

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA  
EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL**

**ESTUDOS DE ESPÉCIES FLORESTAIS E FORRAGEIRAS DE ÁREAS DE VÁRZEA  
DO BAIXO AMAZONAS-PARÁ, PARA USO EM SISTEMAS SILVIPASTORIS**

**GLADYS BEATRIZ MARTÍNEZ**

**BELÉM**

**2008**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA  
EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL



*Amazônia Oriental*

**ESTUDOS DE ESPÉCIES FLORESTAIS E FORRAGEIRAS DE ÁREAS DE  
VÁRZEA DO BAIXO AMAZONAS-PARÁ, PARA USO EM SISTEMAS  
SILVIPASTORIS**

**GLADYS BEATRIZ MARTÍNEZ**

Tese apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia e Embrapa – Amazônia Oriental, como parte das exigências do Curso de Doutorado em Ciências Agrárias: área de concentração Agroecossistemas da Amazônia, para obtenção do título de **Doutor**.

**Orientador:**

Dr. SÍLVIO BRIENZA JÚNIOR

**Co-Orientador:**

Dr. MOACYR BERNARDINO DIAS FILHO

**BELÉM**

**2008**

MARTÍNEZ, Gladys Beatriz

Estudos de espécies florestais e forrageiras de áreas de várzea do Baixo Amazonas – Pará, para uso em sistemas silvipastoris / Gladys Beatriz Martinez. – Belém, PA, 2008 Gladys Beatriz Martínez. – Belém, PA, 2008.

106 fls.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural da Amazônia.  
Curso de Pós-Graduação em Ciências Agrárias.

Orientador: Dr. Sílvio Brienza Junior

1. Floresta. 2. Planta forrageira. 3. Várzea. 4. Agrossilvicultura.  
5. Amazônia – Pará. I. Título.

CDD: 633.2



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA  
EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL



*Amazônia Oriental*

**ESTUDOS DE ESPÉCIES FLORESTAIS E FORRAGEIRAS DE ÁREAS DE  
VÁRZEA DO BAIXO AMAZONAS-PARÁ, PARA USO EM SISTEMAS  
SILVIPASTORIS**

**GLADYS BEATRIZ MARTÍNEZ**

Tese apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia e Embrapa – Amazônia Oriental, como parte das exigências do Curso de Doutorado em Ciências Agrárias: área de concentração Agroecossistemas da Amazônia, para obtenção do título de **Doutor**.

Aprovada em 30 de maio de 2008.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Izildinha de Souza Miranda  
Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA

---

Prof. Dr. Heráclito Eugênio Oliveira da Conceição  
Universidade Estadual do Vale do Acaraú – UVA-PA

---

Prof. Dr. Francisco de Assis Oliveira  
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

---

Dr<sup>a</sup>. Joice Nunes Ferreira  
Embrapa Amazônia Oriental - EMBRAPA

Aos meus pais **JUSTO JOSÉ** e **ZOPHIA IRENA**, meus filhos **MARCELA**, **GUSTAVO** e **LUCIO** e esposo **LÚCIO**.

**DEDICO**

“Eu jamais deixei de acreditar na minha vitória,  
porque Deus jamais deixou de acreditar na  
minha fé”.

“A vitória é a arte de continuar quando todos  
resolvem parar”.

(Autores desconhecidos)

## **AGRADECIMENTOS**

À coordenação do curso de Pós-Graduação em Agroecossistemas na Amazônia, da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA.

À Embrapa Amazônia Oriental, como instituição.

Aos professores e funcionários da UFRA envolvidos direta e indiretamente nas atividades inerentes ao curso.

Ao Núcleo de Apoio a Pesquisa e Transferência de Tecnologia – NAPT Santarém, da Embrapa Amazônia Oriental, representado pelos funcionários Nivaldo Nascimento de Carvalho, Edilvar Santos Pimentel e Luiz Parente de Souza.

Aos Drs. Silvio Brienza Júnior e Moacyr Bernardino Dias Filho, pela orientação dos trabalhos de pesquisa.

Ao Dr. Heráclito Heráclito Eugênio Oliveira da Conceição pelo direcionamento da pesquisa.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Izildinha de Sousa Miranda, então coordenadora do curso, pelo incentivo dado para ingressar no curso.

Ao pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental Dr. Ismael Viegas, pelo apoio dado ao trabalho de pesquisa.

Ao pesquisador e amigo M.Sc. Moisés Mourão Junior pela incansável análise estatística dos dados.

Aos colegas Prof. Dr. Francisco de Assis Oliveira e Dr<sup>a</sup>. Joice Nunes Ferreira pela disposição em participar da conclusão deste trabalho.

Aos amigos que me acompanharam nesta jornada e representados pelos colegas Drs. Elaine Cristina Pacheco de Oliveira e Eniel David Cruz.

A colega e amiga Célia Maria Lopes Pereira pela normalização bibliográfica dos artigos deste trabalho.

Aos meus filhos e marido que, pacientemente, aguardam o momento de conclusão do curso.

Aos meus pais pelo incentivo e orgulho registrado pela obtenção do título.

À Deus, por ter atendido as minhas necessidades e não as minhas vontades.

## **SUMÁRIO**

	p.
LISTA DE TABELAS .....	10
LISTA DE FIGURAS .....	12
<b>CAPÍTULO 1 - ESTUDOS DE ESPÉCIES FLORESTAIS E FORRAGEIRAS DE ÁREAS DE VÁRZEA DO BAIXO AMAZONAS-PARÁ, PARA USO EM SISTEMAS SILVIPASTORIS</b> .....	14
RESUMO .....	15
ABSTRAT .....	16
1.1. INTRODUÇÃO .....	17
1.1.1. <b>Contextualização</b> .....	17
1.1.2. <b>Descrição da área em estudo</b> .....	17
1.2. REVISÃO DE LITERATURA .....	20
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	26
<b>CAPÍTULO 2 - SELEÇÃO DE IDEÓTIPOS DE ESPÉCIES FLORESTAIS PARA USO MÚLTIPLO EM VÁRZEAS DO BAIXO AMAZONAS, PARÁ</b> .....	29
RESUMO .....	30
ABSTRAT .....	30
2.1. INTRODUÇÃO .....	31
2.2. MATERIAL E MÉTODOS .....	33
2.3. RESULTADOS .....	35
2.4. DISCUSSÃO .....	43
2.5. CONCLUSÕES .....	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	46
<b>CAPÍTULO 3 - FENOLOGIA DE AÇACU (<i>Hura creptans</i> L.) E SAPUPIRA (<i>Andira inermis</i> (W. WRIGTH) KUNTH EX DC) EM VÁRZEAS DO BAIXO AMAZONAS - PARÁ</b> .....	49
RESUMO .....	50
ABSTRAT .....	50
3.1. INTRODUÇÃO .....	51
3.2. MATERIAL E MÉTODOS .....	53
3.3. RESULTADOS .....	54
3.4. DISCUSSÃO .....	58
3.5. CONCLUSÕES .....	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	61
<b>CAPÍTULO 4 - RESPOSTAS MORFOFISIOLÓGICAS DE PLÂNTULAS DE AÇACU (<i>hura crepitans</i> L.) E SAPUPIRA (<i>Andira inermis</i> (W. WRIGTH) KUNTH EX DC), SOB ALAGAMENTO, PROVENIENTES DE VÁRZEAS DO RIO AMAZONAS</b> .....	64
RESUMO .....	65
ABSTRAT .....	65
4.1. INTRODUÇÃO .....	66
4.2. MATERIAL E MÉTODOS .....	67
4.3. RESULTADOS .....	69
4.4. DISCUSSÃO .....	79



	p.
4.5. CONCLUSÕES .....	82
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	83
<b>CAPÍTULO 5 - RESPOSTAS MORFOFISIOLÓGICAS DE GRAMÍNEAS DE VÁRZEA SOB INUNDAÇÃO E SOMBREAMENTO .....</b>	<b>86</b>
RESUMO .....	87
ABSTRAT .....	87
5.1. INTRODUÇÃO .....	88
5.2. MATERIAL E MÉTODOS .....	90
5.2.1 <b>Local</b> .....	90
5.2.2 <b>Material vegetal</b> .....	90
5.2.3 <b>Imposição dos tratamentos</b> .....	90
5.2.4 <b>Parâmetros avaliados</b> .....	90
5.2.5 <b>Delineamento experimental e análises estatísticas</b> .....	91
5.3. RESULTADOS .....	91
5.4. DISCUSSÃO .....	95
5.5. CONCLUSÕES .....	98
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	99
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>104</b>

