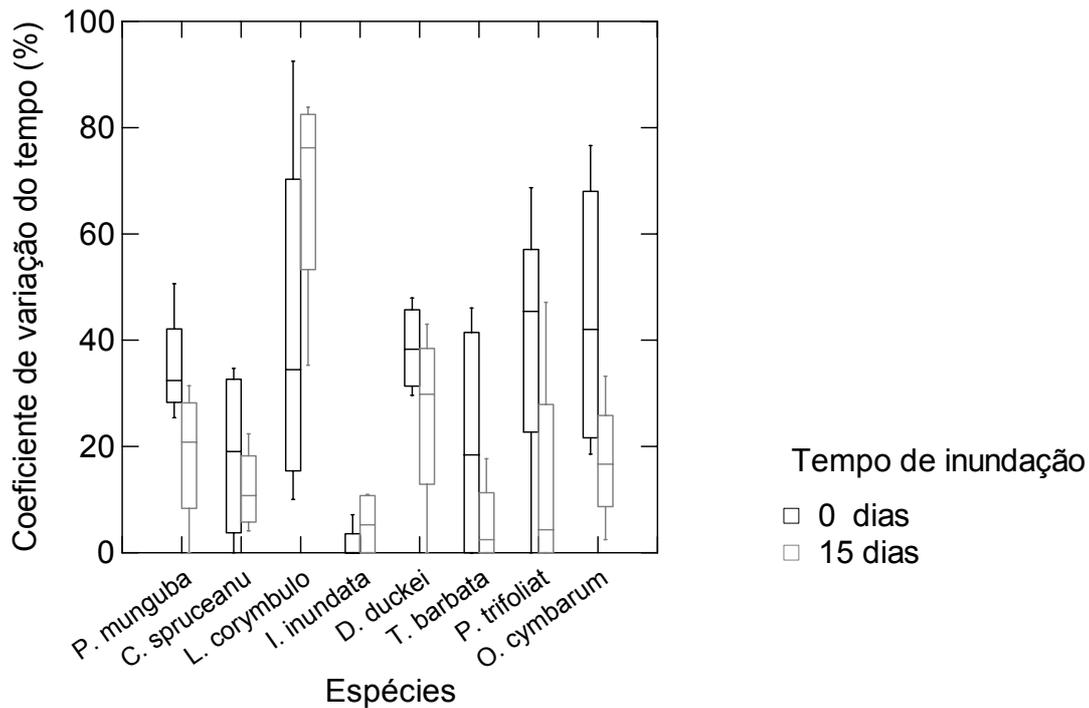


Figura 36 Coeficiente de variação do tempo das espécies estudadas nos tratamentos controle (0 dias) e após 15 dias de inundação (n=25). $F_{\text{espécie}} = 29,54^{**}$ $F_{\text{interação}} = 9,83^{**}$. ** significativos pelo teste F a 0,01.

As espécies que apresentaram menor índice de incerteza foram *Ilex inundata*, *Tabebuia barbata* e *Piranhea trifoliata* (Figura 37), para essas espécies a emergência foi acionada menor número de vezes, portanto, essas espécies são as de maior sincronia de emergência. Em contraste *Duroia duckei* registrou o maior índice de incerteza, com o processo de emergência mais espalhado (assincronizado) durante o tempo de observação (Figura 37). *Calycophyllum spruceanum*, *Pseudobombax munguba*, *Laetia corymbulosa* e *Ocotea cymbarum* mostraram índices de incerteza intermediários dentre as espécies já citadas. Apesar disto, as espécies dos estágios iniciais (*C. spruceanum* e *P. munguba*) e clímax (*T. barbata* e *P. trifoliata*) mostraram similaridades permitindo classificá-las em grupos distintos, enquanto as espécies do estágio de sucessão tardio (*L. corymbulosa*, *I. inundata* e *D. duckei*) apresentaram comportamentos variados com o qual não foi possível agrupá-las de acordo com seus estágios de sucessão. *Ocotea cymbarum* apresentou o segundo maior índice quando comparada às demais espécies (Figura 37).

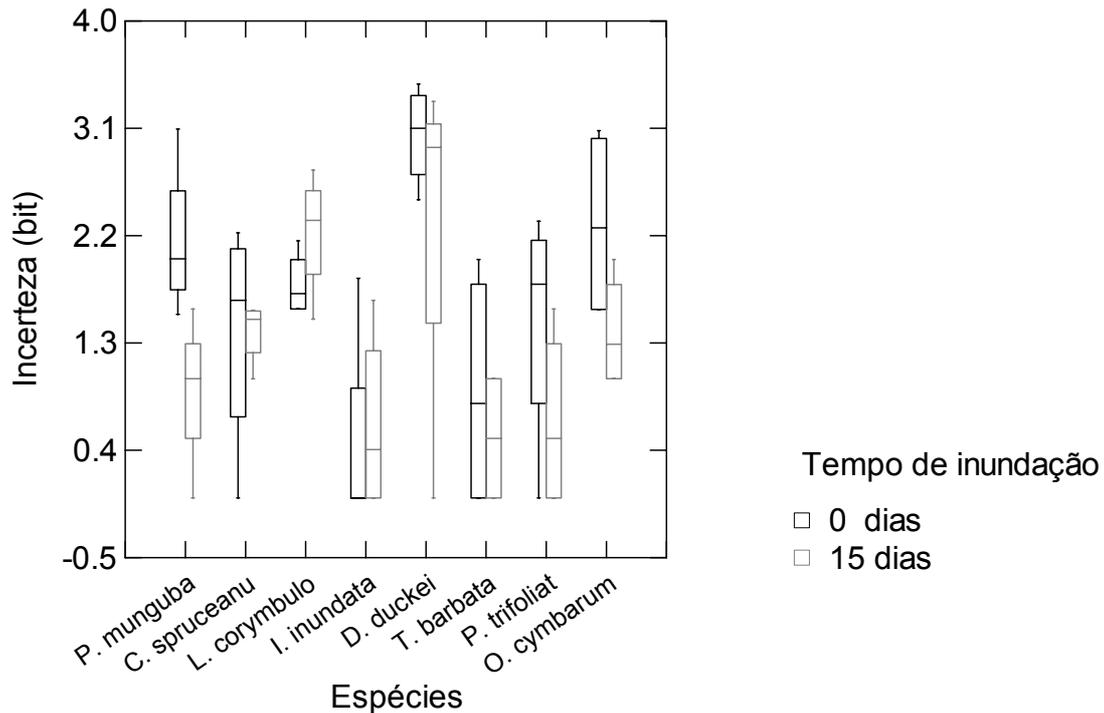
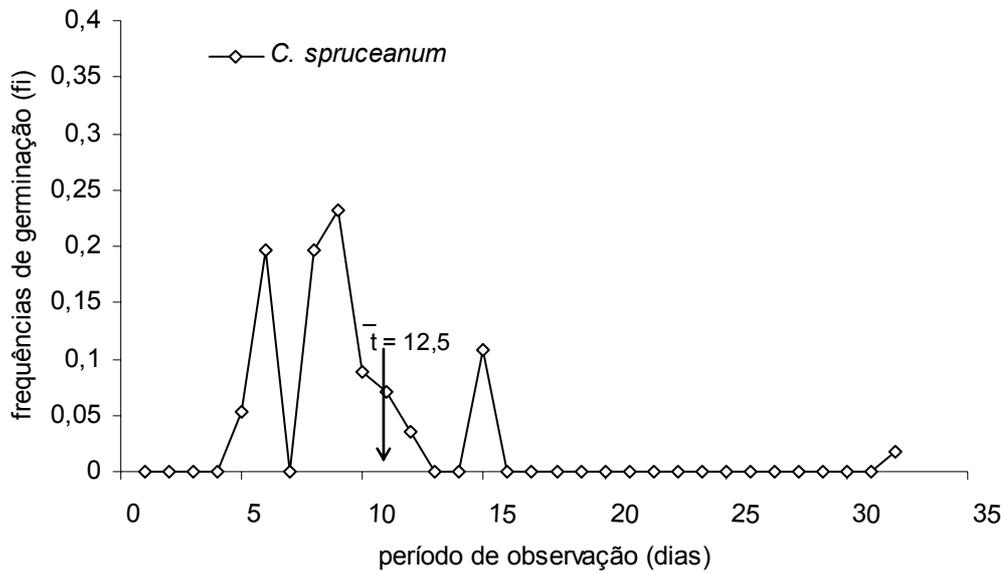


Figura 37 Índice de incerteza das espécies estudadas nos tratamentos controle (0 dias) e após 15 dias de inundação (n=25). $F_{\text{tempo de inundação}} = 5,80^*$ $F_{\text{espécie}} = 7,45^{**}$ $F_{\text{interação}} = 1,30^{\text{ns}}$. ** significativos pelo teste F a 0,01. ^{ns} não significativo.

6.2.2 Distribuição das freqüências relativas de germinação e emergência de plântulas

As distribuições das freqüências relativas de germinação das sementes de *Calycophyllum spruceanum* e *Pseudobombax munguba* foram similares, o processo esteve concentrado nos primeiros 15 dias (Figura 38 a, b), ainda que as leituras tenham sido feitas por mais de 6 meses. Parte dessa similaridade é expressa pelos tempos médios de germinação dessas espécies que não diferiram, com valores de 6,58 e 12,47 dias, respectivamente. Além disso, as freqüências máximas de emergência das sementes de *C. spruceanum* e *P. munguba* foram próximas, 0,23% e 0,28%, respectivamente, e ocorreram no intervalo entre a semeadura e os próximos 10 dias (Figura 38 a, b).

(a)



(b)

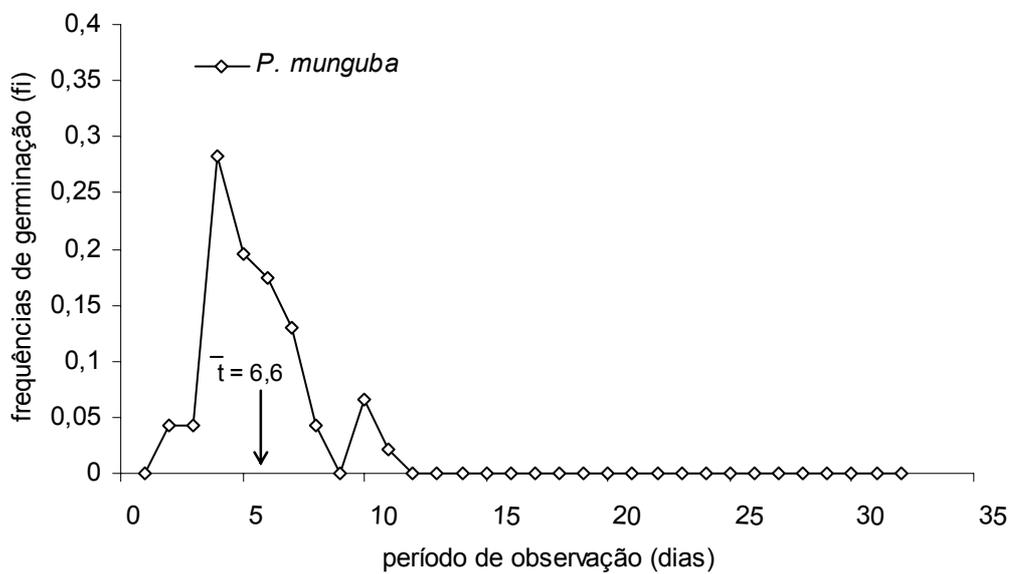


Figura 38. Distribuição da frequência relativa de germinação de sementes de *Calycophyllum spruceanum* (a) e *Pseudobombax munguba* (b) em relação ao período de observação, para sementes submetidas a 11% de radiação relativa no controle (semeadura direta).

A distribuição das freqüências relativas de emergência de plântulas de *Laetia corymbulosa*, *Ilex inundata* e *Duroia duckei*, presentes no estágio de sucessão secundária tardia, variou ao longo do período observado (Figura 39 a, b, c). Plântulas de *Laetia corymbulosa* concentraram a emergência nos primeiros 58 dias (figura 39 a), *Ilex inundata* iniciou com 59 dias mantendo a mesma amplitude de *Laetia corymbulosa*, cerca de 60 dias entre o início e o final do processo (Figura 39 b) *Duroia duckei* distribuiu a emergência ao longo de 126 dias, iniciando com 19 e finalizando com 145 dias esse processo (Figura 39 c).

Plântulas de *Duroia duckei* apresentaram distribuição simétrica, com a emergência igualmente distribuída em torno de seu tempo médio com picos de emergência semelhantes (Figura 39 c), enquanto nas plântulas de *Laetia corymbulosa* e *Ilex inundata* os padrões foram assimétricos em relação ao tempo médio de emergência. Essa assimetria indica que para plântulas de *Laetia corymbulosa* a emergência ocorre com baixas freqüências no início do processo, atinge valores máximos e tende a diminuir, enquanto *Ilex inundata* inicia com alta freqüência, porém, tal freqüência diminui ao longo do tempo de observação. As freqüências máximas registradas foram de 0,14%, 0,33% e 0,11% para *Laetia corymbulosa*, *Ilex inundata* e *Duroia duckei*, respectivamente.