## LISTA DE TABELAS

	p.
Tabela 1.1 - Dados climáticos mensais médios da área de planície fluvial em estudo (2002 a 2006).....	19
Tabela 2.1 - Comunidades rurais de várzea do Baixo Amazonas – Pará participantes da pesquisa. ....	34
Tabela 2.2 – Espécies florestais identificadas pela pesquisa em 13 comunidades de uma região de planície fluvial do Baixo Amazonas-Pará com códigos de identificação para os gráficos e figuras.....	36
Tabela 2.3 - Frequência de citação, consumidor destino, parte utilizada e a forma de uso das espécies indicadas pelos entrevistados.. ....	37
Tabela 2.4 - Auto-valores, auto-vetores e escores das espécies para a frequência de tipos de usos e de abundância nas comunidades.....	39
Tabela 2.5 - Frequência média e extrema observada entre as espécies florestais constituintes dos agrupamentos relativos as formas de uso (U).....	40
Tabela 2.6 - Frequência de respostas dos agrupamentos das espécies florestais declaradas pelos ribeirinhos e relativas ao consumidor-destino.....	41
Tabela 2.7 – Valores percentuais médios de abundância das espécies florestais declaradas pelos ribeirinhos relativos as suas comunidades.....	43
Tabela 3.1 - Valores médios, desvios padrões e extremos de duração das fenofases e sincronia populacional de açacu ( <i>Hura creptains</i> L.), em dois ciclos completos de avaliação em área de várzea do Baixo Amazonas, Pará.....	57
Tabela 3.2 - Valores médios, desvios padrões e extremos de duração das fenofases e sincronia populacional de sapupira ( <i>Andira inermis</i> (W. Wrigth) Kunth ex DC), em dois ciclos completos de avaliação em área de várzea do Baixo Amazonas, Pará.....	58
Tabela 4.1 - Mortalidade de plântulas de sapupira de 90 e 120 dias de idades sob alagamento do solo. ....	69
Tabela 4.2 - Análise de Componentes Principais (CPA) para o açacu e sapupira - autovalores e auto-vetores das variáveis consideradas na ordenação fatorial.....	76
Tabela 4.3 - Valores médios, ordenados segundo o teste de Tukey ( $\alpha=0,05$ ), de frações de fitomassa (%) das plantas de açacu e sapupira ao longo do experimento.....	78
Tabela 5.1 - Massa seca-MS (g) de colmo+bainha, raiz total e massa seca total das gramíneas estudadas sob efeito do sombreamento e da inundação.....	92

Tabela 5.2 - Massa seca de folhas (MSf) e alongamento foliar diário (Afd) de mori, mojuí e coloninha sob inundação.....	92
Tabela 5.3 - Médias da densidade de perfilhos dos capins mori, mojuí e coloninha ao final do experimento sob sombreamento.....	94
Tabela 5.4 - Taxa fotossintética líquida ( $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ), condutância estomática ( $\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) e transpiração ( $\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) das forrageiras mori, mojuí e coloninha sob inundação e sombreamento.....	95

## LISTA DE FIGURAS

	p.
Figura 1.1 - Mapa de localização da planície fluvial do Baixo Amazonas, destacando os municípios de Santarém, Prainha e Monte Alegre .....	18
Figura 1.2 - Regime fluviométrico no período de 1930-2007, na região do Baixo Amazonas.....	19
Figura 2.1 – Frequência com que as espécies florestais foram declaradas de uso múltiplo pelos ribeirinhos na região do Baixo Amazonas-Pará.....	35
Figura 2.2 - Dendrograma de dissimilaridade entre as espécies assinaladas nas entrevistas estruturadas.....	38
Figura 2.3 - Escores das espécies florestais, declaradas pelos ribeirinhos, obtidos em função da frequência relativa das formas de uso. PCA – análise de componentes principais.....	38
Figura 2.4 - Dendrograma de dissimilaridade entre as espécies florestais assinaladas nas entrevistas estruturadas.....	42
Figura 2.5 - Escores das espécies florestais obtidos em função da frequência relativa das classes de abundância.....	42
Figura 3.1 - Frequência relativa de ocorrência das fenofases relacionadas à floração (a), frutificação (b) e renovação do dossel (c) em açacu ( <i>Hura creptains</i> L.).....	55
Figura 3.2 - Duração das fenofases e sincronia populacional de açacu ( <i>Hura creptains</i> L.), em área de várzea do Baixo Amazonas, Pará.....	56
Figura 3.3 - Frequência relativa de ocorrência das fenofases relacionadas à floração (a), a frutificação (b) e renovação do dossel (c) em sapupira ( <i>Andira inermis</i> (W. Wrigth) Kunth ex DC).....	56
Figura 3.4 - Duração das fenofases e sincronia populacional de sapupira ( <i>Andira inermis</i> (W. Wrigth) Kunth ex DC) em várzea do Baixo Amazonas, Pará.....	57
Figura 4.1 - Valores médios de (a) altura, (b) diâmetro do coleto, (c) número de folhas e (d) área foliar das plantas de açacu, em diferentes períodos de anoxia, em função da idade das plantas, ao longo da avaliação do ensaio.....	71
Figura 4.2 - Valores médios de (a) altura, (b) diâmetro do coleto, (c) número de folhas, (d) número de folíolos/plântula e (e) área foliar das plantas de sapupira, em diferentes períodos de anoxia, em função da idade das plantas, ao longo do período de avaliação do ensaio.....	73
Figura 4.3 - Dendrograma de dissimilaridade entre as diferentes condições de maturidade fisiológica do açacu sob anoxia.....	74

Figura 4.4 - Dendrograma de dissimilaridade entre as diferentes condições de maturidade fisiológica de sapupira sob anoxia.....	74
Figura 4.5 - Disposição dos escores médios e erro padrão obtidos na análise de componentes principais, para os indicadores de crescimento açacu ao final do estudo. Onde: AF- área foliar; NF- número de folhas; ALT- altura da planta; DIA- diâmetro do caule.....	76
Figura 4.6 - Disposição dos escores médios e erro padrão obtidos na análise fatorial, para os indicadores de crescimento de sapupira ao final do estudo.....	77
Figura 4.7 - Valores médios e erro padrão da média de fitomassa total e volume radicular de açacu, em função dos tratamentos avaliados.....	79
Figura 4.8 - Valores médios e erro padrão da média de fitomassa total e volume radicular de sapupira, em função dos tratamentos avaliados.....	79
Figura 5.1 - Alocação de biomassa das gramíneas mori, mojuí e coloninha nas folhas (RMF) e nas raízes (RMR) sob sombreamento.....	93
Figura 5.2 - Área Foliar Específica (AFE) de folhas de mori, mojuí e coloninha submetidas a inundação e sombreamento.....	93
Figura 5.3 - Taxa fotossintética líquida (TFL) das gramíneas mori, mojuí e coloninha sob sombreamento (sombra) e a pleno sol (sol), inundadas (I) e não inundadas (NI).....	94

## **CAPÍTULO 1**

**ESTUDOS DE ESPÉCIES FLORESTAIS E FORRAGEIRAS DE ÁREAS DE VÁRZEA  
DO BAIXO AMAZONAS-PARÁ, PARA USO EM SISTEMAS SILVIPASTORIS**

## RESUMO

O ecossistema da várzea é altamente específico e seu uso deve estar baseado fundamentalmente no manejo ecológico. A agricultura seguida da pecuária causou a redução da cobertura arbórea alterando as características desse ecossistema. As populações tradicionais exploram boa parte dos recursos naturais das matas ciliares onde o extrativismo se apresenta estratégico para sua sustentabilidade. Com as várzeas desmatadas, essas populações se vêem desabastecidas de importantes fontes de alimento e de outros usos. Recuperar esse ecossistema através introdução de árvores (sistemas silvipastoris) representa, não somente uma alternativa sustentável, mas um desafio cultural devido às tradições regionais, uma forte herança de antigas práticas. Neste sentido, o entendimento sobre a percepção humana das populações locais é fundamental para o planejamento e implementação de práticas sustentáveis. Para isso, foi realizado um diagnóstico participativo (Capítulo 2), objetivando resgatar o conhecimento tradicional de recursos genéticos florestais e seus usos. O diagnóstico registrou 21 espécies, destacando-se as espécies frutíferas e madeiráveis. Desse universo, o açacu (*Hura creptans* L.) e a sapupira (*Andira inermis* (W. Wright) Kunth ex DC) foram selecionadas para o acompanhamento das fenofases reprodutiva e vegetativa, relacionadas às inundações periódicas da várzea (Capítulo 3). Para ambas as espécies, a fenofase “frutos maduros” ocorreu nas fases de seca e transição seca-cheia, facilitando o acesso até os locais de coleta de sementes. Porém, apresentam curto período de disseminação de frutos e baixa sincronia entre seus indivíduos. A sazonalidade abiótica das várzeas restringe as espécies florestais a serem introduzidas nesse ecossistema. Entretanto, mesmo para as espécies adaptadas a anoxia, o fator idade das mudas, pode comprometer o sucesso do empreendimento. Mediante os resultados desta pesquisa (Capítulo 4), tanto para o açacu como para a sapupira, a idade das mudas introduzidas nas áreas de várzea deve ser, pelo menos, de 120 dias. Por outro lado, as gramíneas coloninha (*Brachiaria mutica* biotipo 1), mojuí (*Brachiaria mutica* biotipo 2) e mori (*Paspalum fasciculatum*), cultivadas na várzea em sistemas silvipastoris, mesmo reconhecidamente tolerantes a anoxia, são submetidas a uma variável adicional de estresse, o sombreamento das árvores introduzidas no sistema (Capítulo 5). Entretanto, o desenvolvimento de estruturas morfoanatômicas lhes permite suportar os impactos desses estresses.

**Palavras chave:** sistemas silvipastoris, espécies florestais de múltiplo uso, planícies fluviais, Amazônia, fenologia, tolerância a anoxia, sombreamento, gramíneas.

## ABSTRACT

The lowland ecosystem is highly specific and its use should be based primarily on environmental management related to the social process. The agriculture followed by livestock caused the reduction of tree cover, thus changed the characteristics of that ecosystem. The traditional populations exploit good part of the natural resources of the gallery forests where the extractivism presents itself strategic to its sustainability. With the lowlands cleared, these people are deprived of important sources of food and other uses. Recover this ecosystem through the introduction of trees (forestry-pasture systems) represents not only a sustainable alternative, but a cultural challenge because of regional traditions, a strong legacy of past practices. In this sense, the understanding on the human perception of local people is vital for the planning and implementation of sustainable practices. By using a participatory approach, 13 rural communities of lowlands were visited, aiming to rescue the traditional knowledge of the genetic resources of the forest and its use (Chapter 2). The diagnosis recorded 21 species of various uses, highlighting the fruit and timber species, abundant in the region. From this universe of species, the açacu (*Hura creptans* L.) and sapupira (*Andira inermis* (W. Wright) Kunth ex DC) were selected for monitoring the reproductive and vegetative phenophases related to the periodic flooding of the lowlands (Chapter 3). For both species, the phenophase "mature fruits" occurred during the drought phase and during the drought-flood transition, facilitating the access to the places of seed collection. However, the studied species have a short period of fruit dispersion and a low synchronicity between its individuals. The abiotic seasonality of the lowlands restrict the forest species that may be introduced in this ecosystem. However, even for species adapted to anoxia, the age of seedlings factor may negatively affect the success of the venture. Upon the results of this research (Chapter 4), both for the açacu as to sapupira, the age of seedlings introduced in lowland areas must be at least 120 days. Furthermore, the grass coloninha (*Brachiaria mutica* biotype 1), mojuí (*Brachiaria mutica* biotype 2) and mori (*Paspalum fasciculatum*), grown in lowlands in forestry-pasture systems acknowledged tolerant to anoxia, are inflicted to an additional variable of stress, the shading caused by trees introduced in the system (Chapter 5). However, the development of morpho-anatomical structures allows them to withstand the impacts of these stresses. In a general analysis, it is considered that the forest and forage species studied show themselves able to compose forestry-pasture systems in areas subjected to flooding.

**Key words:** silvopastoral systems, multipurpose tree, floodplains, Amazon, phenology, anoxia, shading, grasses.



## 1.1 INTRODUÇÃO

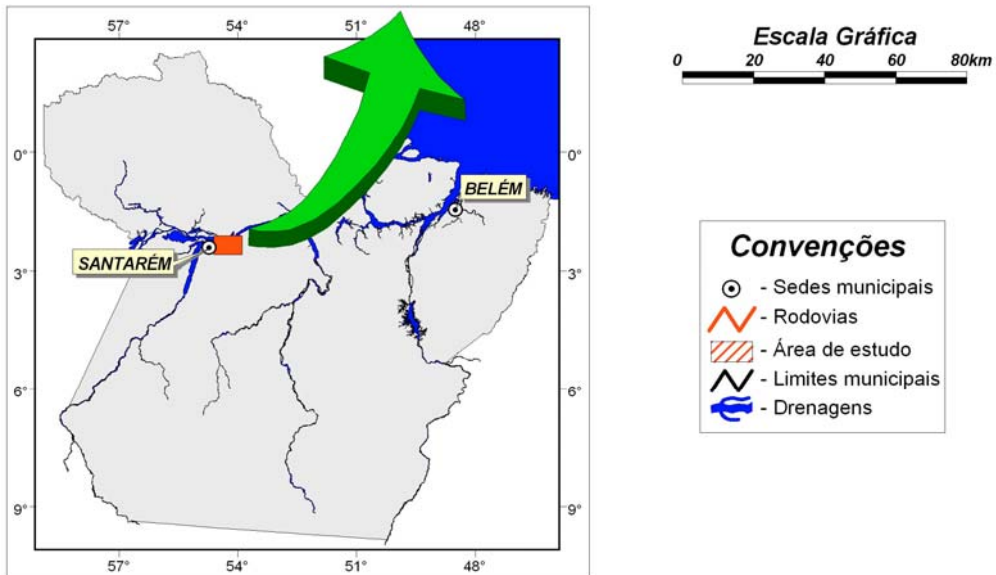
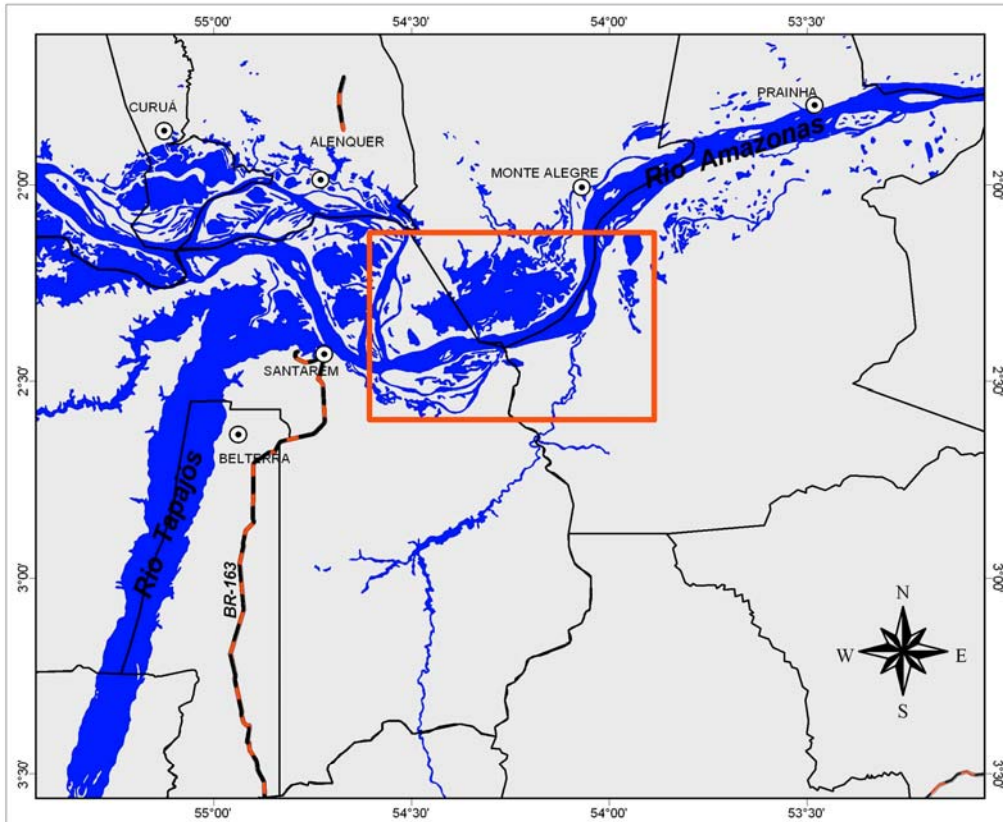
### 1.1.1 Contextualização

Visando a geração de conhecimento científico sobre espécies florestais e forrageiras adaptadas às áreas de planícies fluviais do Baixo Amazonas-Pará para uso em sistemas silvipastoris, foi conduzido este estudo com os seguintes objetivos: selecionar ideótipos arbóreos de múltiplo uso por meio de pesquisa participativa junto aos ribeirinhos da microrregião em estudo; acompanhar a fenologia reprodutiva de algumas espécies florestais indicadas na fase de pesquisa participativa nas planícies fluviais locais; avaliar a influência do regime de inundação e idade das plântulas no desenvolvimento de plântulas de algumas espécies florestais selecionadas e, determinar o efeito da inundação temporária e do sombreamento em gramíneas procedentes do Baixo Amazonas-Pará.