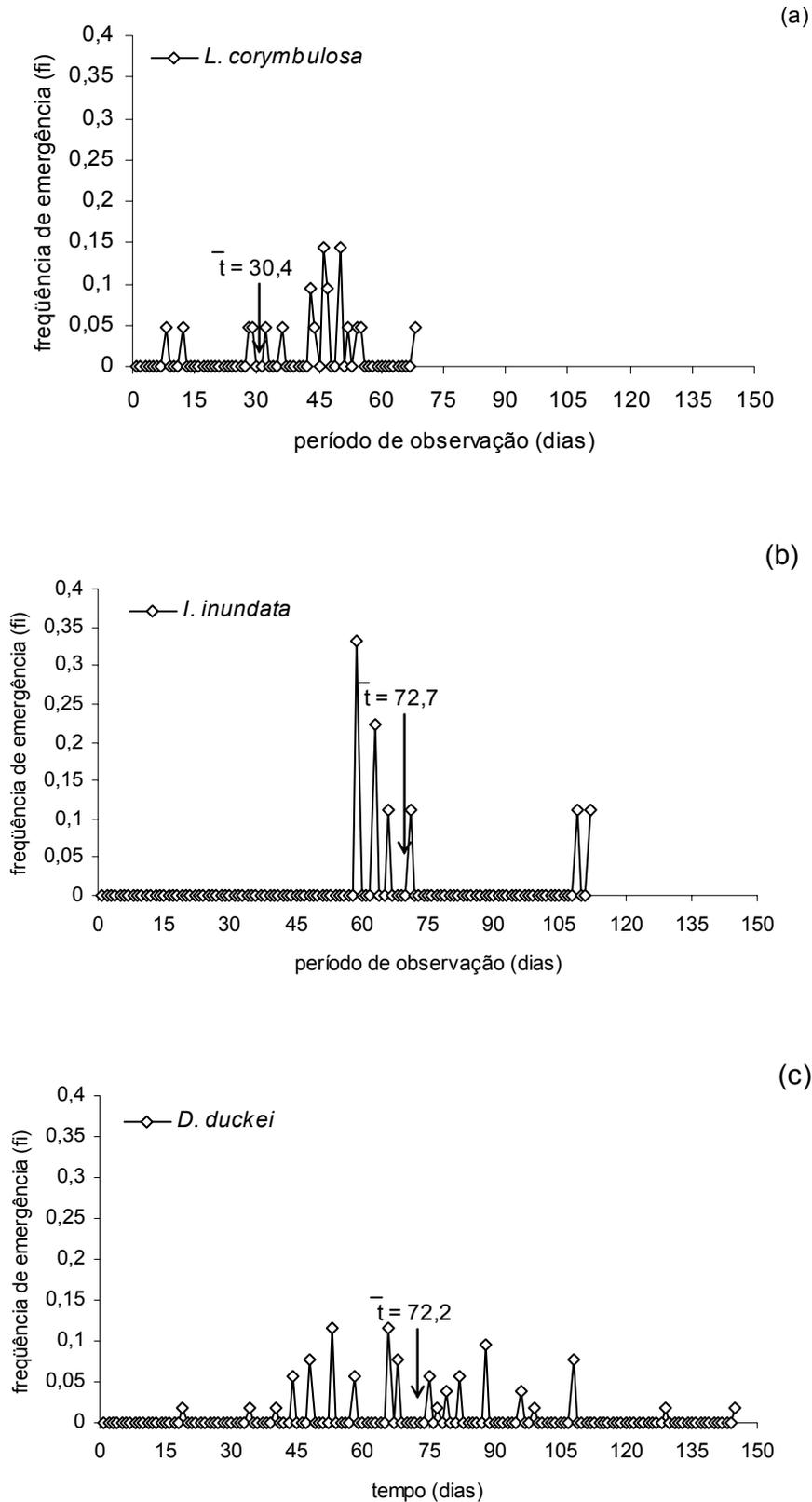


Figura 39. Distribuição da frequência relativa de emergência de plântulas de *Laetia corymbulosa* (a), *Ilex inundata* (b) e *Duroia duckei* (c) em relação ao período de observação, para sementes submetidas a 11% de radiação relativa no controle (semeadura direta).

Tabebuia barbata e *Piranhea trifoliata*, também apresentaram distribuição das frequências relativas semelhantes (Figura 40 a, b), com picos de frequência próximos aos 30 dias de observação. Embora plântulas de *T. barbata* apresentem o processo de emergência concentrado em 32 dias (14 e 46, início e final, respectivamente) e *P. trifoliata* distribua a emergência ao longo de 57 dias (4 e 61, início e final, respectivamente), os tempos médios de emergência dessas espécies não diferem, apresentando frequências máximas baixas, cujo valor foi 0,25% e 0,15% para *T. barbata* e *P. trifoliata*, respectivamente.

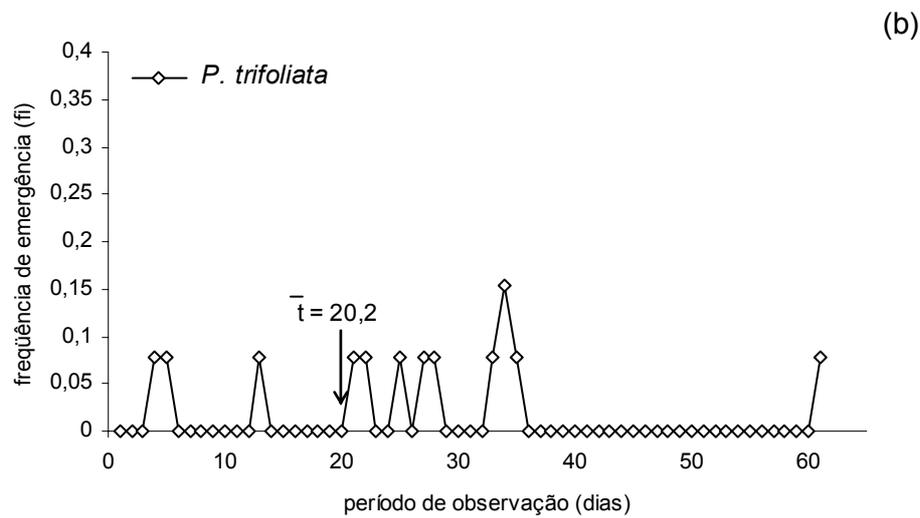
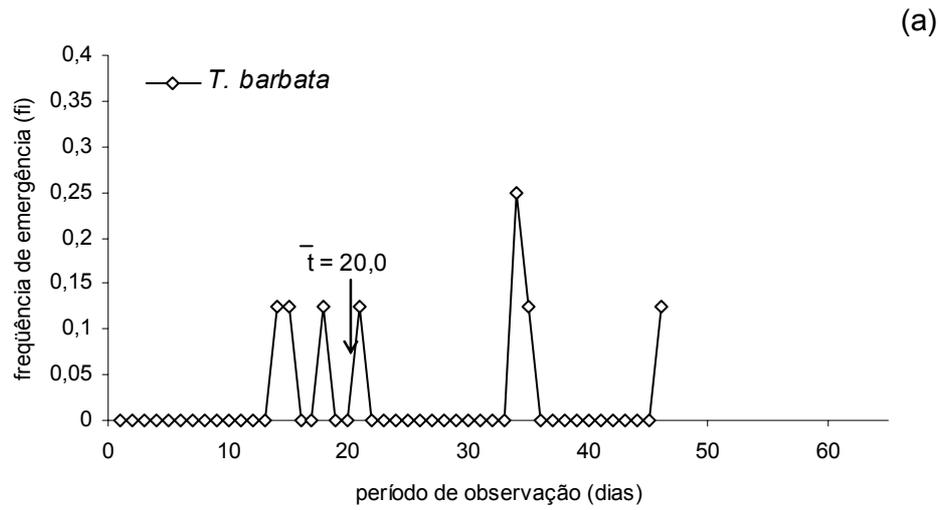


Figura 40. Distribuição da frequência relativa de emergência de plântulas de *Tabebuia barbata* (a) e *Piranhea trifoliata* (b) em relação ao período de observação, para sementes submetidas a 11% de radiação relativa no controle (semeadura direta).

A frequência de emergência das plântulas de *Ocotea cymbarum* foi irregular com picos de frequências máximas de 0,14 e mínima de 0,04 distribuídos entre o 23° e 130° dia de observação (Figura 41). Os resultados observados mostraram que *O. cymbarum* inicia o processo de emergência com alta frequência, porém, tal frequência diminui ao longo do tempo de observação.

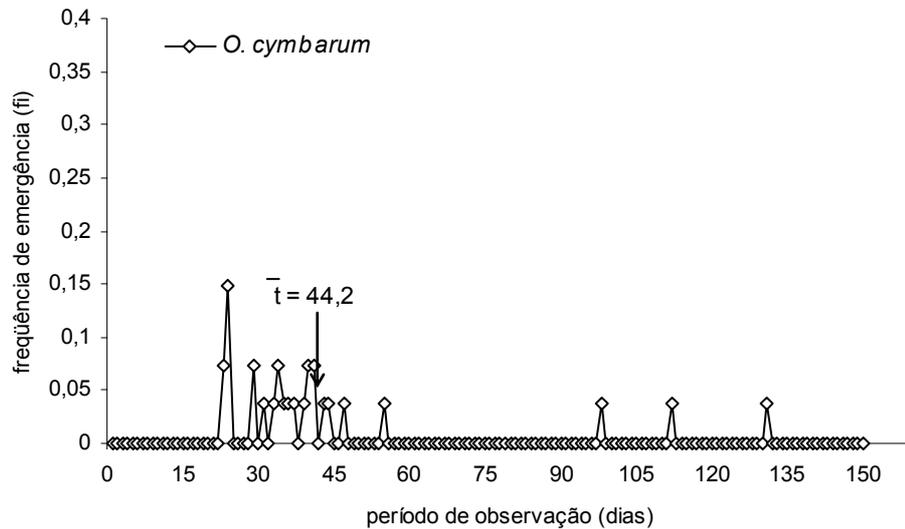


Figura 41 Distribuição da frequência relativa de emergência de plântulas de *Ocotea cymbarum* em relação ao período de observação, para sementes submetidas a 11% de radiação relativa no controle (semeadura direta).

6.3 Morfologia inicial e biomassa de plântulas

A maioria das espécies estudadas apresentou plântulas do tipo fânero-epígeo-foliáceo (PEF), com exceção de *Tabebuia barbata*, cujas plântulas foram fânero-hipógea-de reserva (PHR), *Hura crepitans* e *Ocotea cymbarum*, as quais foram cripto-epígea-de reserva (CER) e cripto-hipógea-de reserva (CHR), respectivamente (Tabela 14).

Comparando com os respectivos estágios de sucessão, todas as espécies dos estágios iniciais e tardios da várzea baixa apresentaram plântulas com cotilédones foliáceos, enquanto as espécies dos estágios clímax tanto de várzea baixa quanto de várzea alta apresentaram cotilédones de reserva, exceto *Piranhea trifoliata*, com cotilédones foliáceos.

O tempo de inundação não alterou a produção do número de folhas das plântulas, à exceção de *Calycophyllum spruceanum*, que apresentou maior número de folhas no tratamento controle (Tabela 15). Em relação ao comprimento do epicótilo o tempo de inundação reduziu a média observada para *Pseudobombax munguba* e aumentou o crescimento em *Tabebuia barbata* (Tabela 15). A massa seca da parte aérea e da raiz, foi maior no controle para *P. munguba* e maior aos 15 dias para *T. barbata*. Para as demais espécies não houve diferenças entre os tratamentos controle e 15 dias inundada (Tabela 16). As espécies que apresentaram maior valor da razão raiz:parte aérea (1,30 e 0,69) foram *T. barbata* e *L. corymbulosa*, todavia, assim como para as demais espécies observadas, não houve efeito do tempo de inundação (Tabela 16).

Tabela 14 Classificação dos tipos morfofuncionais das plântulas das espécies estudadas, baseada nas características de emissão da radícula, posição, exposição e textura dos cotilédones.

Espécies	Posição da germinação	Posição	Exposição/Textura	Siglas*
<i>Ficus anthelminthica</i>	unipolar	epígea	fanero/foliáceo	PEF
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	unipolar	epígea	fanero/foliáceo	PEF
<i>Pseudobombax munguba</i>	unipolar	epígea	fanero/foliáceo	PEF
<i>Ilex inundata</i>	unipolar	epígea	fanero/foliáceo	PEF
<i>Duroia duckei</i>	unipolar	epígea	fanero/foliáceo	PEF
<i>Laetia corymbulosa</i>	unipolar	epígea	fanero/foliáceo	PEF
<i>Tabebuia barbata</i>	central	hipógea	fanero/de reserva	PHR
<i>Piranhea trifoliata</i>	unipolar	epígea	fanero/foliáceo	PEF
<i>Hura creptans</i>	unipolar	epígea	cripto/de reserva	CER
<i>Ocotea cymbarum</i>	unipolar	hipógea	cripto/de reserva	CHR

* classificação utilizada (*sensu* Miquel 1987), abreviações mantidas do original em inglês (Garwood, 1996), por serem mais próximas do Latin e facilitar comparações com outros artigos.

Tabela 15 Médias do número de folhas e comprimento do epicótilo das plântulas das espécies estudadas, 6 meses após a emergência (n = 5), nos tratamentos controle e 15 dias inundadas.

Espécies	N° de Folhas			Comprimento do epicótilo (cm)		
	Tempo de inundação (dias) ¹		médias	Tempo de inundação (dias) ¹		médias
	controle	15 dias		controle	15 dias	
<i>P. munguba</i>	3,40	2,50	3,00 cd	11,20 bc A	7,25 cde B	9,44
<i>C. spruceanum</i>	13,20	11,00	12,10 a	7,86 cd A	8,93 cd A	8,40
<i>L. Corymbulosa</i>	10,23	9,66	9,93 a	10,25 bcd A	9,10 cd A	9,64
<i>I. inundata</i>	4,50	6,88	5,76 bc	6,76 de A	5,00 de A	5,83
<i>D. duckei</i>	7,20	4,80	6,40 b	3,40 e A	2,80 e A	3,20
<i>T. barbata</i>	3,66	3,85	3,74 bcd	14,50 b B	22,14 b A	17,31
<i>P. trifoliata</i>	2,38	3,40	2,66 d	9,95 cd A	10,61 c A	10,13
<i>O. cymbarum</i>	4,60	4,75	4,66 bcd	36,40 a A	39,05 a A	37,57
médias	6,83 A	7,32 A		10,87	11,29	

² CV(%) = 35,76	² CV(%) = 26,41
³ DMS _{espécie} = 2,81	³ DMS _{espécie} = 3,26
DMS _{tempo} = 0,83	DMS _{tempo} = 0,96
F _{tempo de inundação} = 1,34 ^{ns}	F _{tempo de inundação} = 0,74 ^{ns}
F _{espécie} = 40,04 ^{**}	F _{espécie} = 146,80 ^{**}
F _{interação} = 1,77 ^{ns}	F _{interação} = 5,62 ^{**}

¹médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância; *, ** significativos pelo teste F a 0,05 e 0,01, respectivamente e ns: não significativo. ² CV: coeficiente de variação; ³ DMS: diferença mínima significativa.

Tabela 16 Médias da massa seca da Parte aérea (Pa), massa raiz (Rz) e da razão Rz:Pa das plântulas das espécies estudadas, 6 meses após a emergência (n = 5), nos tratamentos controle e 15 dias inundadas.

Espécies	Massa seca parte aérea (g)			Massa seca raiz (g)			Rz:Pa		
	Tempo de inundação (dias) ¹			Tempo de inundação (dias) ¹			Tempo de inundação (dias) ¹		
	controle	15 dias	médias	controle	15 dias	médias	controle	15 dias	médias
<i>P. munguba</i>	2,80 a A	0,65 b B	1,84	1,17 a A	0,190 b B	0,680	0,43	0,26	0,35 bc
<i>C. spruceanum</i>	0,02 c A	0,06 b A	0,04	0,006 b A	0,006 b A	0,006	0,32	0,39	0,36 bc
<i>L. Corymbulosa</i>	0,08 c A	0,06 b A	0,07	0,023 b A	0,006 b A	0,014	0,65	0,71	0,69 b
<i>I. inundata</i>	0,07 c A	0,05 b A	0,06	0,039 b A	0,020 b A	0,029	0,53	0,39	0,46 bc
<i>D. duckei</i>	0,20 bc A	0,13 b A	0,18	0,010 b A	0,020 b A	0,013	0,32	0,28	0,30 bc
<i>T. barbata</i>	1,02 b B	2,44 a A	1,55	1,352 a B	2,51 a A	1,782	1,36	1,20	1,30 a
<i>P. trifoliata</i>	0,25 bc A	0,19 b A	0,23	0,083 b A	0,050 b A	0,074	0,39	0,52	0,43 bc
<i>O. cymbarum</i>	2,00 a A	2,00 a A	2,00	0,168 b A	0,187 b A	1,176	0,19	0,22	0,20 c
médias	0,54	0,49		0,316	0,295		0,56 A	0,54 A	
	² CV(%) = 114,72			² CV(%) = 132,18			² CV(%) = 63,50		
	³ DMS _{espécie} = 0,66			³ DMS _{espécie} = 0,45			³ DMS _{espécie} = 0,39		
	DMS _{tempo} = 0,19			DMS _{tempo} = 0,13			DMS _{tempo} = 0,11		
	F _{tempo de inundação} = 0,18 ^{ns}			F _{tempo de inundação} = 0,10 ^{ns}			F _{tempo de inundação} = 0,13 ^{ns}		
	F _{espécie} = 30,30**			F _{espécie} = 45,36**			F _{espécie} = 17,70**		
	F _{interação} = 7,73**			F _{interação} = 8,96**			F _{interação} = 0,44 ^{ns}		

¹médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância; *, ** significativos pelo teste F a 0,05 e 0,01, respectivamente e ns: não significativo. ² CV: coeficiente de variação; ³ DMS: diferença mínima significativa.

Quando comparadas as médias de número de folhas sob variações de radiação relativa, a maioria das espécies produziu maior número de folhas com o aumento da radiação relativa, à exceção de *Tabebuia barbata* e *Piranhea trifoliata*, para as quais não houve efeito significativo dos diferentes níveis de radiação (Tabela 17).

O comprimento do epicótilo foi diferente entre as espécies e em relação aos níveis de radiação relativa, em média as plântulas cresceram mais sob 11% de radiação (Tabela 17). Contudo, este resultado pode ter sido efeito da redução do número de espécies que emergiram sob 52 e 70% de radiação. *Hura crepitans*, *Ocotea cymbarum* e *Tabebuia barbata* foram as espécies com maior comprimento do epicótilo, contudo as duas primeiras só emergiram sob 11% de radiação relativa (Tabela 17).

A biomassa das plântulas foi diferente entre as espécies, mas também não mostrou variações significativas sob os níveis de radiação relativa em nenhuma das medidas observadas (Tabela 18). *Tabebuia barbata* foi a espécie que apresentou maior valor da razão Rz:Pa (Tabela 18).

A Comparação das espécies dentro dos seus respectivos estágios de sucessão mostrou que espécies dos estágios iniciais e tardios da várzea baixa apresentaram plântulas menores do que as dos estágios clímax de várzea baixa e alta (Figura 42). Este resultado pode ser reflexo do tamanho das sementes (Figura 26) como mostra a correlação positiva entre a massa fresca das sementes e o comprimento do epicótilo (figura 43).

Tabela 17 Média do número de folhas e comprimento do epicótilo das plântulas das espécies estudadas, 6 meses após a emergência (n = 5), sob três diferentes níveis de radiação relativa.

Espécies	Numero de folhas				Comprimento do epicótilo			
	Níveis de radiação relativa			média	Níveis de radiação relativa			média
	11%	52%	70%		11%	52%	70%	
<i>F. anthelmintica</i>	6,00	-	-	6,00 bc	5,57	-	-	5,57 c
<i>P. munguba</i>	3,00	-	-	3,00 c	9,44	-	-	9,44 bc
<i>C. spruceanum</i>	10,10	12,90	13,30	12,10 a	7,90	7,70	9,60	8,40 bc
<i>L. Corymbulosa</i>	8,00	10,50	11,62	9,92 ab	8,60	9,74	10,80	9,64 bc
<i>I. inundata</i>	5,00	5,00	18,00	5,76 bc	6,81	3,66	9,00	5,83 c
<i>D. duckei</i>	5,20	8,80	-	6,40 bc	3,10	3,42	-	3,20 c
<i>T. barbata</i>	3,40	3,80	4,50	3,73 c	19,70	12,20	17,75	17,31 b
<i>P. trifoliata</i>	2,37	2,00	3,80	2,66 c	9,76	9,43	11,42	10,13 bc
<i>H. crepitans</i>	7,50	-	-	7,50 b	34,30	-	-	34,30 a
<i>O. cymbarum</i>	4,66	-	-	4,66 c	37,57	-	-	37,57 a
medias	5,61 C	8,22 B	10,03 A		14,45 A	7,84 B	11,41 AB	
	² CV(%) = 36,29				² CV(%) = 58,45			
	³ DMS _{espécie} = 3,21				³ DMS _{espécie} = 9,02			
	DMS _{radiação} = 1,31				DMS _{radiação} = 3,69			
	F _{espécie} = 30,57**				F _{espécie} = 30,64**			
	F _{radiação} = 38,16**				F _{radiação} = 12,35**			

¹médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância; *, ** significativos pelo teste F a 0,05 e 0,01, respectivamente e ns: não significativo. ² CV: coeficiente de variação; ³DMS: diferença mínima significativa.

Tabela 18 Média da massa seca da Parte aérea (Pa), massa raiz (Rz) e da razão Rz:Pa das plântulas das espécies estudadas, 6 meses após a emergência (n = 5) sob três diferentes níveis de radiação relativa.

Espécies	Massa seca parte aérea (g)				Massa seca raiz (g)				Razão Rz:Pa			
	Níveis de radiação relativa				Níveis de radiação relativa				Níveis de radiação relativa			
	11%	52%	70%	média	11%	52%	70%	média	11%	52%	70%	média
<i>P. munguba</i>	1,84	-	-	1,84 a	0,777	-	-	0,777 b	0,35	-	-	0,35 bc
<i>C. spruceanum</i>	0,05	0,02	0,04	0,04 b	0,050	0,082	0,020	0,006 c	0,34	0,40	0,31	0,35 bc
<i>L. Corymbulosa</i>	0,01	0,10	0,11	0,07 b	0,059	0,030	0,012	0,014 c	1,02	0,51	0,48	0,68 b
<i>I. inundata</i>	0,07	0,04	0,12	0,06 b	0,037	0,015	0,030	0,028 c	0,52	0,38	0,25	0,45 bc
<i>D. duckei</i>	0,24	0,05	-	0,18 b	0,020	0,018	-	0,013 c	0,29	0,33	-	0,31 c
<i>T. barbata</i>	1,44	0,67	2,91	1,55 a	2,000	1,040	2,165	1,782 a	1,43	1,37	0,88	1,30 a
<i>P. trifoliata</i>	0,17	0,20	0,36	0,23 b	0,038	0,010	0,196	0,074 c	0,42	0,18	0,67	0,42 bc
<i>O. cymbarum</i>	2,00	-	-	2,00 a	0,176	-	-	0,176 c	0,20	-	-	0,20 c
média	0,71 A	0,15 B	0,53 A		0,382 A	0,135 A	0,355 A		0,58 A	0,51 A	0,50 A	
		² CV(%) = 140,32			² CV(%) = 160,00				² CV(%) = 57,72			
		³ DMS _{espécie} = 0,81			³ DMS _{espécie} = 0,54				³ DMS _{espécie} = 0,35			
		DMS _{radiação} = 0,38			DMS _{radiação} = 0,26				DMS _{radiação} = 0,16			
		F _{espécie} = 20,25**			F _{espécie} = 30,96**				F _{espécie} = 21,42**			
		F _{radiação} = 8,02**			F _{radiação} = 3,53*				F _{radiação} = 1,12 ^{ns}			

¹médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância; *,** significativos pelo teste F a 0,05 e 0,01, respectivamente e ns: não significativo. ² CV: coeficiente de variação; ³DMS: diferença mínima significativa.

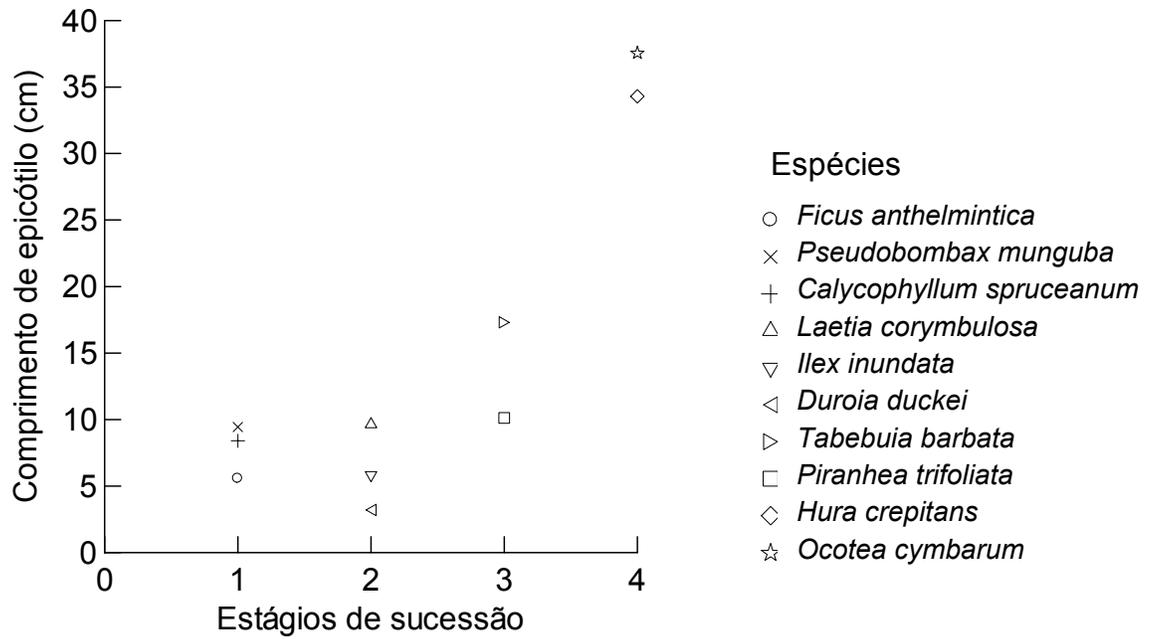


Figura 42 Médias do comprimento do epicótilo das plântulas das 10 espécies estudadas, classificadas de acordo com os estágios de sucessão: 1 sucessão secundária inicial; 2 sucessão secundária tardia; 3 clímax de várzea baixa e 4 clímax de várzea alta ($F = 10,2$; $P = 0,01$)

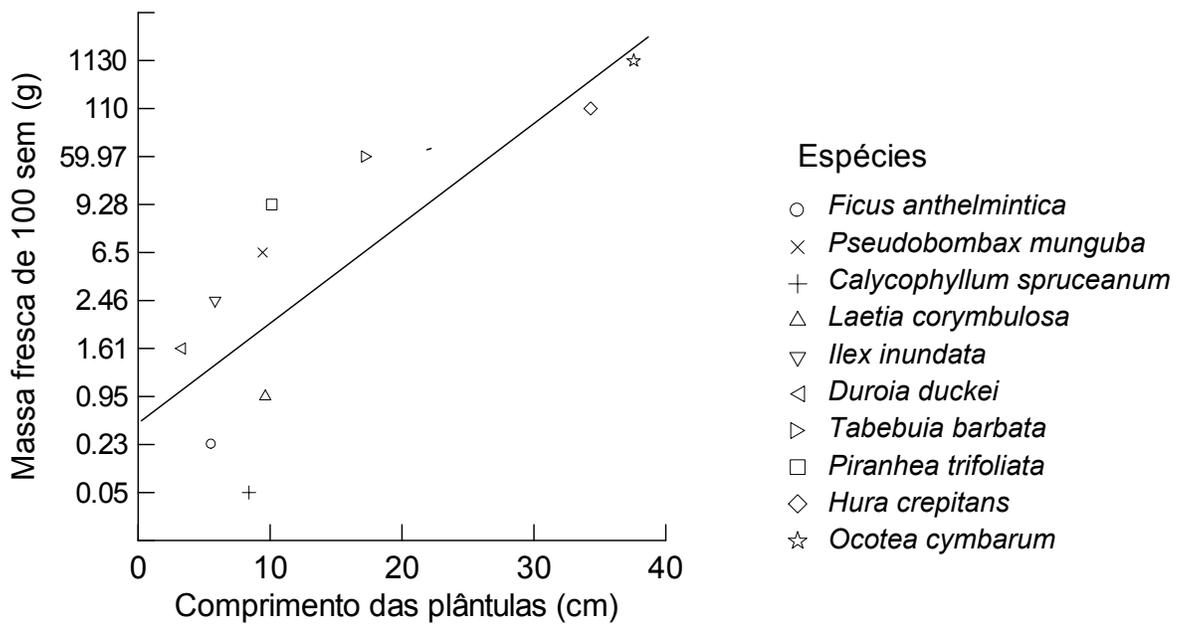


Figura 43 Gráfico do modelo de regressão exponencial do comprimento do epicótilo em função da massa fresca das sementes das espécies estudadas.

6.4 Avaliação da densidade das plântulas no campo

No senso realizado em 2004 foram encontradas plântulas de 5 das dez espécies estudadas (Tabela 19). Entre essas cinco espécies o padrão de recrutamento foi diferente apenas a distâncias inferiores a 5 m de do tronco matriz, onde *Ilex inundata* foi a espécie de maior densidade com 3,58 plântulas/m², seguida por *Hura crepitans* com 1,70 e *Ocotea cymbarum* com 0,5 plântula/m² (Tabela 19). Para as demais distâncias não houve diferenças significativas no padrão de recrutamento das espécies. Em média *Piranhea trifoliata* foi a espécie que apresentou a maior densidade com 0,72 plântulas/m².