### 1.1.2 Descrição da área em estudo

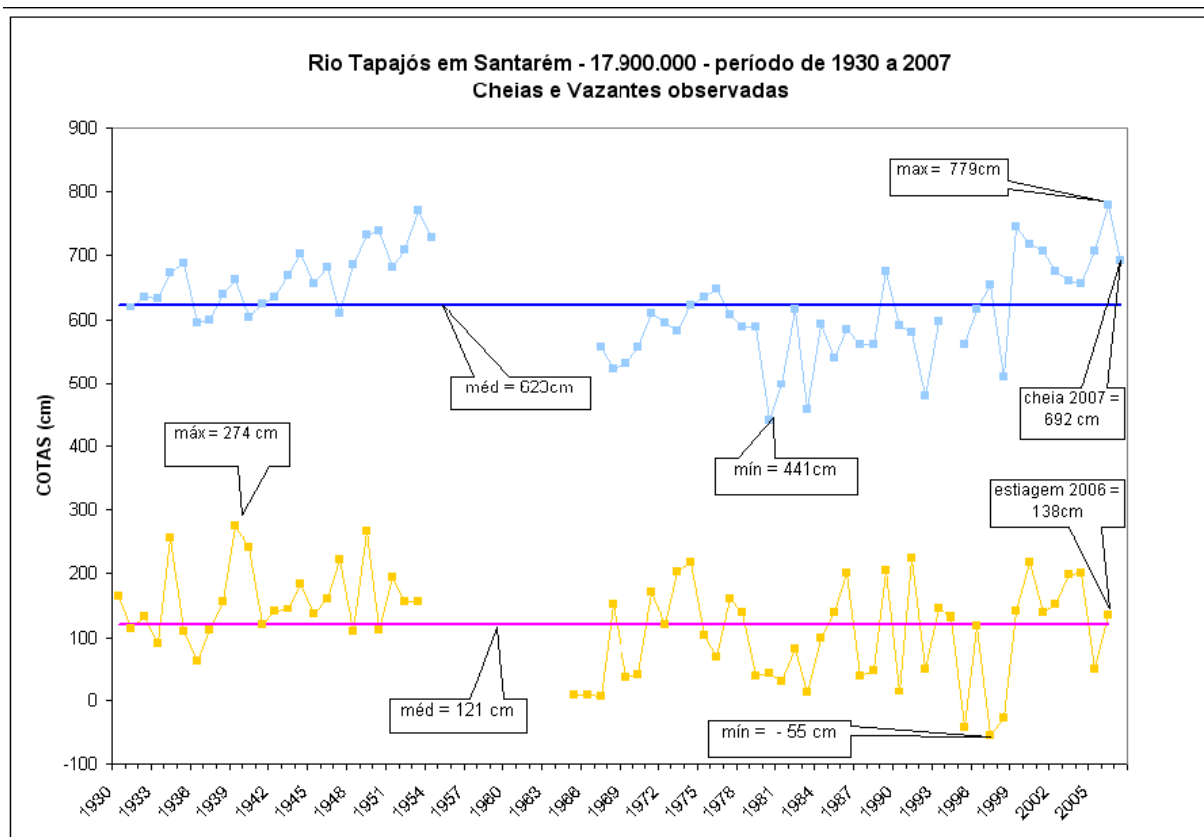
As planícies fluviais banhadas pelo rio Amazonas e afluentes na microrregião de confluência dos municípios de Santarém, Prainha e Monte Alegre ( $02^{\circ} 07' 17''$  -  $02^{\circ} 35' 46''$ S;  $53^{\circ} 53' 06''$  -  $54^{\circ} 36' 19''$ W) na região do Baixo Amazonas-Pará (Figura 1.1) foram o cenário de parte desta pesquisa e local de coleta de material vegetal para a outra parte. A temperatura média anual está entre 27 e 28°C, a umidade relativa do ar, entre 78 a 85%, a velocidade do vento é entorno de 2 km/h e a precipitação média de 2.000 mm (LBA SANTAREM, 2007). A média mensal do nível das águas do rio Amazonas variou de -0,55 m (estação seca, 97% concentrada nos meses de outubro e novembro) a 7,79 m (estação chuvosa, 86% concentrada nos meses de maio e junho) no período de 1930 a 2007 segundo relatório da Agência Nacional de Águas-ANA (2007) (Figura 1.2).

Os dados climáticos médios mensais da área de planície fluvial em estudo (2002 a 2006) são apresentados na Tabela 1.1, caracterizado claramente que o primeiro período apresenta médias de maior intensidade de precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar e de menor velocidade do vento e temperatura do ar em relação ao segundo período.



Fonte: Laboratório de Sensoriamento Remoto – Embrapa Amazônia Oriental, Belém (2007).

Figura 1.1 - Mapa de localização da planície fluvial do Baixo Amazonas, destacando os municípios de Santarém, Prainha e Monte Alegre.



Legenda: Valores das cotas máximas (azul claro) e mínimas (laranja) observadas anualmente, bem como, a média das cotas máximas anuais (em azul) e das cotas mínimas anuais (em rosa).

Fonte: ANA – Agência Nacional de Águas (2007).

Figura 1.2 – Regime fluviométrico no período de 1930-2007, na região do Baixo Amazonas.

Tabela 1.1. Dados climáticos mensais médios da área de planície fluvial em estudo (2002 a 2006).

	Temperatura do Ar (°C)	Umidade Relativa do ar (%)	Velocidade do Vento (m/s)	Precipitação pluviométrica (mm)
Janeiro	28	81	2	1.887
Fevereiro	26	87	3	2.097
Março	27	76	2	1.890
Abril	27	87	2	2.127
Mai	27	87	2	2.185
Junho	27	86	2	2.083
Julho	28	83	2	2.047
Agosto	29	80	2	1.961
Setembro	29	77	2	1.745
Outubro	29	77	3	1.731
Novembro	29	76	3	1.695
Dezembro	28	79	2	1.794

Fonte: Projeto LBA Ecologia/Embrapa Amazônia Oriental (2006).

## 1.2 REVISÃO DE LITERATURA

No estado do Pará as várzeas ou planícies fluviais compreendem 8,5 milhões de hectares representando 5,60% da área da Amazônia Legal (FALESI e SILVA, 1999), sendo que a região do Baixo Amazonas ocupa aproximadamente 21% desse total (Mc.GRATH *et al.*, 1991), estendendo-se da fronteira do estado do Pará com o Amazonas até a desembocadura do rio Xingu. Os solos dessas áreas, em sua grande maioria, são classificados como Gleissolo Haplico, com variações para Gleissolo Haplico plintico (MARQUES *et al.*, 2003).

As planícies fluviais amazônicas são áreas regularmente invadidas pelas águas dos rios que compõem a paisagem da região, alternando entre as fases aquática e terrestre. A dinâmica desse ecossistema é caracterizada fortemente pelos regimes de inundação, pela substancial heterogeneidade de habitats, diversidade de processos ecológicos e gradientes multidimensionais (NAIMAN *et al.*, 2005). Em grande parte, este fenômeno deve-se a localização da cabeceira do rio e de alguns afluentes na cordilheira dos Andes, o que possibilita receber expressivo volume de água por ocasião do degelo (LIMA *et al.*, 2001).

Estudos pedológicos realizados nas planícies fluviais amazônicas confirmam sua alta fertilidade proveniente das deposições de resíduos minerais e orgânicos durante a época de enchente (FALESI e SILVA, 1999; LIMA *et al.*, 2001). De acordo com o BRASIL (1991), o rio Amazonas transporta muito mais do que simplesmente água, anualmente cerca de 620 milhões de toneladas de materiais em suspensão (sedimentos), medidos no estreito de Óbidos, estado do Pará são transportados por seu leito.

Os processos geomorfológicos ocorridos nessas áreas envolvem a erosão, transporte e sedimentação de materiais bióticos e abióticos (NAIMAN *et al.*, 2005). O volume de sedimentos contidos na água do rio Amazonas e afluentes é proveniente da erosão ou desbarrancamento das margens dos rios, fenômeno conhecido como “terras-caídas”, o qual ocorre principalmente no período de enchente (CAMARGO, 1952), dependendo da dinâmica do processo. A deposição desses sedimentos formam camadas sobre o solo que, ao longo dos anos, elevam o nível das margens dos rios denominadas de “restingas” (ing. *Barrier*, massa arenosa, disposta paralelamente à margem do rio e que permanece elevada acima da maré mais alta, IBGE, 2004).

A extensão das planícies fluviais é influenciada pela expansão e contração longitudinal da água ao longo de todo o curso do rio, pela geomorfologia dessas áreas e precipitação pluvial (NAIMAN *et al.*, 2005) que coincide com a estação chuvosa da região (Tabela 2.1). O

processo dinâmico e anual de descarga d'água nos rios é denominado pulso de inundação (JUNK *et al.*, 1989).

A principal força motriz responsável pela existência, produtividade e interações de grande parte dos sistemas de áreas inundáveis é o pulso de inundação (JUNK, 1989). Os ciclos de vida e produtividade dos organismos que utilizam os “habitats” das planícies inundáveis, estão relacionados ao pulso de inundação em termos de período, duração e taxa de subida e descida das águas. Nesses ambientes, a diversidade tende a aumentar conforme a habilidade dos organismos em superar os problemas de estresse fisiológico (BRASIL, 1999).

O paradoxo das águas também marca a vida das populações amazônicas que habitam nas planícies inundáveis. Se na cheia as águas abundam, na seca escasseiam pela insuficiência e/ou por condições impróprias para consumo. As populações amazônicas que habitam essas áreas, invariavelmente, fixam-se às margens dos cursos de águas, onde a vida se move com ciclo das águas. Na vazante dos rios, muitos mananciais superficiais secam completamente ou ficam com pequena lâmina de água, inviabilizando sua utilização (AZEVEDO, 2006).