Ao contrário do senso de 2004, em 2006 o padrão de recrutamento foi diferente entre as espécies em todas as distâncias observadas, exceto a menos de 5 e a 30 m do tronco matriz (Tabela 20). Neste senso foram encontradas plântulas de 8 espécies e *Ilex inundata* foi a que apresentou a maior densidade com média de 1,54 plântulas/m² (Tabela 20).

Foram registrados o total de 1.218 plântulas de oito espécies em uma área de 1760 m², com o número máximo de 676 plântulas na área do Gavão e o número mínimo de 120 na área do Dórico (Figura 44). *Pseudobombax munguba*, *Ilex inundata* e *Piranhea trifoliata* foram as mais abundantes com 358, 296 e 298 plântulas respectivamente (Figura 44).

Tabela 19 Médias do número de plântulas das espécies estudadas registrado por m² dentro das respectivas áreas de coleta.

Senso das plântulas em 2004 ¹							
Quadrante	Distância (m)	<i>I. inundata</i>	<i>D. duckei</i>	<i>P. trifoliata</i>	<i>H. crepitans</i>	<i>O. cymbarum</i>	média
0	<5	3,58 a A	0,00 a C	0,00 c C	1,70 a AB	0,50 a C	0,63
1	5	0,00 b A	1,40 a A	1,45 ab A	0,45 a A	0,06 a A	0,49
2	10	0,00 b A	1,70 a A	1,90 a A	0,10 a A	0,06 a A	0,55
3	15	0,00 b A	0,00 a A	0,45 ab A	0,35 a A	0,13 a A	0,13
4	20	0,00 b A	0,85 a A	1,30 ab A	0,05 a A	0,06 a A	0,33
5	25	0,00 b A	0,00 a A	1,10 ab A	0,10 a A	0,00 a A	0,18
6	30	0,00 b A	0,00 a A	0,60 ab A	0,00 a A	0,06 a A	0,10
7	35	0,00 b A	0,00 a A	0,60 ab A	0,00 a A	0,00 a A	0,09
8	40	0,00 b A	0,00 a A	0,20 ab A	0,05 a A	0,00 a A	0,04
9	45	0,00 b A	0,00 a A	0,15 ab A	0,00 a A	0,00 a A	0,02
10	50	0,00 b A	0,00 a A	0,20 ab A	0,00 a A	0,00 a A	0,03
média		0,33	0,36	0,72	0,25	0,08	0,23

²CV(%) = 745,98
³DMS_{espécie} = 0,58
DMS_{distância} = 0,69
F_{espécie} = 4,13**; F_{distância} = 2,22**; F_{interação} = 1,31**

¹médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância; *,** significativos pelo teste *F* a 0,05 e 0,01, respectivamente e ns: não significativo. ² CV: coeficiente de variação; ³DMS: diferença mínima significativa.

Tabela 20 Médias do número de plântulas das espécies estudadas registrado por m² dentro das respectivas áreas de coleta.

Senso das plântulas em 2006 ¹									
Quadrante	Distância (m)	Pseu	Laet	<i>Ilex</i>	<i>Duro</i>	<i>Pira</i>	<i>Hura</i>	<i>Ocot</i>	média
0	<5	0,00 c A	0,00 a A	0,00 e A	0,00 a A	0,00 c A	0,40 a A	0,14 a A	0,07
1	5	1,30 ab ABC	0,50 a BC	2,75 ab A	0,00 a C	1,65 a AB	0,00 a C	1,06 a BC	0,83
2	10	1,15 ab AB	0,00 a C	1,75 bcd A	0,00 a C	0,85 ab AB	0,05 a C	0,31 a AB	0,49
3	15	1,65 a AB	0,25 a C	2,67 ab A	0,10 a C	0,90 ab AB	0,05 a C	0,50 a C	0,71
4	20	1,45 a AB	0,25 a C	1,92 bc A	0,00 a C	1,20 ab AB	0,00 a C	0,14 a C	0,60
5	25	1,70 a B	0,25 a BC	4,08 a A	0,15 a BC	0,75 ab BC	0,00 a C	0,31 a BC	0,80
6	30	1,50 a A	0,25 a A	0,92 bcd A	0,00 a A	0,65 ab A	0,00 a A	0,00 a A	0,43
7	35	1,70 a A	0,50 a AB	1,25 bcd AB	0,00 a C	0,45 ab AB	0,05 a C	0,09 a C	0,49
8	40	1,85 a A	0,00 a B	0,17 de B	0,10 a B	0,20 c B	0,00 a B	0,00 a B	0,34
9	45	2,15 a A	0,00 a B	0,42 de B	0,00 a B	0,10 c B	0,05 a B	0,27 a B	0,41
10	50	1,75 a A	0,00 a C	1,00 bcd AB	0,20 a AB	0,20 c AB	0,00 a C	0,00 a C	0,42
média		1,47	0,18	1,54	0,05	0,63	0,05	0,29	0,51

²CV(%) = 277,51³DMS_{espécie} = 0,47DMS_{distância} = 0,55 $F_{\text{espécie}} = 36,93^{**}$; $F_{\text{distância}} = 3,26^{**}$; $F_{\text{interação}} = 1,85^{**}$

¹médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância; *,** significativos pelo teste F a 0,05 e 0,01, respectivamente e ns: não significativo. ² CV: coeficiente de variação; ³DMS: diferença mínima significativa.

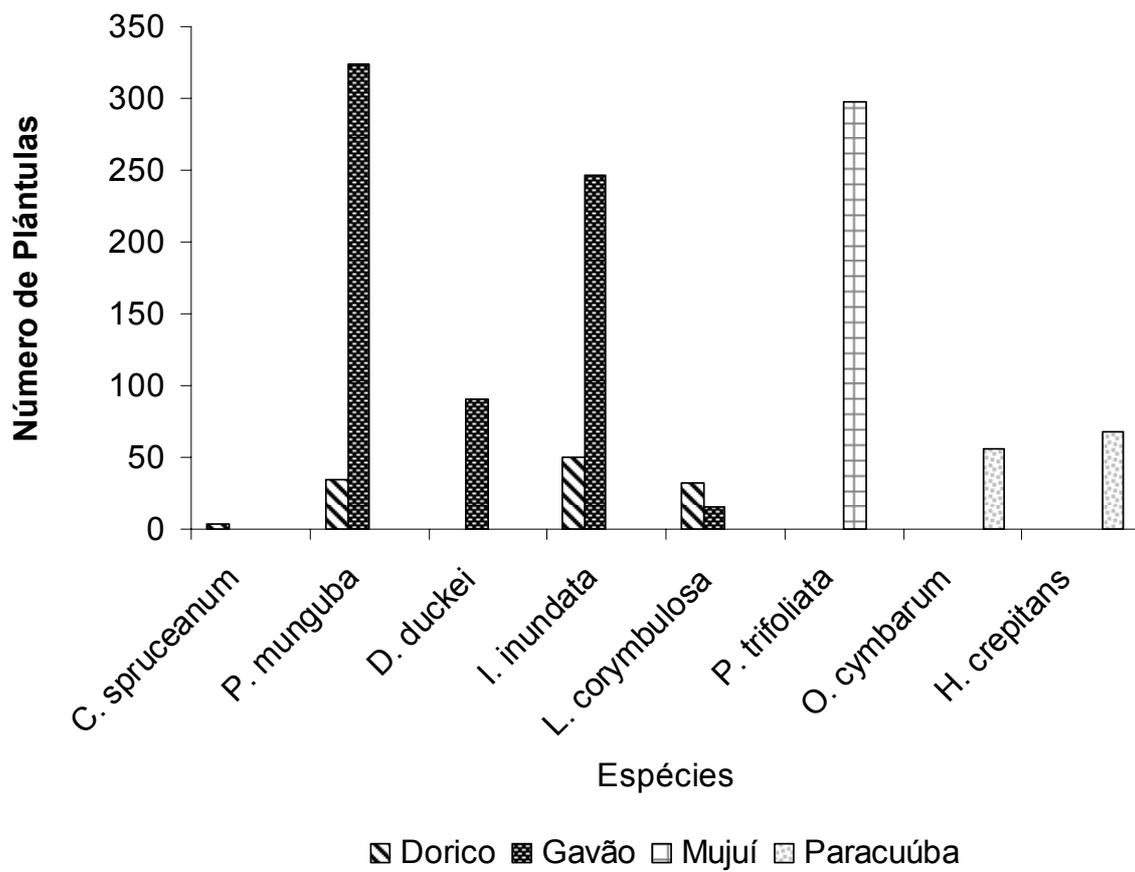


Figura 44 Número total plântulas observadas por espécie nas respectivas áreas de coleta ($F = 20,12$ $p = 0,001$).

7. Discussão

7.1 Ecologia dos propágulos das espécies estudadas

Todas as espécies investigadas associam mais de um tipo de dispersão, uma vez que, quando apresentam capacidade de flutuação na água (hidrocoria) ou são dispersas pelo vento (anemocoria) podem ainda ser ingeridas por peixes, como descrito para *Ficus* spp., *Pseudobombax munguba*, *Piranhea trifoliata*, e *Tabebuia barbata* (Gottsberger, 1978; Gouding, 1980; Kubitzki, 1985; Araújo-Lima & Goulding, 1998).

Espécies com características frequentemente associada à dispersão zoocórica, como *Ficus anthelmintica*, *Ilex inundata*, *Duroia duckei* e *Laetia corymbulosa*, com frutos bacóides ou drupóides, cores vistosas (amarelo, roxo) recobertos por arilo, polpa carnosa ou aromática e frutos grandes (> 14 mm). Características associadas à dispersão por aves, morcegos ou primatas (Almeida-Cortez, 2004), podem ainda ser dispersas por hidrocoria, uma vez que seus frutos apresentaram capacidade de flutuação na água.

Mesmo as espécies de dispersão barocórica *Ocotea cymbarum* e *Piranhea trifoliata*, ao caírem na água podem ser ingeridas por peixes, ou ainda serem dispersas por hidrocoria, uma vez que o fato de submergirem no substrato não afeta a possibilidade de serem dispersas, reduzindo apenas a distância de dispersão. A dispersão de sementes que afundam foi verificada por Moegenburg (2002) com pseudo-sementes marcadas e enterradas em uma área inundada por influência de maré em um dos tributários do rio Tocantins na bacia Amazônica Oriental. Este mesmo autor demonstrou que a profundidade da água pode ser uma característica importante para determinar a distância de dispersão, associada ao tamanho das sementes, ou seja, espécies com sementes maiores e mais pesadas necessitam maior profundidade da água para serem dispersas a distâncias maiores. Para as áreas de várzea investigadas neste estudo, a profundidade mínima da coluna de água foi de 1,5 m, o que não representa um fator limitante para dispersão das sementes.

Outro exemplo de associação de várias formas de dispersão é *Hura crepitans* que tem dispersão explosiva, mas as sementes possuem capacidade de flutuação quando caem na água, o que proporciona sua dispersão também por hidrocoria.

Vários autores descreveram essa capacidade de associar a dispersão por diversos vetores para as espécies de árvores da várzea (Kubitzki & Ziburski, 1994; Waldhoff *et al.* 1996; Oliveira-Wittmann *et al.* 2006) e também para espécies de áreas inundadas por influência de marés (Scarano, 1998). Do ponto de vista das plantas frutíferas das florestas

inundadas, por influência da maré, a água pode ser um vetor imprevisível para dispersão das sementes. A vantagem de ter associado várias formas de dispersão é que sementes que pertencem a uma mesma árvore podem experimentar diferentes possibilidades de dispersão (Moegenburg, 2002). Tal imprevisibilidade pode explicar porque muitas espécies com frutos e sementes com capacidade para flutuar possuem aparentes mecanismos para outras formas de dispersão (Moegenburg 2002).

Sob o ponto de vista das florestas de várzea, apesar da previsibilidade da inundação, o padrão de colonização das espécies em diferentes alturas do relevo também indica certa imprevisibilidade, uma vez que a variação sazonal do nível da água também é um fator ecológico importante (Gottsberger, 1978). Mais do que tolerar ou não a inundação, o fator associado a ela é a probabilidade de soterramento das sementes devido à elevada carga de sedimentação anual (Wittmann *et al.*, 2002). Nesse estudo, mesmo as sementes que afundam na água toleraram a inundação por mais de 120 dias, mas não foram capazes de germinar quando enterradas experimentalmente a uma profundidade de 8 cm. Neste sentido, associar outras formas de dispersão pode ser fundamental para aumentar a distribuição espacial das espécies, ampliar as possibilidades de colonização de novos habitats e, conseqüentemente, as chances de sobrevivência e estabelecimento das plântulas (Kubitzki & Ziburski, 1994; Scarano, 1998). Uma vez que a profundidade, duração e frequência da inundação podem afetar de alguma forma o desenvolvimento de uma comunidade de plantas em áreas inundáveis (Kozlowski, 1997; Casanova & Brock 2000).

7.2 Tamanho de sementes e estágios sucessionais

O tamanho das sementes e o número de sementes por fruto das 10 espécies estudadas foi muito variável, mas a relação da massa fresca das sementes com os respectivos estágios de sucessão, mostrou que essas espécies em geral apresentaram o padrão esperado, onde as espécies dos estágios iniciais tendem a produzir sementes pequenas e numerosas, enquanto as dos estágios mais tardios e de florestas maduras produzem sementes maiores, provavelmente com maior quantidade de reservas e que, por sua vez, produziram plântulas maiores (Gómez-Pompa & Vasquez-Yanes, 1974; Foster 1986). A relação tamanho de sementes versos tamanho inicial das plântulas foi mantida nas medidas realizadas seis meses após a emergência, onde as sementes maiores produziram plântulas com maior comprimento do epicótilo.

Nas duas últimas décadas muitos autores investigaram se o tamanho das sementes afeta ou não as condições de estabelecimento das plântulas, considerando que sementes grandes podem ser mais adaptadas às severas condições de estabelecimento (Westoby *et al.*, 1992, 1996). Postula-se também que a disponibilidade de luz no chão da floresta seleciona as espécies por meio do tamanho das sementes, onde as sementes pequenas germinam melhor e, conseqüentemente, estabelecem suas plântulas em ambientes de muita luz e vice versa (Ng, 1978; Foster & Janson 1985). Contudo, este padrão pode estar muito mais associado às características filogenéticas de cada grupo do que aos fatores ecológicos (Kelly & Purvis, 1995), ou pode ainda estar associado à dispersão das sementes e às taxas de crescimento relativo de cada espécie (Dalling & Hubbell, 2002; Dalling *et al.*, 2002).

Considerando as proporções do tamanho das sementes das espécies investigadas, em relação à massa fresca, podemos afirmar que *Ficus anthelmintica* e *Calycophyllum spruceanum*, espécies dos estágios iniciais, fizeram um maior investimento no crescimento das plântulas, uma vez que, possuindo sementes cerca de 10 vezes menores, após seis meses suas plântulas mostraram o comprimento do epicótilo similar aos das espécies dos estágios tardios da várzea baixa.

Além disso, as espécies investigadas neste estudo apresentaram os melhores percentuais de germinação sob a menor porcentagem de radiação relativa testada (11%). Contudo estes resultados podem estar associados com outros fatores, que não foram testados no presente estudo, como aumento da temperatura e diminuição da umidade relativa do ar registrado sob maior porcentagem de radiação relativa (70%).

Marshall (1986), investigando o efeito do tamanho das sementes sob o sucesso das plântulas em três espécies de *Sesbania* (Fabaceae), encontrou que as espécies com sementes menores mostraram as maiores porcentagem de emergência. As plântulas produzidas por sementes maiores também apresentaram uma tendência de maior crescimento, mas as diferenças no tamanho das plântulas persistiram apenas por um curto intervalo de tempo.

Embora exista uma classificação que separa a maioria das espécies em duas categorias, as que necessitam de luz e tolerantes a sombra, na verdade existe um contínuo de condições de estabelecimento. Alguns autores sugeram que condições de estabelecimento intermediárias são mais comuns para espécies de florestas tropicais e que outros fatores bióticos e abióticos confundem a interação entre as condições de estabelecimento e a massa das sementes (Foster & Janson 1985).

Comparando os ambientes estudados, as espécies dos estágios iniciais tardios e climax que colonizam as áreas de várzea baixa, apresentaram menor massa fresca das sementes do que aquelas espécies que colonizam os ambientes de várzea alta. Foster & Janson (1985) encontraram resultados semelhantes investigando 203 espécies de árvores das florestas tropicais do Parque Nacional de Manu (Peru), esses autores mostraram por meio dos dados de massa fresca das sementes, que as espécies restritas a ambientes de florestas maduras apresentaram massa das sementes significativamente maior do que aquelas estabelecidas em ambientes mais instáveis, como os habitats submetidos à ação maior de erosão e sedimentação, como as planícies de inundação do Rio Manu.

7.3 Morfologia das plântulas e os estágios sucessionais

Quanto ao tamanho de sementes, associado aos grupos sucessionais e a morfologia inicial das plântulas, foi registrada uma tendência para que as plântulas fânoro-epigeal-foleáceas (PEF) fossem menores (> 10 cm), produzidas por sementes pequenas, com pouca reserva nutritiva, enquanto plântulas fânoro-hipógeo-de reserva (PHR), cripto-epígeo-de reserva (CER) e cripto-hipógeo-de reserva (CHR) tendem a ser maiores (> 40 cm), geradas por sementes grandes, com considerável reserva nutritiva (Melo *et al.* 2004). A morfologia das plântulas é uma característica destacada por ter uma função ecológica importante para o estabelecimento e o crescimento inicial das espécies (Garwood 1996).

As espécies dos estágios iniciais e tardios da várzea baixa apresentaram plântulas com cotilédones fânoro-epígeo-foliáceo (PEF). Os cotilédones foliáceos com capacidade de realizar fotossíntese tendem a dar às suas plântulas maior independência, incorporar mais substâncias orgânicas favorecendo a possibilidade de investir mais em outras estratégias, como mudanças no metabolismo (Ferreira *et al.*, 2005). Esses grupos sucessionais, tendem a crescer rapidamente para competir por espaço e luz (Ng 1978). Neste caso cotilédones prontamente fotossintetizantes significam uma vantagem a mais. Todavia, esse tipo de cotilédone só é capaz de suprir as demandas energéticas iniciais das plântulas, caso haja disponibilidade de luz adequada para realização da fotossíntese (Kitajima, 1992).

Tabebuia barbata, *Hura crepitans* e *Ocotea cymbarum*, espécies, as quais apresentaram plântulas com cotilédones de reserva, fânoro-hipógeo (PHR) para *T. barbata*, cripto-epigeal (CER) em *H. crepitans* e cripto-hipógeo (CHR) para *O. cymbarum*, seriam mais aptas a colonizar ambientes com menor intensidade de inundação e pouca

penetração de luz, como nos estágios clímax das florestas de várzea baixa e várzea alta, onde essas espécies são dominantes (Wittmann & Junk 2003; Wittmann *et al.*, 2006).

Os resultados obtidos para as dez espécies deste estudo são semelhantes áqueles encontrados na Estação Ecológica do Panga – MG (Ressel *et al.* 2004), na qual 73% das espécies com sementes mais leves (< 0,1 g) corresponderam ao tipo morfofuncional PEF sendo este tipo morfofuncional mais freqüente nas espécies dos estágios sucessionais iniciais. Enquanto as espécies com sementes mais pesadas (> 1,5 g) apresentaram plântulas do tipo CHR com o predomínio de espécies de estágios finais de sucessão.

Piranhea trifoliata foi exceção dentro dessa relação tamanho das sementes, morfologia inicial das plântulas e estágios de sucessão. Apesar de produzir sementes comparativamente maiores, o tamanho das plântulas foi semelhante ao das espécies dos estágios iniciais e tardios da várzea baixa, com cotilédones fânereo-epígeo-foliáceo. A sugestão é que essas características podem estar relacionadas ao alto índice de predação pré-dispersão que foi observado para este espécie, o que levaria a investir mais na produção de muitas sementes do que na sobrevivência das plântulas. Durante os dois anos de observação desse estudo, os frutos foram infestados por uma espécie de Curculionídeo. Examinei cinco amostras de frutos em anos diferentes, que continham entre 180 e 398 frutos, e encontrei entre 40 e 74% de infestação com perda total das sementes. Embora na mesma área houvesse outras espécies produzindo frutos, nenhuma delas foi infestada pela mesma praga.

Para um grande número de plantas, o estágio de sementes representa a fase do ciclo de vida de maior mortalidade; grande parte dessa mortalidade pode estar associada ao consumo pré-dispersão das sementes, que pode afetar não somente a produção de sementes como também limitar o recrutamento das plântulas (Janzen, 1969; Louda *et al.*, 1990).

Muitos insetos predadores pré-dispersão são descritos como sendo espécie-específicos, pelo menos ao nível de gênero. Aumentar a produção de sementes pode ser uma alternativa para saciar os consumidores e minimizar os efeitos do consumo de sementes (Janzen, 1976; Greig, 1993), essa também pode ser considerada uma estratégia eficiente para compensar os riscos de perdas em áreas sujeitas á inundação (Scarano, 1998). Contudo, para teste dessa hipótese um estudo mais detalhado deste aspecto é necessário.

7.4 Biomassa de plântulas

Para melhor explicar a hipótese de que o tempo de inundação dos propágulos poderia interferir no desenvolvimento inicial e conseqüentemente no estabelecimento das plântulas, a investigação das estratégias de alocação de biomassa poderia ser considerada uma característica importante. Apenas seis espécies puderam ser avaliadas quanto ao tempo de inundação e variações dos níveis de radiação relativa, apresentando um padrão de alocação de biomassa distinto entre as espécies.

Tabebuia barbata apresentou maior alocação de biomassa nas raízes, seguida por *Laetia corymbulosa*, o aumento de alocação de biomassa nas raízes pode ser uma estratégia eficiente para garantir fixação e maior absorção de nutrientes durante o curto intervalo para colonização dos solos instáveis das florestas de várzea baixa, sugerindo ser uma característica importante para tolerar a inundação (Parolin 2002). Entretanto, nenhuma das espécies registrou diferenças na alocação de biomassa das plântulas produzidas por sementes do controle e após 15 dias de inundação. As espécies dos estágios tardios e clímax, além do maior tamanho de semente e maior comprimento do epicótilo, apresentaram cotilédones que permaneceram aderidos às plântulas por mais de quatro meses, o que sugere maior dependência na utilização dessas reservas. Na natureza, a habilidade das plantas em manter suas raízes e ramos vivos até o início da fase terrestre pode favorecer a fixação e o rápido estabelecimento durante a descida do nível da água (Scarano *et al.* 2003).

Outro aspecto relevante é que o tamanho das sementes teve mais influência no padrão de alocação de biomassa do que as variações dos níveis de radiação relativa. Resultados semelhantes foram apresentados por Rose (2000) para plântulas em áreas de florestas tropicais da Guiana, nas quais a massa das sementes teve mais influência no padrão de alocação de biomassa do que a luz.

Embora o tamanho das sementes tenha influenciado diretamente o tamanho inicial das plântulas, essa última característica parece não interferir no recrutamento ou aumento das chances de estabelecimento das plântulas no campo, uma vez que as espécies com plântulas menores foram encontradas em maior densidade (1,54/m² para *I. inundata* e 0,72/m² para *P. trifoliata*). Contudo, isto pode estar associado mais com as estratégias de dispersão dos propágulos, emergência das plântulas e distribuição das freqüências de germinação dessas espécies, como será discutida posteriormente.

Esse estudo só registrou a ocorrência de plântulas recém germinadas, com exceção de três espécies (*Laetia corymbulosa*, *Ilex inundata* e *Piranhea trifoliata*), para as quais foram encontradas plântulas que emergiram em anos anteriores, mas em densidades menores que 0,05/m². Comparando o número de espécies e o tamanho da

área investigada nossos resultados são semelhantes ao que foi registrado por Harms e colaboradores (2004) para plântulas de sub-bosque da estação Biológica de La Selva na Costa Rica, onde foram encontrados valores que variaram de 0,7 a 1,6 plântulas/m². Contudo esses valores não explicam a atual densidade populacional dos indivíduos adultos. Nem mesmo o modelo de mortalidade dependente da densidade proposto por Janzen (1970) e Connell (1971) seria adequado para essa explicação, uma vez que para muitas das espécies as plântulas não foram encontradas ou, quando foram, não mostraram um padrão de maior recrutamento próximo dos indivíduos adultos, principalmente no caso das espécies que são dispersas pela água. Portanto, a melhor explicação para manutenção das densidades populacionais das espécies estudadas e a tolerância dessas plântulas a inundação é a combinação de diversas estratégias de dispersão, estabelecimento e germinação, como já descrito para outras espécies de áreas inundáveis (Scarano, 1998; Lopez 2001; ter Steege 1994; Oliveira-Wittmann, 2006).

7.5 Estratégia Germinativas

A melhor caracterização do padrão de emergência de plântulas das espécies de acordo com seu estágio de sucessão foi determinada a partir de sementes não inundadas, uma vez que as respostas aos tratamentos de inundação foram variáveis entre as espécies, não permitindo comparações para tempos superiores a 15 dias. O efeito da interação entre a duração da inundação e os diferentes níveis de radiação relativa foi significativo para quatro das oito espécies investigadas. *Pseudobombax munguba*, *Laetia corymbulosa*, *Duroia duckei* e *Piranhea trifoliata* que mostraram melhor germinabilidade sob 11% de radiação relativa. O aumento de radiação associado à duração da inundação reduziu a germinabilidade de *P. munguba*, *D. duckei* e *P. trifoliata*, espécies dos estágios de sucessão inicial, tardia e clímax de várzea baixa e aumentou a germinabilidade de *L. corymbulosa*, sugerindo que o comportamento germinativo não é reflexo apenas dos estágios sucessionais, ou seja, esta resposta não está condicionada apenas com maior quantidade luz como postulado por Vazquez-Yanes & Orozco-Segovia (1984, 1993 e 1996). Os resultados deste estudo confirmam que o comportamento germinativo dessas espécies responde melhor à interação desses dois fatores do que apenas à luz. As respostas apresentadas correspondem em parte a nossa hipótese inicial, de que espécies dos estágios iniciais apresentariam maiores taxas de germinação ou emergência do que as espécies dos estágios tardios e clímax.

Björkam & Powless (1984) fazem referências sobre a interação entre luminosidade e o estado de água na planta. Ferreira e colaboradores (2001) argumentam que, como existe uma variedade de ambientes de luz nas matas de galeria as respostas das plântulas nesses ambientes provavelmente interagem com luminosidade. Além disso, fatores climáticos com altas temperaturas e baixa umidade relativa do ar que foram registrados nos intervalos próximos aos tempos médios de germinação, podem também ter influenciado na resposta fisiológica das espécies.

Por outro lado o efeito dos diferentes níveis de radiação não foi significativo, para *Calycophyllum spruceanum* e *Tabebuia barbata* e a duração da inundação aumentou a germinabilidade dessas espécies, como foi mostrado também para *Ilex inundata*.

No caso de *T. barbata* foram realizados experimentos em anos distintos. No primeiro ano a emergência foi acima de 90%, e os resultados do segundo ano de experimento, a emergência foi apenas 8%, que pode também ser reflexo da falta de maturidade do embrião, uma vez que os frutos do segundo ano de experimento, foram coletados ainda verdes antes da dispersão das sementes. Scarano (1998) propõe a hipótese de que um grande número de sementes é dispersa em diferentes estágios de maturidade do embrião. Quando essas sementes caem na água existe um certo período de quiescência, até que as mesmas alcancem a fase terrestre e o processo de germinação se estabeleça.

No caso de *Ilex inundata* a emergência foi muito baixa (< 15%) em todos os tratamentos. Isto pode ser reflexo do tipo de semente provavelmente imaturo-eutrófica, nas quais o embrião é uma massa indiferenciada de células, o que retarda a germinação (Buckeridge *et al.*, 2004). De fato, essa espécie foi a que apresentou maior tempo médio de emergência (72 dias) e nas condições em que o experimento foi desenvolvido (em casa de vegetação) o aumento da temperatura associado ao aumento de luminosidade podem ter favorecido a rápida decomposição das sementes. Todas as sementes encontradas no substrato após seis dias da emergência das plântulas estavam mortas.