As planícies fluviais do Baixo Amazonas apresentam considerável contingente populacional carente de informação técnica, de capital e, até mesmo de incentivo para buscar transformações que resultem na melhoria da sua qualidade de vida. Entretanto, quando motivados por fatores externos, como: mercado, preços favoráveis e tecnologia disponível para produção, os ribeirinhos não são avessos à adoção de novas práticas agrícolas, como, por exemplo, ocorreu com a introdução do cultivo de juta no período de 1937 a 1942 (HOMMA, 1998). As florestas desenvolvidas originalmente nas planícies fluviais da região, em grande parte foram removidas para o plantio dessa cultura, contrariamente a idéia de que a pecuária tenha sido a grande causadora de desmatamentos das planície fluviais na região do Baixo Amazonas.

A população ribeirinha, tradicionalmente, tem se dedicado ao uso diversificado dos recursos, envolvendo a pesca, a agricultura de subsistência, a pecuária de pequenos e grandes animais e o extrativismo florestal (Mc.GRATH *et al.*, 1991). A importância de cada uma dessas atividades tem variado ao longo do tempo em função das oportunidades da economia regional. Nas décadas de 1970 e 1980, diversos fatores levaram a crise da juta (HOMMA, 1998), beneficiando a expansão das pastagens para atender a pecuária incentivada por políticas governamentais. Nestes locais, surgiram ecossistemas antrópicos, como florestas secundárias (capoeiras) e pastagens plantadas, dividindo o espaço com as pastagens nativas de solos aluviais, que têm papel fundamental no desenvolvimento da criação de bovinos e bubalinos, por possuírem elevado potencial de produção e valor nutritivo.

Há que se considerar também que a disponibilidade dos recursos naturais é finita e como tal, limita as densidades populacionais na região Amazônica a níveis muito baixos. Estudo realizado pela FAO/UNFPA/IIASA (FEARNSIDE, 1992) indica que a Amazônia brasileira é capaz de suportar 0,5-1 pessoa/ha no atual nível tecnológico ou de 5-10 pessoas/ha com insumos (adubos, mecanização, culturas selecionadas, etc.). Além disso, o número de pessoas sustentáveis por unidade de área é muito menor quando uma grande parte da terra pertence a poucos proprietários, como é o caso da pecuária. O que significa dizer que o modelo de produção amazônico atual é um fator limitante para a capacidade de suporte humano dessas áreas.

Nessa mesma linha de raciocínio, quando a produção de forrageiras é alta, estimula o produtor a adotar um sistema de maior pressão de pastejo, com carga animal acima da capacidade de suporte das pastagens (VEIGA, 1995). Atualmente, em grande parte, as planícies fluviais são utilizadas para a produção animal. A rápida evolução do rebanho e o manejo de pastejo inadequado têm comprometido a sustentabilidade das pastagens de planície fluvial (GOULDING *et al.*, 1996 e MARTINEZ, 2002). Mudanças e flutuações no meio ambiente representam uma pressão seletiva sobre suas populações, onde o presente está relacionado com o passado, e o futuro com o presente (CASSINI, 2005).

Dessa forma, a carga excessiva sobre planícies fluviais propicia a degradação da estrutura do solo pela perda de biomassa forrageira e estabelecimento de invasoras que competem agressivamente com as pastagens por fatores essenciais ao crescimento, como: água, luz, nutrientes e espaço (MASCARENHAS *et al.*, 1999) e pela compactação como resultado da pressão animal excessiva sobre o solo. A competição vegetal dá-se, principalmente, pela alta capacidade de reprodução, proliferação e características especiais de disseminação, dormência, viabilidade das sementes das espécies invasoras e seu baixo consumo pelos animais (DIAS-FILHO, 1990). A degradação do solo, caracterizada pelo declínio na capacidade de sustentar uma produção vegetal significativa (DIAS-FILHO, 2003), pode ser atribuída à redução de nutrientes e matéria orgânica, erosão superficial e compactação do solo, ocorrências que podem favorecer a erosão das margens.

É de consenso geral que a criação de bovinos e bubalinos, nas planícies fluviais, representa uma importante atividade socioeconômica para pequenos e médios produtores. Entretanto, *“a ocupação desordenada dessas áreas pela pecuária e a falta de alternativas para melhor uso dos recursos naturais forrageiros “justificam” sua exploração intensa, pois deles depende a sobrevivência dos ribeirinhos”* (MARTÍNEZ, 2002).

Diante do cenário atual em que ambientalistas pressionam a manutenção de ecossistemas nativos com atividades sustentáveis, é necessário a realização de estudos básicos para subsidiar o uso de alternativas de produção que integrem a pecuária com árvores para produção de madeira, frutos, conforto e outros produtos não madeireiros, contribuindo para a preservação do ambiente natural.

Avanços relativos à pecuária sustentável em áreas de planície fluvial por meio de “*Termos de Ajustamento de Conduta*”, descritos por Martinez (2002), e que preconizam, “... *recuperar e manter áreas degradadas pelo uso excessivo, gradualmente, por meio do plantio de capim...*”. Entretanto, acredita-se que não basta somente a recuperação da forrageira em si, mas do agroecossistema como um todo a fim de torná-lo produtivo de forma sustentável.

Vietto e Chiarabaglio (2004) demonstraram que é possível reflorestar áreas inundáveis por meio de um processo natural de recolonização, utilizando espécies pioneiras, típicas do ambiente de áreas alagáveis, as quais poderão, em curto espaço de tempo, prover uma cobertura vegetal e condições favoráveis ao desenvolvimento de outras espécies. Dada a importância socioeconômica da pecuária nas planícies fluviais do Baixo Amazonas e a necessidade urgente de torná-la uma atividade sustentável, acredita-se que a utilização de sistemas silvipastoris, conforme postulam Silva e Viana (2002), seja uma estratégia de restauração ecológica de ecossistemas ribeirinhos, obtendo-se benefícios das interações ecológicas e econômicas resultantes.

A inserção do componente florestal de uso múltiplo (MPT - Multipurpose Trees), pelos ribeirinhos, juntamente com a pastagem, pode amenizar os impactos negativos da pecuária, proporcionando inúmeras vantagens para animais, forrageiras e solo. Assim, para os animais, o benefício está no conforto e proteção contra excesso de insolação, chuva e vento (MELADO, 2002). Para as forrageiras, a sombra das árvores auxilia a manutenção da umidade do solo e para o solo pode auxiliar na ciclagem de nutrientes das camadas mais profundas e no aumento da matéria orgânica por meio da liteira. Além disso, as árvores podem auxiliar na estabilização do solo devido à proteção contra a ação direta das chuvas, da radiação solar e da erosão pluvial e eólica, minimizando ainda os danos causados pela lixiviação (MAGALHÃES *et al.*, 2004).

A manutenção ou plantio de árvores de múltiplo propósito normalmente enfoca o interesse econômico, porém pode ser motivada por interesse ecológico (NAIR, 1993). Entretanto, é necessário classificar as espécies não somente pelo seu potencial de uso, ampla adaptação ecológica, forma e taxa de crescimento, mas incluir outros atributos como a compatibilidade entre espécies componentes e sua contribuição para sua sustentabilidade do

sistema (HUXLEY, 1999). Os sistemas silvipastoris em geral são considerados uma forma de recuperação de pastagens degradadas (DIAS-FILHO, 2007).

Particularmente, os sistemas silvipastoris, dado pela combinação de pastagens e/ou criações de animais e árvores (NAIR, 1993), são diversificados e multi-estratificados nos quais os cultivos arbóreos são explorados com as gramíneas forrageiras e são de grande potencial para a recuperação destas áreas por conciliarem a aptidão pastoril à recomposição da paisagem natural (VEIGA *et al.*, 2000).

Apesar de muitos estudos terem sido realizados (DANIEL, 2001; ANDRADE *et al.*, 2004; COSTA *et al.*, 2006; DIAS-FILHO, 2006), ainda é pequena a base de conhecimento da comunidade científica sobre a diversidade dos sistemas silvipastoris e, principalmente em áreas de planície fluvial. A experiência de alguns produtores no uso de sistemas silvipastoris, ainda que de forma empírica, é a chave para o sucesso de diferentes pesquisas (NAIR, 1993). O mesmo autor acrescenta ainda que há falta de informação referente a seleção adequada de árvores e arbustos que integram os sistemas agroflorestais, e por vezes, também o uso de todo seu potencial.

As pastagens de planície fluvial têm representado papel fundamental na alimentação animal, pelo fato de serem “anfíbias” e poderem sobreviver flutuando ou submersas durante o período de inundação, e em solo seco durante a baixada das águas, sendo que o mori (*Paspalum fasciculatum*) encontra-se entre as mais freqüentes durante o ano na região ribeirinha do Baixo Amazonas (BLACK, 1959; SERRÃO e SIMÃO NETO, 1975; SERRÃO e FALESI, 1977 citados por CAMARÃO *et al.*, 1998).

Em ambientes inundáveis a concentração de oxigênio, quando ocorre durante a fase aquática (águas altas), se reduz devido sua baixa difusão em água e também à temperatura e a respiração de plantas e atividade de microorganismos, fazendo com que o solo passe de um ambiente aeróbico para um anaeróbico (TAIZ e ZEIGER, 2004). De modo geral, existe um número limitado de espécies vegetais que podem sobreviver ou crescer em ambientes com baixa disponibilidade de oxigênio, causada pela inundação do solo (submersão do sistema radicular) ou mesmo pela submersão da planta toda. A tolerância dessas espécies a condição de anoxia ou hipoxia é possível, principalmente, pelas adaptações morfológicas e anatômicas, como formação de raízes adventícias, lenticelas, aerênquimas, modificações nos estômatos, epinastia e abscisão foliar, estando diretamente relacionada a fatores como altura da planta e ao tempo de inundação (KOZLOWSKI, 1984).