Todavia, o parâmetro germinabilidade informa apenas o número total de sementes germinadas, mas não reflete quanto tempo foi necessário para que as sementes atingissem tal porcentagem (Borghetti & Ferreira 2004). Discutindo a germinação em termos de estratégia de estabelecimento em ambientes com heterogeneidades espaciais e temporais como as várzeas, devido inundação sazonal, altas taxas de sedimentação e erosão dos solos, outros aspectos da germinação podem ser mais relevantes como tempo médio, velocidade de emergência e os índices de sincronia.

Em relação aos tempos médios de emergência pode-se inferir que a germinação rápida é característica de espécies cuja estratégia é se estabelecer no ambiente o mais rápido possível, aproveitando as condições favoráveis ao desenvolvimento do novo indivíduo (Oliveira-Wittmann, 2006). No entanto, para ser eficiente nos ambientes de várzea essa estratégia deve estar sincronizada com o período de dispersão dos propágulos. No caso de *P. munguba*, *L. corymbulosa*, *T. barbata* e *P. trifoliata* essa dispersão ocorre no final do pico máximo da cheia (Wittmann & Parolin 1999; Schöngart *et al.* 2002), o que aumenta as chances das sementes estarem viáveis e aptas a germinar tão logo se inicie a fase terrestre. As demais espécies (*C. spruceanum*, *I. inundata*, *D. duckei*, e *O. cymbarum*), talvez sejam dispersas mais cedo em relação à fase aquática. Contudo essa tendência precisa ser confirmada com estudos fenológicos.

Com relação à velocidade de emergência as respostas apresentadas também confirmam a hipótese de que sob os tratamentos de inundação as espécies dos estágios iniciais, como *Pseudobombax munguba* e *Calycophyllum spruceanum* apresentariam maior velocidade de emergência das plântulas, enquanto nas espécies dos estágios tardios e clímax os tratamentos de inundação reduzem a velocidade de emergência, como a exemplo de *Ocotea cymbarum*. Essa maior velocidade de emergência é a expressão da seleção das sementes mais vigorosas, as sementes que germinam em dadas condições o fazem no menor tempo possível. Essa capacidade de emergir mais plântulas em menor tempo provavelmente reduz as perdas causadas pela subsequente inundação, para espécies que colonizam os ambientes mais baixos, sujeitos a maior instabilidade das condições físicas como as várzeas baixas. Enquanto que retarda a germinação ou emergir um menor número de plântulas por dia previne a mortalidade das plântulas das espécies menos tolerante que colonizam os ambientes de várzea alta.

O aumento da sincronia, além de confirmar esta tendência, pode também expressar a homogeneidade fisiológica das sementes no momento da germinação. No entanto como essa homogeneidade pode estar relacionada a outros fatores intrínsecos de cada espécie as respostas apresentadas neste estudo foram diferentes entre as espécies mas, não mostrou interação com a duração da inundação.

Observar o padrão de distribuição das frequências de germinação foi muito eficaz para estabelecer como espécies que colonizam os mesmos estágios sucessionais e, portanto, dividem o mesmo espaço físico, podem explorar diferentes oportunidades distribuindo diferencialmente sua germinação no tempo. Como foi verificado *Laetia corymbulosa* concentrou a emergência nos primeiros 58 dias, *Ilex inundata* iniciou esse processo aos 59 dias, mantendo a mesma amplitude de *L. corymbulosa*, cerca de 60 dias

entre o início e o final do processo. *Duroia duckei* distribuiu a emergência ao longo de 126 dias, iniciando o processo de emergência antes de *L. corymbulosa* (aos 19 dias) e finalizando após *I. inundata* (aos 145 dias). Como discutido por Leigh e colaboradores (2004) essa habilidade adquirida por algumas espécies para explorar diferentes oportunidades de nicho traz vantagens que proporcionam a manutenção da diversidade nas florestas tropicais.

Todas as espécies estudadas mostraram adaptações à colonização dentro dos ambientes de florestas inundáveis. Essa capacidade de adaptação é reflexo da combinação de diferentes estratégias que podem estar associadas aos tipos de dispersão dos diásporos, à morfologia das plântulas, ao investimento no crescimento inicial das plântulas, no processo de alocação de biomassa, no padrão de recrutamento das plântulas ou nas características germinativas apresentadas.

Essa combinação de diferentes estratégias leva a uma específica distribuição das espécies a zonação ao longo de um gradiente de inundação (Parolin *et al.* 2004; Oliveira-Wittmann, 2006; Wittmann *et al.* 2006). As características investigadas parecem promover estratégias eficazes, para manutenção das populações das espécies avaliadas. Uma vez que *Ficus anthelminthica*, *Calycophyllum spruceanum*, *Pseudobombax munguba*, *Ilex inundata*, *Duroia duckei*, *Laetia corymbulosa*, *Tabebuia barbata*, *Piranhea trifoliata*, *Ocotea cymbarum* e *Hura crepitans*, são citadas entre as 60 espécies mais importantes, com maior IVI dentro das florestas de várzea de toda Bacia Amazônica (Wittmann *et al.* 2006).

Refletindo sobre a importância ecológica dessas espécies para os ambientes de várzea e observando a intrínseca rede de estratégias associadas, resalto para necessidade de manutenção de determinados processos que devem ser prioritariamente considerados em detrimento da idéia de preservação de espécies quando se tratar de planos de manejo e conservação que de fato primem pelo melhor aproveitamento dos recursos das florestas de várzea.

8 Conclusões

- A morfologia dos frutos e sementes foi diferenciada entre as espécies, e esteve muito mais ligada relações taxonômicas do que aos diferentes grupos sucessionais.
- O tamanho das sementes e o número de sementes por fruto das 10 espécies estudadas foi muito variável, mas a relação da massa fresca das sementes com os respectivos estágios de sucessão, mostrou que essas espécies em geral apresentaram o padrão esperado, onde as espécies dos estágios iniciais tendem a produzir sementes pequenas e numerosas, enquanto as dos estágios mais tardios e de florestas maduras produzem sementes maiores, provavelmente com maior quantidade de reservas e que, por sua vez, produziram plântulas maiores.
- As espécies dos estágios iniciais apresentaram maiores taxas de germinação ou emergência do que as espécies dos estágios tardios e climax.
- Com relação à velocidade de emergência as respostas apresentadas também confirmam a hipótese de que sob os tratamentos de inundação as espécies dos estágios iniciais, como *Pseudobombax munguba* e *Calycophyllum spruceanum* apresentariam maior velocidade de emergência das plântulas, enquanto nas espécies dos estágios tardios e clímax os tratamentos de inundação reduzem a velocidade de emergência.
- O efeito da interação entre a duração da inundação e os diferentes níveis de radiação relativa foi significativo para quatro das oito espécies investigadas. *Pseudobombax munguba*, *Laetia corymbulosa*, *Duroia duckei* e *Piranhea trifoliata* que mostraram melhor germinabilidade sob 11% de radiação relativa. O aumento de radiação associado à duração da inundação reduziu a germinabilidade de *P. munguba* *D. duckei* e *P. trifoliata*, espécies dos estágios de sucessão inicial, tardia e clímax de várzea baixa e aumentou a germinabilidade de *L. corymbulosa*. Por outro lado o efeito dos diferentes níveis de radiação não foi significativo, para *Calycophyllum spruceanum* e *Tabebuia barbata* e a duração da inundação aumentou a germinabilidade dessas espécies, como foi mostrado também para *Ilex inundata*.

- Quanto a morfologia inicial das plântulas, foi registrada uma tendência para que as plântulas fânero-epigeal-foleáceos (PEF) fossem menores (> 10 cm), produzidas por sementes pequenas, com pouca reserva nutritiva, associada as espécies dos estágios iniciais de sucessão. Enquanto plântulas fânero-hipógeo-de reserva (PHR), cripto-epígeo-de reserva (CER) e cripto-hipógeo-de reserva (CHR) tendem a ser maiores (> 40 cm), geradas por sementes grandes, com considerável reserva nutritiva característica encontrada nas espécies dos estágios tardios e clímax.

- Nenhuma das espécies registrou diferenças na alocação de biomassa das plântulas produzidas por sementes do controle e após 15 dias de inundação.

- Foram registrados o total de 1.218 plântulas de oito espécies em uma área de 1760 m², com o número máximo de 676 plântulas na área do Gavão e o número mínimo de 120 na área do Dórico. *Pseudobombax munguba*, *Ilex inundata* e *Piranhea trifoliata* foram as mais abundantes com 358, 296 e 298 plântulas respectivamente.

9. Referências Bibliográficas

- Adis, J. 1997. Terrestrial Invertebrates: Survival Strategies, Group Spectrum, Dominance and Activity Patterns. In: W.J. Junk (ed.) *The Central Amazon Floodplains. Ecology of a pulsing system*. Ecological Studies 126. Springer Publish. 299 – 317.
- Agboola, D. A. 1996. The effect of seed size on germination and seedling growth of three tropical tree species. *Journal of Tropical Forest Science*. 9 (1): 44 – 51.
- Albernaz, A.L.K.M.; Ayres, J.M. 1999. Selective logging along the middle Solimões River. In: Padoch, C., Ayres, J.M; Pinedo-Vasquez, M.; Henderson, A. (eds.). *Várzea: diversity, development, and conservation of Amazonian's whitewater floodplains*. The New York Botanical Garden Press. New York. pp. 135-151.
- Almeida, M. C. 2003. *Aspectos ecofisiológicos da germinação de sementes de mulateiro (Calycophyllum spruceanum Benth.) – Rubiaceae*. Rio Claro, IB/UNESP. (Tese – Doutorado). 114p.
- Almeida-Cortez, J. S. 2004. Dispersão e banco de sementes. In: Ferreira & Borghetti (Orgs.) *Germinação: do básico ao aplicado*. pp. 225 – 235.
- Amorim I. L. de. 1996. *Morfologia de Frutos, Sementes, Germinação, Plântulas e Mudas de Espécies Florestais da Região de Lavras – MG*. Dissertação de Mestrado UFLA, Lavras – MG. 127p.
- Angevine, M. W. & Chabot, B. F. 1979. Seed Germination Syndromes in Higher Plants. In: Solbrig, O. T.; Jain, S.; Johnson, G. B. and Raven, P. H. (eds.). *Topics in Plant Population Biology*. pp. 188 – 206. Columbia University Press.
- Aqüila, M. E. A. 2004. Tipos de diásporos e suas origens. In: Ferreira, A. G. & Borghetti, F. (eds.) *Germinação: do básico ao aplicado*. Cap. 4. pp. 69-92.

- Araújo – Lima, C.; Goulding, M. 1998. *Os Frutos do Tambaqui: ecologia conservação e cultivo na Amazônia*. 1^a ed. Brasília DF: CNPq; Tefé, AM: Sociedade Civil Mamirauá. 61 – 79 (Estudos do Mamirauá).
- Aubréville, A. 1961. Étude écologique des principales formations végétales du Brésil et contribution à la connaissance des forêts de l'Amazonie Brésilienne. Centr. Techn. Forest. Trop. (Paris). 268 p.
- Augspurger, C.K. 1984. Light requirements of neotropical tree seedlings: a comparative study of growth and survival. *Journal of Ecology*. 72: 777-795.
- Augspurger C. K. 1988. Mass allocation, moisture content, and dispersal capacity of wind-dispersed tropical diaspores. *New Phytologist* 108: 357-368
- Ayres, J.M. 1995. *As Matas de Várzea do Mamirauá*. 2^a ed. Brasília DF: CNPq; Tefé, AM: Sociedade Civil Mamirauá. 123p (Estudos do Mamirauá; 1).
- Barroso, G. M.; Morim, M. P.; Peixoto, A. & Ichaso, C. L. F. 1999. *Frutos e Sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas*. Editora UFV. 443p.
- Barthem, R. 2001. Componente Biota Aquática. In: Capobianco, J. P. R.; Veríssimo, A.; Moreira, A.; Sawyer, D.; Santos, I.; Pinto, P. L. (eds.) *Biodiversidade na Amazônia Brasileira*. Estação Liberdade – Instituto Socioambiental, São Paulo. pp. 60 – 78.
- Bawa, K. S.; Ashton, P. S. & Nor, S. M. 1990. Reproductive ecology of tropical forest plants: management issues. In: Bawa, K. S. & Hadley, M. (eds.) *Reproductive ecology of tropical forest plants*. Man and the biosphere series, vol. 7. UNESCO. Cap. 1. pp. 3-13.
- Bazzaz, F. A. 1991. Regeneration of tropical rain forests. Physiological Responses of pioneer and secondary species. In: Gómez-Pompa, A.; Whitmore, T. C.; Hadley, M. (eds.) *Rain forest regeneration and management*. United Nations Educational Scientific and Cultural Organization (UNESCO), Paris, France. pp. 91-117.

- Bazzaz F.A. & Pickett S.T.A. 1980. Physiological ecology of tropical succession: a comparative review. *Annual Review of Ecology and Systematics* 11: 287-310.
- Benincasa, M.M.P. 2003. *Análise de crescimento de plantas (noções básicas)*. Segunda Edição, UEP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus Jaboticabal, SP. 41 pp.
- Björkman, O. & Powles, S. B. 1984 Inhibition of photosynthetic reaction under water stress: Interactions with light level. *Planta* 161: 490-504.
- Borghetti, F. & Ferreira, A. G. 2004. Interpretação de resultados de germinação. In: Ferreira, A. G. & Borghetti, F. (eds.) *Germinação: do básico ao aplicado*. Cap. 13. pp. 209-222.
- Brasil. Ministério da Agricultura. *Regras para Análise de Sementes*. Brasília, 1992. 365p.
- Buckeridge, M. S.; Aidar, M. P. M.; Santos, H. P. dos & Tiné, M. A. S. 2004. Acúmulo de reservas. In: Ferreira, A. G. & Borghetti, F. (eds.) *Germinação: do básico ao aplicado*. Cap. 2. pp. 31-50.
- Bustamante, R. O. & Simonetti, J. A. 2000. Seed predation and seedling recruitment in plants: the effect of the distance between parents. *Plant Ecology* 147: 173-183.
- Campos, M. T. V. A.; Souza; A. D. de, Morsello, C.; Caro K. A. & Lomáscolo, T. – 1996: Influência do tempo de inundação em parâmetros morfométricos de duas espécies de Várzea. *IV Curso de Campo - Ecologia da Floresta Amazônica*. INPA/Smithsonian Institution/Unicamp/OTS. pp. 142-145.
- Capinera, J. 1979. Qualitative variation in plants and insects: effect of propagule size on ecological plasticity. *American Naturalist*. 114: 350 – 361.
- Casanova, M. T. & Brock, M. A. 2000. How do depth, duration and frequency of flooding influence the establishment of wetland plant communities? *Plant Ecology* 147: 237-250.

- Clement, C. R.; Müller, C. H. and Flores, W. B. C. 1982. Recursos genéticos de espécies frutíferas nativas da Amazônia Brasileira. *Acta Amazônica* 12 (4): 677 – 695.
- Conserva, A. S & Piedade, 2001. Ciclo de vida e Ecologia de *Paspalum fasciculatum* Willd. ex. Fleugge (Poaceae), Na Várzea da Amazônia Central. *Acta Amazônica* 31(2): 205 – 220.
- Dalling, J. W. & Hubbell, 2002. Seed size, growth rate and gap microsites conditions as determinants of recruitment success for pioneer species. *Journal of Ecology* 90: 557-568.
- Dalling, J. W.; Muller-Landau H. C.; Wright, S. J. 2002. Role of dispersal in the recruitment limitation of neotropical pioneer species. *Journal of Ecology* 90: 714-727.
- Ewel, J. 1983. Succession. In: Golley, F. B. (ed.) *Tropical Rain Forest Ecosystems. structure and function*. Ecosystems of the world 14A. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam – Oxford – New York.
- Ferreira, L.V. 1991. O Efeito do Período de Inundação na Zonação de Comunidades, Fenologia e Regeneração em uma Floresta de Igapó na Amazônia Central. Dissertação de Mestrado, PPG. INPA/FUA. Manaus, Am. 156p.
- Ferreira, J. N.; Ribeiro, J. F. & Fonseca, C. E. L. 2001. Crescimento inicial de *Piptadenia gonoacantha* (Leguminosae, Mimosoideae) sob inundação em diferentes níveis de luminosidade. *Revta. Brasil. Bot.* 24(4): 561-566.
- Ferreira, C.S., M.T.F. Piedade, Parolin P. & Barbosa K.M. 2005: Tolerância da espécie *Himatanthus sucuba* Wood. (Apocynaceae) ao alagamento na Amazônia Central. *Acta Botanica Brasilica* 19: 425-429.
- Fisch, S. T. V. 1990. *Comparações Morfológicas e Fisiológicas Durante os Processos de Germinação de Sementes e Crescimento de Plântulas de Carapa guianensis Aubl. e Carapa procera Dc. – Meliaceae*. Dissertação de Mestrado INPA/FUA. Manaus, AM, 102 p.

- Fittkau E.J. 1964. Remarks on limnology of Central-Amazon rain forest streams. *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie* 15:1092-1096.
- Fittkau, E. J.; Irmiler, U.; Junk, W.J.; Reiss, F. & Schmidt, G. W. 1975. Productivity, Biomass, and Population Dynamics in Amazonian Water Bodies. In: *Amazonian Aquatic Systems*: by Springer-Verlag New York Inc. 289-311.
- Furch, K. 1976. Haupt-und Spurenmetallgehalte zentralamazonischer Gewässertypen.- *Biogeographica*. 7: 27-43.
- Furch, K. 1984. Water chemistry of the Amazon. The distribution of chemical elements among freshwaters. In: Sioli, H. (ed.): *The Amazon - Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin*.- Junk, Dordrecht: 167-199.
- Foster, S. A. & Janson, C. H. 1985. The relationship between seed size and establishment conditions in tropical woody plants. *Ecology* . 66(3): 773-780.
- Garwood, N. C. 1996. Functional morphology of tropical tree seedlings. In: Swaine, M. D. (ed.) *Ecology of Tropical Forest Tree Seedlings*. Man and the biosphere series, vol. 18. UNESCO/Pathernon, Paris/Carnforth. Cap. 3. pp. 59 – 118.
- Gill, C. J. 1970. The flooding tolerance of woody species a review. *Forest Abstracts*, 31: 671-688.
- Gonçalves, J. F. C.; Fernandes, A. V.; Morais, R. R.; Melo, Z. L. O. & Santos Jr., U. M. 2003. Aspectos fisiológicos e bioquímicos de plantas da Amazônia. In: *Projeto Jacarandá Fase II: Pesquisas Florestais na Amazônia Central*, INPA. pp. 89-101.
- Gottsberger, G. 1978. Seed dispersal by fish in inundated regions of Humaitá, (Amazonas). *Biotropica*, 10: 170-83.
- Goulding, M. 1980. *The Fishes and the Forest Exploration in Amazonian Natural History*. University of California Press, Berkeley, Los Angeles, London. 280 p.

- Greig, N. 1993. Predispersal seed predation on five *Piper* species in tropical rainforest. *Oecologia*. 93: 412-420.
- Grubb, P. J. 1998. Seeds and Fruits of Tropical Rainforest Plants: Interpretation of the Range in Seed Size, Degree of Defense and Flesh/Seed Quotients. In: Newbery, D. M.; Prins, H. H. T. and Brown, N. D. (eds.). *Dynamics of Tropical Communities*. Blackwell Science, Oxford. pp. 1 – 24.
- Haffer, J & Prance, GT. 2001. Climatic forcing of evolution in Amazonia during the Cenozoic: On the refuge theory of biotic differentiation. *Amazoniana XVI*(3/4): 579-607.
- Harms, K. E.; Powers, J. S. & Montgomery, R. A. 2004. Variation in small sapling density, understory cover, and resource availability in four Neotropical forests. *Biotropica* 36(1): 40-51.
- Higuchi, N.; Hummel, A. C.; Freitas, J. V. De; Malinowski, J. R. E. & Stokes, B. J. 1994. *Exploitationen der Walder der Varzea im Bundesstaat Amazonas. Baumauswahl, Fallung und Transport*. Proceedings of the VIII Harvesting and Transportation of Timber Products. IUFRO/UFPr, Curitiba, Brasilien. pp. 168-193.
- Howe, F. H. 1980. Monkey Dispersal and Waste of a Neotropical Fruit. *Ecology*, 61(4): 944 – 959.
- Howe, F. H. 1982. Fruit Production and Animal Activity at Two Tropical Trees. In: E. Leigh, Jr., A. S. Rand, and D. Windsor (eds.) *The ecology of tropical forest: seasonal rhythms and long – term changes*. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C.
- Howe, F. H. and Kerckhove, G. A. V. 1981. Removal of wild nutmeg (*Virola surinamensis*) crops birds *Ecology* 62(4): 1093 – 1106.
- Janzen, D. H. 1969. Seed-eaters versus seed size, number, toxicity and dispersal. *Evolution* 23: 1-27.

- Janzen, D. H. 1970. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *Amer. Naturalist* 104: 501-528.
- Janzen, D. H. 1975. Fruit and Seed Biology. In: Edward Arnold (ed.) *Ecology of Plants in the Tropics*. pp. 25 - 36.
- Janzen, D. H. 1976. Two patterns of predispersal seed predation by insects on Central American deciduous forest tree. In: Burley J. Styles BT (eds) *Tropical tree: variation, breeding and conservation*. Academic Press New York. pp. 179-188.
- Junk, W. J. 1980. Áreas Inundáveis - Um desafio para Limnologia. *Acta Amazônica* 10 (4): 775 – 795.
- Junk, W. J. 1983. As águas da Região Amazônica. In : Salati, E.; Junk, J.W.; Schubart, H.O.R.; Oliveira, A. E. (eds.) *Amazônia: desenvolvimento, integração e ecologia*. Editora Brasiliense, SP. pp. 14 – 44.
- Junk, W.J. 1984. Ecology of Várzea Floodplains of Amazonian White-water rivers. In: Sioli H. (ed.) *The Amazon Limnology na Landscape ecology of a Might Tropical River and Basin*. Dordrech, Boston. Lancaster, Netherlands. pp. 216 – 243.
- Junk, W.J. 1989a. The Use of Amazonian Floodplains Under an Ecological Perspective. *Interciência*, 14(6): 317-322.
- Junk, W. J. 1989b. Flood tolerance and tree distribution in Central Amazonian floodplains. *Tropical Forest Botanical Dynamics Speciation and Diversity*. In: L. B. Holm-Nielsen e H. Balslev (eds.) Academic Press Limited. London. pp. 47- 64.
- Junk, W. J. 1993. Wetlands of Northern South America. In: Whigham, D., Hejny, S. & Dykyjove, D. (eds.): *Wetlands of the World*. Dr. W. Junk Publ., Dordrecht, Boston, Lancaster.
- Junk, W. J. 1997. General Aspects of Floodplain Ecology with Special reference to Amazonian Floodplains. In: W.J. Junk (ed.) *The Central Amazon Floodplains. Ecology of a pulsing system*. Ecological Studies 126. Springer Publish. 223 – 265.

- Junk, W. J. 2000. Neotropical Floodplains: A Continental-wide view. In: Junk, W.J.; Ohly J.J.; Piedade, M.T.F.; Soares M.G.M. (eds.). *The central Amazon floodplain: actual use and options for a sustainable management*. Backhuys. Leiden.
- Junk, W.J. & Piedade, M.T.F. 1997. Plant life in the floodplain with special reference to herbaceous plants. In: Junk,W.J. (ed.): *The Central Amazon Floodplain: Ecology of a Pulsing System*.- Ecological Studies, Vol. 126, Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York, pp. 147-186.
- Junk, W. J.; Bayley, P. B.; Sparks, R. E. 1989. The flood pulse concept in river- floodplain systems. In: Dodge, D. P. (ed.): *Proceedings of the International Large River Symposium (LARS)*. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* , 106: 110 - 127.
- Junk, W.J.; Welcomme R. L. 1990. Floodplains In: B.C. Patten *et al.* (eds.) *Wetlands and Shallow Continental Water Bodies*, Volume 1. SPB Academic Publishing. Netherlands 491 – 524.
- Kelly, C. K. & Purvis, A. 1993. Seed size and establishment conditions in tropical trees: on the use of taxonomic relatedness in determining ecological patterns. *Oecologia* 94: 356-360.
- Klinge, H.; Adis, J.; Worbes, M. 1995. The vegetation of a seasonal várzea forest in the lower Solimões river, Brazilian Amazonia. *Acta Amazonica* 25 (3/4): 201 - 220.
- Kozlowski, T.T. 1984. Responses of woody plants to flooding. In: Kozlowski, T.T. (Ed.). *Flooding and plant growth*. Academic Press, London. pp.129-163.
- Kozlowski, T.T. 1997. Responses of woody plants to flooding and salinity. *Tree Physiology Monograph*. N^o1. Heron Publishing, Victoria, Canada.
- Kozlowski, T.T. 2002. Physiological ecology of natural regeneration of harvested and disturbed forest stands: implications for forest management. *Forest Ecology and Management* 158: 195-221.

- Kozlowski, T.T.; Kramer P.J. and Pallardy S. G. 1991. *The Physiological Ecology of Woody Plants*. Academic Press, San Diego, California.
- Kubitzki, K. 1985. The Dispersal of Forest Plants. In: G. T. Prance and T. E. Lovejoy (eds) *Key Environment Amazonia*. Pergamon Press. Oxford. pp.192 - 206.
- Kubitzki, K. 1989. The ecogeographical differentiation of the Amazonian inundation forests. *Plant Systematics and Evolution*. 162:285-304.
- Kubitzki, K.; Ziburski, A. 1994. Seed Dispersal in Floodplain Forest of Amazonian. *Biotropica* 26(1): 30-43.
- Labouriau, L. G. 1970. On the physiology of seed germination in *Vicia graminea* Sm. I. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 42 (2): 235-262.
- Labouriau, L. G. 1983. *A germinação das Sementes*. Organização dos Estados Americanos. Programa Regional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Série de Biologia. Monografia 24. Washington, D.C. 174 p.
- Larcher, W. 2000. *Ecofisiologia Vegetal*. RiMa. São Carlos, SP. 531p.
- Leigh Jr., E. G.; Davidar, P.; Dick, C. W.; Puyravaud, J.-P.; Terborgh, J.; ter Steege, H. & Wright, S. J. 2004. Why Do Some Tropical Forests Have So Many Species of Trees. *Biotropica* 36(4): 447-473.
- Leishman, M. R.; Wright, I. J.; Moles, A. T. & Westoby, M. 2000. The evolutionary ecology of seed size. In: Fenner, M. (ed.) *Seeds: The ecology of regeneration in plant communities*. 2nd edition. School of biological sciences, University of Southampton, UK. pp. 31-57.
- Liberato, M. A. R. 2005. *Comportamento fisiológico de plantas jovens de acariquara (Minquartia guianensis Aubl.) sob níveis crescentes de irradiância e diferentes condições de disponibilidade hídrica*. Tese de Doutorado. 98p.

- Louda, S. M.; Keeler, K. H. & Holt, R. D. 1990. Herbivore influences on plant performance and competitive interactions. In: Grace, J. B.; Tilman, D. (eds.). *Perspectives in plant competition*. Academic Press. New York. pp. 413-444.
- Mack, A. L. 1998. An Advantage of Large Seed Size: Tolerating Rather than Succumbing to Seed Predators. *Biotropica* 30 (4): 604 – 608.
- Maguire, J. D. Speed of germination – aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science* 2(2): 176-177.
- Miquel, S. 1987. Morphologie fonctionnelle de plantules d'espèces forestières du Gabon. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle*, 4e série, section B, Adansonia 9: 101-121.
- Moegenburg, S. M. 2002. Spatial and temporal variation in hydrochory in Amazonian floodplain forest. *Biotropica* 34(4): 606-612.
- Moraes Neto, S. P. & Gonçalves, J. L. M. 2001. Efeitos da luminosidade sobre o estado nutricional de mudas de seis espécies arbóreas que ocorrem na mata Atlântica. *Revista Árvore* 25(1): 29-38.
- Ng, F. S. P. 1978. Strategies of Establishment in Malayan forest trees. In: P.B. Tomlinson and M.H. Zimmermann (eds.). *Tropical Trees as Living Systems*. Cambridge University Press, Cambridge. pp. 129 – 162.
- Nebel, G., Dragsted, J. Simonsen T. R. & Vanclay, J. K. 2001. The Amazon plain forest tree *Maquira coriacea* (Karsten) C. C. Berg: aspects of ecology and management. *Forest Ecology and Management* 150: 103-113.
- Nicotra, A. B. ; Chazdon, R. L. & Iriarte, S. V. B. 1999. Spatial heterogeneity of light and woody seedling regeneration in tropical wet forests. *Ecology* 80(6): 1908-1926.
- Oliveira, A. C. de. 1998. Aspectos da Dinâmica Populacional de *Salix martiana* Leyb. (Salicaceae), em Áreas de Várzea da Amazônia Central. Dissertação de Mestrado, PPG. INPA/FUA. Manaus, AM. 83p.