Nos sistemas silvipastoris implantados em áreas de planície fluvial, os componentes arbóreo e forrageiro são submetidos anual e temporariamente às condições anóxicas, nas



quais, pressupõe-se, que desenvolvem estratégias de sobrevivência que se tornam mecanismos de seleção de sua biota. No caso específico de gramíneas como componentes de sistemas silvipastoris, além da inundação, é possível que o sombreamento pelas árvores inseridas nos sistemas constituam um fator adicional de estresse. Andrade *et al.* (2004) destacam a tolerância de diversas espécies de gramíneas ao sombreamento, porém as mesmas divergem quanto à capacidade produtiva. Dentre outros benefícios às gramíneas, o sombreamento pode aumentar o teor de proteína bruta nas folhas e colmos (CASTRO *et al.*, 1998).

O sucesso dos sistemas silvipastoris, dentre outros fatores, depende de práticas de manejo que assegurem sua produtividade e da identificação das espécies vegetais tolerantes ao sombreamento (TORRES, 1982; WONG e STUR, 1993 apud CASTRO *et al.*, 2001), uma vez que a influência das árvores sobre a produção de pastagens, poderá reduzir sua capacidade produtiva (MAGALHÃES *et al.*, 2004).

Os componentes de um sistema silvipastoril devem ter sinergia e sua escolha deverá estar adequada ecológica, nutricional e economicamente às necessidades do produtor. Além disso, especificamente para as áreas de planície fluviais, as peculiaridades do pulso de inundação entre as fases terrestre (águas baixas) e aquática (águas altas) deverão estar relacionadas aos fatores de interferência na determinação da composição dos sistemas silvipastoris.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. HidroWeb. Sistema de Informações Hidrológicas. Brasília, 2007. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br>. Acesso em: 7 nov. 2007.

ANDRADE, C.M.S. de; VALENTIM, J.F.; CARNEIRO, J. da C.; VAZ, F.A. Crescimento de gramíneas leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.3, p.236-270, 2004.

CAMARÃO, A.P.; MARQUES, J.R.F.; SERRÃO, E.A.S.; FERREIRA, W. de A. **Avaliação de pastagens nativas de várzeas do Médio Amazonas**. Belém, PA: Embrapa-CPATU. 1998. 25p. (Embrapa-CPATU. Boletim de Pesquisa, 181).

AZEVEDO, R.P. de. Uso de água subterrânea em sistema de abastecimento público de comunidades na várzea da Amazônia central. **Acta Amaz.**, v.36, n.3, p.313-320, 2006.

BRASIL. Ministério Da Economia, Fazenda E Planejamento. **Projeto de geração e difusão de tecnologia para as várzeas do Médio Amazonas – Pará e Amazonas**. Belém, PA: 1991. 132 p. (Projeto BRA-087/021 – SUDAM/PNUD/BASA/SUFRAMA).

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Influência do pulso das cheias e vazantes na dinâmica ecológica de áreas inundáveis**: Relatório de Resultado. 1999. Disponível em: <ftp.mct.gov.br/prog/ppg7/projetos/proj986.pdf> . Acesso em: 6 jun. 2008.

CAMARGO, F.C. Conquista das várzeas da amazônica para a formação das pastagens tropicais e para a organização de uma agricultura mista de produção de alimentos. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE TERRAS DE PASTAGENS, 6, 1952, Rio de Janeiro. **Relatório**. Rio de Janeiro, 1952. 13p.

CAPITANIA DOS PORTOS DE SANTARÉM, PARÁ. Nível da água do Rio Amazonas: **relatório Interno**, Santarém, 2007. Cd-rom.

CASSINI, S.T. **Ecologia**: conceitos fundamentais. Vitória: UFES. 2005. 69p. Disponível em: [http://www.inf.ufes.br/~neyval/Gestao\\_ambiental/Tecnologias\\_Ambientais2005/Ecologia/CO\\_NC\\_BASICOS\\_ECOLOGIA\\_V1.pdf](http://www.inf.ufes.br/~neyval/Gestao_ambiental/Tecnologias_Ambientais2005/Ecologia/CO_NC_BASICOS_ECOLOGIA_V1.pdf). Acesso em: 20 jun. 2008.

CASTRO, C.R.T. de; GARCIA, R.; CARVALHO, M.M.; FREITAS, V. de P. Efeitos do sombreamento na composição mineral de gramíneas forrageiras tropicais. **Rev. Bras. Zootec.**, v.30, n.6, p.1959-1968. 2001.

COSTA, N. de L.; TOWNSEND, C.R.; MAGALHAES; J.A.; PAULINO, V.T.; PEREIRA, R. G. de A.. Utilização de sistemas silvipastoris na Amazônia Ocidental Brasileira. **Revista Electrónica de Veterinaria**, Nova Odessa, v. VII, n. 1, 2006. Disponível em: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n010106.html>. Acesso em: 10 out. 2007.

DANIEL, O.; COUTO, L.; SILVA, E.; PASSOS, C.A.M.; GARCIA, R.; JUCKSCH, I. Proposta de um conjunto mínimo de indicadores biofísicos para o monitoramento da sustentabilidade em sistemas agroflorestais. **Cerne**, v.7, n.1, p.41-53, 2001.

DIAS-FILHO, M.B. **Plantas invasoras em pastagens cultivadas da Amazônia:** estratégias, manejo e controle. Belém, PA: Embrapa-CPATU, 1990. 103p. (Embrapa-CPATU. Documentos, 52).

DIAS-FILHO, M.B. Sistemas silvipastoris na recuperação de pastagens tropicais degradadas. In: SIMPÓSIO DA REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, 2006. p.535-553.

DIAS-FILHO, M.B. **Degradação de pastagens:** processos, causas e estratégias. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 2007. 190p.

FALESI, I.C.; SILVA, B.N.R. da. **Ecosistemas de várzeas da região do Baixo Amazonas.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1999. 75p.

FEARNSIDE, P.M. A estimativa da capacidade de suporte humano em áreas de floresta. **Pará Desenvolvimento**, Belém, Ed. Especial, p.42-47, 1992.

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

HUXLEY, P. **Tropical agroforestry.** Cambridge: The University Press, 1999. 371p.

HOMMA, A.K.O. **Amazônia:** meio ambiente e desenvolvimento agrícola. Brasília, DF: Embrapa-SPI; Belém, PA: Embrapa-CPATU, 1998. 412p.

IBGE, Rio de Janeiro (RJ) Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Vocabulário básico de recursos naturais e meio ambiente.** 2. Ed. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/vocabulario.shtm>. Acesso em: 6 jun. 2008.

KOZLOWSKI, T.T. Responses of wood plants to flooding. In: KOZLOWSKI, T. T. **Flooding and plant growth.** San Diego: Academic Press, 1984. p.129-163.

LBA Santarém. **Dados meteorológicos.** Santarém, 2002-2006. Disponível em: <ftp://boojum.asrc.cestm.albany.edu/pub/LBA/MetStat/Embrapa.daily.2002.dat>. Acesso em: 30 ago. 2006.

LIMA, R.R.; TOURINHO, M.M.; COSTA, J.P.C. da. **Várzeas flúvio-marinhas da Amazônia Brasileira.** Belém, PA: FCAP, 2001. 342 p.

McGRATH, D.G.; CALABRA, J.; AMARAL, B. do; FUTEMMA, C.; CASTRO, F. de. **Varzeiros, geleiros e o manejo dos recursos naturais na várzea do Baixo Amazonas.** Belém, PA: UFPA, NAEA, 1991. 36p. (UFPA. NAEA. Paper: 4).

MAGALHÃES, J.A.; COSTA, N de. L.; PEREIRA, R.G. de A.; TOWNSEND, C.R.; BIANCHETTI, A. Sistemas silvipastoris: alternativa para Amazônia. **Bahia Agric.**, Salvador, v.6, n.3, p.52-54, 2004.

MARQUES, J.R.F.; LOPES, C.A.C.; MARTÍNEZ, G.B. **Produção animal nas várzeas do Rio Amazonas.** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2003. 359p.

MARTÍNEZ, G.B. **Conflitos na várzea**: o caso da criação de búfalos no Baixo Amazonas. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental. 2002. 27p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 131).

MASCARENHAS, R.E.B.; MODESTO JÚNIOR, M. de S.; SILVEIRA FILHO, A.; SOUZA FILHO, A.P. da SILVA, DUTRA, S.; TEIXEIRA NETO, J.F. **Controle de plantas daninhas em pastagens cultivadas na Amazônia Oriental**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 1999. 29p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 6).

MELADO, J. Pastagem ecológica: sistema Voisin silvipastoril. **Agroecologia**, n.15, p. 25-27, 2002.