- Oliveira-Wittmann, A.; Piedade, M. T. F.; Parolin, P. & Wittmann, F.. Germination in four low-várzea tree species of Central Amazonia, *Aquatic Botany* (2006), doi: 10.1016/j.aquabot.2006.10.001.
- Opler, P.A.; Baker, H. G.; Frankie, G. W. 1980. Plant Reproductive Characteristics during Secondary Succession in Neotropical Lowland Forest Ecosystems. *Tropical Succession* pp. 40 – 46.
- Parolin, P. 2000a. Growth, productivity, and use of trees in whitewater floodplains. Pgs. 375-391 in Junk, W.J.; Ohly J.J; Piedade, M.T.F.; Soares M.G.M. (eds.). *The central Amazon floodplain: actual use and options for a sustainable management*. Backhuys. Leiden.
- Parolin, P. 2000b. Seed mass in Amazonian floodplains forest with contrasting nutrients supplies. *Journal of Tropical Ecology* 16: 417 – 428.
- Parolin, P. 2001a. Morphological and physiological adjustments to waterlogging and drought in seedlings of Amazonian floodplain trees. *Oecologia* 128: 326-335.
- Parolin, P. 2001b: Seed germination and early establishment in 12 tree species from nutrient-rich and nutrient-poor Central Amazonian floodplains.- *Aquatic Botany* 70: 89-103.
- Parolin, P. 2002: Submergence tolerance vs. escape from submergence: two strategies of seedling establishment in Amazonian floodplains.- *Environm. and Experim. Botany* 48(2): 177-186.
- Parolin, P., De Simone, O., Haase, K., Waldohoff, D., Rottenberger, S., Kuhn, U., Kesselmeier, J., Schmidt, W., Piedade, M. T. F., Junk, W. J. 2004. Central Amazon floodplain forest: tree survival in a pulsing system. *Bot. Rev.* 70, 357-380.
- Peters, C. M. 1989. Population Ecology and Management of Forest Fruit Trees in Peruvian Amazonia. In: In: A. B. Anderson (ed.) *Alternatives to deforestation: steps toward sustainable use of the Amazon rain forest*. Columbia University Press. pp. 87 – 98.

- Piedade, M.T.F. 1985. Ecologia e Biologia Reprodutiva de *Astrocarium jauari* Mart. (Palmae) como Exemplo de População Adaptada as Áreas Inundáveis do Rio Negro (Igapós). Dissertação de Mestrado, PPG. INPA/FUA. Manaus, AM. 187p.
- Piedade, M.T.F., Worbes, M. & Junk, W.J. 2001. Geo-ecological controls on elemental fluxes in communities of higher plants in Amazonian floodplains. In: McClain, M.E., Victoria, R.L. & Richey, J.E. (eds.): *The Biogeochemistry of the Amazon Basin*. Oxford University Press, New York, pp. 209-234.
- Pires, J. M.; Prance, G. T. 1985. The Vegetation Types of Brazilian Amazon In.: G. T. Prance and T. E. Lovejoy (eds) *Amazon: Key Environment the vegetation types of the Brazilian Amazon*. Pergamon Press London. pp. 109-145.
- Prance, G. T. 1979. Notes on the vegetation of Amazonian forest types subject to inundation. *Brittonia* 31: 26 – 38.
- Queiroz, H. L.; Crampton, W. G. R. 1999. *Estratégias para Manejo de Recursos Pesqueiros em Mamirauá*. Brasília DF: CNPq; Tefé, AM: Sociedade Civil Mamirauá. Estudos do Mamirauá, 5. pp. 1-9.
- Ranal, M. A. & Santana, D. G. de 2004. Delineamento experimental. In: Ferreira, A. G. & Borghetti, F. (eds.) *Germinação: do básico ao aplicado*. Cap. 11. pp. 69-92.
- Ressel, K.; Guilherme, F. A. G.; Schiavini, I. & Oliveira, P. E. 2004. Ecologia morfofuncional de plântulas de espécies arbóreas da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, Minas Gerais. *Revista Brasil. Bot.*, v. 27, pp. 311-323.
- Rose, S. A. 2000. Seed, seedlings and gaps – size matters: a study in the tropical rain forest of Guyana. Tropenbos-Guyana Series 9; Tropenbos-Guyana Programme, Georgetown, Guyana. 175p.
- Salati, E. 1983. O Clima Atual Depende da Floresta In : Salati, E.; Junk, J.W.; Schubart, H.O.R.; Oliveira, A. E. (eds) *Amazônia: desenvolvimento, integração e ecologia*. Editora Brasiliense, SP. pp.14 – 44.

- Salo, J. S. & Kalliola, R. J. 1991. River dynamics and natural forest regeneration in the Peruvian Amazon. In: Gómez-Pompa, A.; Whitmore, T. C.; Hadley, M. (eds.) *Rain forest regeneration and management*. United Nations Educational Scientific and Cultural Organization (UNESCO), Paris, France. pp. 245-256.
- Salo, J. S.; Kalliola, R. J.; Häkkinen, I.; Mäkinen, Y.; Niemelä, P.; Puhakk, M. & Coley, P. D. 1986. River dynamics of the diversity of Amazon lowland forest. *Nature* 322(6076): 254-258.
- Santana, D. G. de & Ranal, M. A. 2004. Análise da germinação: um enfoque estatístico. Brasília: Editora Universidade de Brasília. 248p.
- Scarano, F. R. 1998. A comparison of dispersal, germination and establishment of woody plants subjected to distinct flooding regimes in Brazilian flood-prone forests and estuarine vegetation. In: Scarano, F. R. & Franco A. C. (eds.). *Ecophysiological strategies of xerophytic and amphibious plants in the neotropics*. Series Oecologia Brasiliensis, vol. IV. PPGE – UFRJ. Rio de Janeiro, Brazil. pp. 177-193.
- Scarano, F. R.; Pereira, T. S. & Rôças, G. 2003. Seed germination during floatation and seedling growth of *Carapa guianensis*, a tree from flood-prone forests of the Amazon. *Plant Ecology* 168: 291-296.
- Schöngart, J. 2003. *Dendrochronologische Untersuchungen in Überschwemmungswäldern Zentralamazoniens*. Göttinger Beiträge zur Land und Forstwirtschaft in den Tropen und Subtropen 149, Erich Goltze Verlag, Göttingen, 257 p.
- Schöngart, J., Piedade, M. T. F., Ludwigshausen, S., Horna, V. & Worbes, M. 2002. Phenology And Stem-Growth Periodicity Of Tree Species In Amazonian Floodplain Forests. *Journal of Tropical Ecology* 18: 581-597.
- Schaik van, C. P., Terborgh J. W., Wright, S. J. 1993. The Phenology of Tropical Forest: Adaptive Significance and Consequences for Primary Consumers. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 24: 353 – 377.

- Sioli, H. 1950. Das wasser in Amazonasgebiet. *Forsch. Fortschr.* 26: 274-280.
- Sioli, H. 1984. The Amazon and its main affluents: Hydrography, morphology of the river courses, and river types. In: *The Amazon Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin*. W. Junk Publishers. Netherlands. pp. 127-165.
- Snow, B. K., & D. W. 1971. Evolutionary aspects of fruit-eating in birds. *Ibis* 113:194 – 202.
- Swaine, M. D.; Whitmore T. C. 1988. On The definition of ecological species groups in tropical rain forests. *Vegetatio* 75: 81-86.
- Tansley, A.G. 1929. Succession: the concept and its values. Proceedings of the 4th International Congress of Plant Sciences, Ithaca, 1926: 677-686.
- Terborgh, J. W. 1986. Community aspects of frugivory in tropical forest. In: Estrada, A., Fleming, T. H. (eds.) *Frugivores and Seed Dispersal*. Dr. W. Junk Publishers. Dordrecht, Netherlands.
- Terborgh, J. & Mathews, J. 1999. Partitioning of the understory light environment by two Amazonian treelets. *Journal of Tropical Ecology* 15: 751-763.
- Terborgh, J., Pitman, N. C. A., Silman, M. R., Schichter, H., and Nunez V. P. 2002. Maintenance of tree diversity in tropical forest. In: Levey, D. J., Silva, W. R., Galatti. (eds.) *Seed Dispersal and Frugivory: Ecology, evolution and conservation*.
- ter Steege, H. 1994. Flooding and drought tolerance in seds and seedlings of two *Mora* species segregated along a soil hydrological gradient in the tropical rain forest of Guyana. *Oecologia* 100: 356 – 367.
- Van der Pijl, L. 1972. *Principles of Dispersal in Higher Plants*. 2^a edition. Springer – Verlag. Berlin, Heidelberg. New York.
- Van Roosmalen, M. G. M. 1985. *Fruits of the Guiana Flora*. Utrecht: Institute of Systematic Botany, Utrecht University, Netherlands. 483 p.

- Vannote, R. L.; Minshall, G. W. & Cummings, K. W. 1980. The river continuum concept. *Can. Journ. of Fisheries and Aquatic Scien.* 37: 130-137.
- Vázquez-Yanes C. & Orozco-Segovia A. 1984. Ecophysiology of seed germination in the tropical humid forests of the world: a review. In: Medina, E.; Mooney, H. A. & Vázquez-Yanes C. (eds.) *Physiological Ecology of plants of the wet tropics*. The Hague: Dr. W. Junk. pp. 37-50.
- Vázquez-Yanes C. and Orozco-Segovia A. 1993. Patterns of Seed Longevity and Germination in the Tropical Rainforest. *Annual Review of Ecology and Systematics* 24: pp. 69-87.
- Vázquez-Yanes C. and Orozco-Segovia A. 1996. Physiological Ecology of Seed Dormancy and Longevity. In: Mulkey, S. S.; Chazdon, R. & Smith, A. P. (eds.) *Tropical Forest Plant Ecophysiology*. Chapman & Hall publish. pp. 535-558.
- Viana, V. M. 1990. Seed and seedling availability as a basis for management of natural forest regeneration. In: Anderson, A. B. (ed.) *Alternatives to deforestation: steps toward sustainable use of the Amazon rain forest*. Columbia University Press, New York. Cap. 6. pp. 99-114.
- Waldhoff, D.; Ulrich, S. P.; Furch, B. 1996. Value of Fruits and Seeds from the Floodplain Forest of Central Amazonia as Food Resource for Fish. *Ecotropica*. 2: 143 – 156.
- Westoby, M.; Jurado, E. & Leishman, M. 1992. Comparative evolutionary ecology of seed size. *Tree*, vol. 7, n^o. 11. pp. 368-372.
- Whitmore, T. C. 1991. Tropical rain forest dynamics and its implications for management. In: Gómez-Pompa, A.; Whitmore, T. C.; Hadley, M. (eds.) *Rain forest regeneration and management*. United Nations Educational Scientific and Cultural Organization (UNESCO), Paris, France. pp. 67-89.
- Wittmann, F. 2001. *Artenverbreitung und bestandesstruktur in amazonischen várzea-wäldern und möglichkeiten der erfassung von walddtypen mittels fernerkundlichen methoden*. PhD Dissertation. University of Mannheim, 203p.

- Wittmann, F.; Anhuf, D.; Junk, W.J. 2002. Tree species distribution and community structure of Central Amazonian Várzea forest by remote-sensing techniques. *Journal of Tropical Ecology* 18: 805-820.
- Wittmann, F. & Junk, W. J. 2003. Sapling communities in Amazonian white-water forests. *J. Biogeogr.* 30(10): 1533-1544.
- Wittmann, F., Junk, W.J. & Piedade, M.T.F. 2004. The várzea forests in Amazonia: flooding and the highly dynamic geomorphology interact with natural forest succession. *Forest Ecology and Management*. 196: 199-212.
- Wittmann, F. & Parolin, P. 1999. Phenology of six tree species from central Amazonian várzea. *Ecotropica* 5: 51-57.
- Wittmann, F., Schöngart, J., Montero, J.C., Motzer, T., Junk, W.J., Piedade, M.T.F., Queiroz, H.L. & Worbes, M. 2006. Tree species composition and diversity gradients in white-water forests across the Amazon Basin. *Journal of Biogeography* 33: 1334-1347.
- Wittmann, F.; Schöngart, J.; Brito, J. M.; Oliveira-Wittmann, A.; Guillamet, J. L.; Piedade, M. T. F.; Parolin, P. & Junk, W. J. *In prep.* Manual de árvores da várzea da Amazônia Central: taxonomia, ecologia e uso.
- Worbes, M. 1983. Vegetationskundliche Untersuchungen zweier Überschwemmungswälder in Zentralamazonien - vorläufige Ergebnisse. *Amazoniana* 8(1): 47-66.
- Worbes, M. 1985. Structural and other adaptations to long-term flooding by trees in Central Amazonian várzea. *Ecotropica* 5: 51-57.
- Worbes, M. 1986. Lebensbedingungen und Holzwachstum in zentralamazonischen Überschwemmungswäldern. *Scripta Geobotanica* 17: 1-112.
- Worbes, M. 1997. The forest Ecosystem of Floodplains. In: W.J. Junk (ed.) *The Central Amazon Floodplains. Ecology of a pulsing system*. Ecological Studies 126. Springer Publish. 223 – 265.

- Worbes, M. & Junk, W.J. 1989. Dating Tropical Trees by Means of ^{14}C from Bomb Tests. *Ecology* 70(2): pp. 503-507
- Worbes, M.; Klinge, H.; Revilla, J.D.; Martius, C. 1992. On dynamics, floristic subdivision and geographical distribution of várzea forest in Central Amazonia. *Journal of Vegetation Science*. 3: 553 – 564.
- Ziburski, A. 1990. Ausbreitungs- und Reproduktionsbiologie Einiger Baumarten der Amazonischen Überschwemmungswälder. Dissertation Zur Erlangung des Doktorgrades an der Universität Hamburg. 111 p.
- Ziburski, A. 1991. Dissemination, Keimung und Etablierung einiger Baumarten der Überschwemmungswälder Amazoniens. *Tropische und Subtropische Pflanzenwelt*. Akademie der Wissenschaften und der Literatur Mainz, Franz Steiner Verlag, Stuttgart. 77. 96p.