NAIMAN, R.J.; DÉCAMPS, H; McCLAIN, M.E. **Riparia**: Ecology, conservation, and management of streamside communities. Elsevier Academic Press

NAIR, P.K.R. **An introduction to agroforestry**. The Netherlands: Kluwer Academic, 1993. 499p.

SILVA, P.P.V. da; VIANA, V. M. Sistemas agroflorestais para recuperação de Matas Ciliares. **Agroecologia**, n.15, p. 20-24, 2002.

SOUZA, A.B.; FERNANDES, A.R.; NANNETTI, D. ; SOUZA, H.U. de; SOARES, L.C.; PEREIRA, P.A.; MELO, P.C. **Adaptação das plantas a condições adversas de solo: condições anaeróbicas**, Lavras: UFL, 1998. Apostila.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

VEIGA, J.B. da. Reabilitação de áreas de pastagens degradadas. In: MANEJO E REABILITAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS E FLORESTAS SECUNDÁRIAS NA AMAZÔNIA, 1995, Santarém. **Anais ...** Ríó Pedras: USDA Serviço Florestal, 1995.

VEIGA, J.B. da; ALVES, C.P.; MARQUES, L.C.T.; VEIGA, D.F da. **Sistemas silvipastoris na Amazônia Oriental**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental. 2000. 62p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 56).

VIETTO, L.; CHIARABAGLIO, P.M. Restoration of floodplain woodlands with native Poplars (*Populus nigra* and *Populus alba*) in Italy: some case studies on the Po river. In: EUROPEAN CONFERENCE ON RIVER RESTORATION, 3, 2004, Zagreb, **Proceedings ...** Zagreb. 1994. p.375-381.

## **CAPÍTULO 2**

### **SELEÇÃO DE IDEÓTIPOS DE ESPÉCIES FLORESTAIS DE USO MÚLTIPLO EM VÁRZEAS DO BAIXO AMAZONAS, PARÁ**

**RESUMO:** O objetivo deste estudo foi selecionar ideótipos arbóreos de múltiplo uso, por meio de pesquisa participativa, junto aos ribeirinhos de planícies fluviais do Baixo Amazonas, Pará, para recuperação de áreas antropizadas. Os ecossistemas ripários, originalmente sob floresta, foram alterados pela retirada da vegetação nativa para implantação da agricultura, seguida da pecuária. Os sistemas silvipastoris, cultivos arbóreos explorados com gramíneas forrageiras que conciliam a aptidão pastoril à recomposição da paisagem natural, são considerados alternativas de recuperação desses ecossistemas. A remoção da floresta reduz as fontes de alimento e outros bens para os ribeirinhos, bem como de habitat e alimentação de fauna regional. As espécies florestais de interesse dos ribeirinhos concentraram-se na exploração de frutíferas, seguidas das madeireiras. Em geral, o consumo/uso dessas espécies ocorre internamente na propriedade e foram consideradas, pelos entrevistados, como de “grande” abundância na região.

**Palavras-chave:** espécies florestais de múltiplo uso, planícies fluviais, população ribeirinha.

**ABSTRACT:** The objective of this study was to select arboreal ideotypes of multiple use, through participatory research, along with the the riparian inhabitants of the coastal plains of the low-Amazonas River, Pará, for the recovery of human-altered areas. Riparian ecosystems, originally under forest, were changed by the withdrawal of native vegetation for deployment of agriculture, followed by livestock. The silvopastoral systems, cultivation of trees exploited with foraging grasses that reconcile the pasture potential to the rebuilding of the natural landscape, are considered alternatives for recovery of these ecosystems. The removal of the forest reduces the sources of food and other goods to the riparian inhabitants, as well as habitat and the nutrition of regional wildlife. The species of interest of the riparian inhabitants focused on exploitation of fruits, followed by logging. In general, the consumption / use of these species occurs internally in the property and were considered by the interviewees, with a "big" abundance in the region.

**Key words:** forest species of multipurpose, river plains, riparian inhabitants

## 2.1. INTRODUÇÃO

Durante a época colonial e ao longo de quase 150 anos de predomínio do mercantilismo, a economia da Amazônia teve como foco a região ribeirinha, de onde foram extraídos, dentre outros produtos, os madeireiros, não madeireiros, peixes e quelônios (LIMA, 2005).

Incentivos governamentais propiciaram, em planícies fluviais, o desenvolvimento da agricultura, tendo como atividades predominantes o cultivo da juta, a pecuária em pastagens naturais e posteriormente, em pastagens plantadas. Nas décadas de 1970 e 1980, diversos fatores levaram a crise da juta (HOMMA, 1998), fato que incentivou a expansão das pastagens para atender a pecuária. Nas em planícies fluviais, surgiram novos ecossistemas antropogênicos, como capoeiras e pastagens cultivadas. Esses ecossistemas dividiam o espaço com as pastagens nativas de solos aluviais, que têm papel fundamental no desenvolvimento da criação de bovinos e búfalos, pelo elevado potencial de produção e valor nutritivo. Por outro lado, a exploração tradicional de madeira de floresta ripária não propiciou a introdução espontânea de gramíneas nas áreas exploradas, nem grandes modificações na dinâmica sucessional da floresta (D'OLIVEIRA, 1989).

A agricultura seguida da pecuária causou a redução da cobertura arbórea alterando as características do ecossistema. Essas atividades propiciaram a degradação ambiental das planícies fluviais acelerando a erosão do solo, principalmente pelo fenômeno conhecido como “terras caídas” (FALESI e SILVA, 1999). Esse fenômeno é fortemente influenciado pela variação anual do nível da água dos rios nas fases de fluxo e refluxo que inunda suas margens (BITTENCOURT e AMADIO, 2007).

A cheia dos rios e a conseqüente deposição anual de sedimentos definem a geomorfologia das planícies fluviais, sua fauna e flora e mesmo os seus padrões de ocupação humana (QUEIROZ, 2005). As populações tradicionais (os ribeirinhos) que vivem nessas áreas possuem amplo conhecimento sobre a floresta e têm hábitos alimentares e padrões de moradia diferentes das populações de regiões de terra-firme. Os ribeirinhos exploram boa parte dos recursos naturais das planícies fluviais onde o extrativismo se apresenta estratégico para sua sustentabilidade.

As planícies fluviais são ambientes frágeis e de baixo grau de resiliência e a remoção da cobertura vegetal pode levar a perda total do habitat, face a importância ecológica e estrutural que as plantas desempenham para a manutenção desse ecossistema (ALMEIDA *et al.*, 2004). Um exemplo disso é a redução das populações de peixes que se alimentam de frutos

caídos de árvores no período das enchentes (LIMA, 2005), fato que pode influenciar na composição florística das terras inundáveis, pois os peixes são responsáveis por grande parte da distribuição de sementes nessas áreas (DUBOIS, 1996).

Com as planícies fluviais desmatadas, as populações tradicionais se vêm desabastecidas de importantes fontes de alimento e de outros usos: a pesca é fonte de alimento humano, os frutos de algumas espécies também são de consumo humano e de animais domésticos, a madeira é usada para benfeitorias e lenha (GOULDING *et al.*, 1996; CANTO, 2007), as folhas e raízes de algumas espécies, os povos ribeirinhos extraem unguentos e pomadas medicinais; transformam troncos, galhos e fibras em materiais básicos de uso doméstico e artesanato (COSTA, 2008) e até mesmo valorizam algumas árvores para sombra.

O uso terapêutico de plantas medicinais é um dos traços mais característicos da espécie humana (AMBIENTEBRASIL, 2008). No Brasil, por muito tempo tal procedimento representou a principal forma de cura, especialmente entre a população rural. Entretanto, perdeu espaço pelo desenvolvimento da indústria química, cujos medicamentos passaram a predominar na terapia moderna. Atualmente, observa-se uma crescente redescoberta do valor das plantas medicinais em decorrência não só de certos efeitos colaterais imprevistos de muitos remédios artificiais, embora o uso incorreto das plantas também possa causá-los, como também do seu elevado preço (SIQUEIRA, 2008).

A manutenção ou plantio de árvores de múltiplo propósito normalmente enfoca o interesse econômico, porém pode ser motivada por interesse ecológico (NAIR, 1993). Os sistemas silvipastoris, em geral, são considerados uma forma de recuperação de pastagens degradadas (DIAS-FILHO, 2007) pela combinação de pastagens e/ou criações de animais e árvores (NAIR, 1993), são diversificados e multi-estratificados nos quais os cultivos arbóreos são explorados com as gramíneas forrageiras e são de grande potencial para a recuperação destas áreas por conciliarem a aptidão pastoril à recomposição da paisagem natural (VEIGA *et al.*, 2000).

Nas planícies fluviais ocorrem espécies de múltiplos usos e de diferentes valores da paisagem. Antes de iniciar qualquer programa de restauração florestal, deve-se priorizar espécies que satisfaçam não somente as necessidades presentes e futuras dos agricultores (MONTES e WEBER, 1997; ALMEIDA *et al.*, 2004), como também selecionar ideótipos que se adequem as finalidades propostas. Entendendo como ideótipo, o termo utilizado para descrever a estrutura de uma planta que melhor se adequa a uma dada circunstância otimizando a produção (HUXLEY, 1999), fundamental na seleção de espécies florestais como componentes de sistemas agroflorestais.



A maioria das áreas ainda preservadas do território brasileiro são habitadas por populações indígenas ou por comunidades rurais “tradicionais”, como os ribeirinhos, que corporificam um modo de vida tradicionalmente harmonioso com o ambiente (ARRUDA, 1999). A inclusão da perspectiva das populações rurais através do reconhecimento de sua identidade e da valorização de seu saber, através das experiências acumuladas por gerações (GRENIER, 1999), possibilitam a seleção de espécies florestais de importância econômica, social, moral (SHEIL *et al.*, 2003) e ecológica desses povos.

Dessa forma, esta pesquisa objetivou obter informações etnobotânicas que possam ser utilizadas na recomendação de espécies a serem plantadas na várzea para a recomposição da paisagem natural considerando as prioridades de utilização das comunidades locais.

## 2.2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em 13 comunidades rurais (Tabela 2.1) de planícies fluviais, banhadas pelo rio Amazonas e afluentes na microrregião de confluência dos municípios de Santarém, Prainha e Monte Alegre, no Baixo Amazonas, no Estado do Pará, em julho de 2004. Os dados climáticos são procedentes da estação meteorológica localizada na área de Cacoal Grande-Monte Alegre-Pará. As temperaturas médias anuais estão entre 27 e 28°C, umidade relativa do ar entre 78 a 85%, velocidade do vento cerca de 2 km/h e precipitação pluvial média de 2.000 mm (LBA SANTAREM, 2007).

O instrumento utilizado para a coleta de dados junto às comunidades ribeirinhas foi um questionário semi-estruturado que permite a junção de perguntas dirigidas fechadas (ou estruturadas) e abertas, possibilitando ao entrevistado discorrer sobre o tema proposto, sem respostas específicas ou condições prefixadas pelo pesquisador (ARAÚJO e ROCHA, 2007). As questões elaboradas buscaram determinar as espécies arbóreas de maior importância para as populações locais, baseando-se nos seguintes aspectos: (i) finalidade do uso (fonte de alimento humano e animal, medicina popular, construções e outros); (ii) destino do consumo (humano, peixes, animais domésticos ou outros); (iii) formas de uso (árvore como um todo, folha, fruto, casca, tronco, semente, outros); e (iv) ocorrência atual (abundância).

Tabela 2.1 – Comunidades rurais de várzea do Baixo Amazonas – Pará participantes da pesquisa.

	Comunidade	Município
1	Bom Jardim	Monte Alegre
2	Cacoal Grande	Monte Alegre
3	Fé em Deus do Ituqui	Santarém
4	Igarapé da Praia	Santarém
5	Ipanema	Prainha
6	Pacoval	Prainha
7	Palhão	Santarém
8	Paraná – Fé em Deus	Santarém
9	Piapó	Monte Alegre
10	Remanso	Monte Alegre
11	Santa Rita	Monte Alegre
12	Saracura	Santarém
13	Santa Maria – Fé em Deus	Prainha

As diversas espécies arbóreas declaradas pelos entrevistados foram classificadas em função da forma de uso (frutos, folhas, sementes, madeira, casca, árvore e outros), finalidade de uso (madeireiro, alimentação, medicinal, etc.), consumidor-destino (humano ou animal) e o nível de abundância sob a ótica dos entrevistados, referente sua comunidade (pequena, média e grande), arranjando as espécies arbóreas em grupos de maior afinidade. Para este objetivo foi utilizada a técnica multivariada de análise de agrupamento (*cluster analysis*). Para polarizar as variáveis em grupos de maior discriminância e buscando a ordenação dos tratamentos, foi aplicada uma análise de Componentes Principais (PCA), identificando as variáveis mais importantes no espaço de cada componente principal (CP). A regra de Kaiser foi adotada para determinação dos auto-valores e um limiar de  $|\lambda| \geq 0,40$  para os auto-vetores (MANLY, 1994; JOHNSON e WICHERN, 1998). A disposição das espécies em dendrograma foi utilizada para definir os agrupamentos entre elas, os quais são sintetizados com os diferentes usos predominantes das espécies.

Todas as análises foram conduzidas com o auxílio da planilha eletrônica Excel e dos pacotes estatísticos SAS System ® e STATISTICA 5.5 © (SAS INSTITUTE, 1990; STATSOFT INC. STATISTICA, 2001).

### 2.3. RESULTADOS

O diagnóstico realizado identificou 21 espécies florestais de diversos usos, consideradas de interesse dos moradores da região (Tabela 2.2). Dentre as espécies declaradas pelos 18 ribeirinhos entrevistados nas 13 comunidades rurais, a jenipapeiro apresentou maior frequência, sendo mencionada por todos os informantes (100%) e o uso da espécie marizeiro-verde foi declarado pelo menor número de informantes (39%) (Figura 2.1).

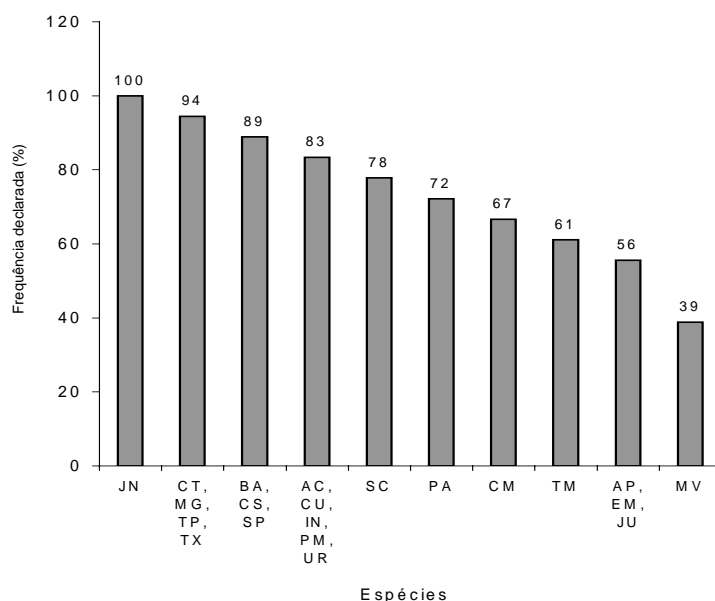


Figura 2.1 – Frequência com que as espécies florestais foram declaradas de uso múltiplo pelos ribeirinhos na região do Baixo Amazonas-Pará.

Foram levantadas as formas de uso para as espécies florestais citadas pelos ribeirinhos da região (frutos, folhas, sementes, madeira, casca, a árvore como um todo, outros), finalidades de uso (alimentação, medeireira, medicinal, etc.) e os consumidores-destino (humano ou animal) (Tabela 2.3).

Esses dados destacam a importância dos frutos dessas espécies para a alimentação humana, considerando que do total levantado, 15 (71%) foram declaradas com finalidade de uso alimentício, seja de forma direta para consumo humano, normalmente “in natura”, ou através dos animais domésticos, caça e peixes que se alimentam dos frutos dessas espécies, tornando-se posteriormente, fontes de alimento das populações locais.

A madeira, é utilizada para currais, lenha e pequenas obras. Outras partes da árvore, como folhas, sementes e casca são utilizadas normalmente na medicina regional e a árvore como um todo, para sombreamento, amenizando as altas temperaturas da várzea.

Tabela 2.2 – Espécies florestais identificadas pela pesquisa em 13 comunidades de uma região de planície fluvial do Baixo Amazonas-Pará com códigos de identificação para os gráficos e figuras.

	Nome vulgar	Nome científico	Família	Código
1	Açacuzeiro	<i>Hura crepitans</i>	Euphorbiaceae	AC
2	Apuzeiro	<i>Ficus sp.</i>	Moraceae	AP
3	Bacurizeiro	<i>Platonia insignis.</i>	Clusiaceae	BA
4	Castanheira-de-macaco	<i>Couroupita guianenses</i>	Lecythydaceae	CM
5	Castanheira-sapucaia	<i>Lecythis Pisonis camb.</i>	Lecythydaceae	CS
6	Catauarizeiro	<i>Crataeva bentharii</i>	Capparaceae	CT
7	Cuieira	<i>Crescentia cuiete</i>	Bignoniaceae	CU
8	Embaubeira	<i>Cecropia sp</i>	Cecropiaceae	EM
9	Ingazeiro	<i>Inga edulis</i>	Fabaceae	IN
10	Jauarizeiro	<i>Astrocaryum jauari</i>	Arecaceae	JU
11	Jenipapeiro	<i>Genipa americana</i>	Rubiaceae	JN
12	Marizeiro-verde/Seroieira	<i>Piranhea trifoliata</i>	Euphorbiaceae	MV
13	Mungubeira	<i>Bombax munguba</i>	Bombaceae	MG
14	Paricazeiro	<i>Schizolobium amazonicum</i>	Leguminosae	PA
15	Pau-mulateiro	<i>Pentaclethra maculoba</i>	Fabaceae	PM
16	Sapupireira	<i>Andira inermis</i>	Fabaceae	SP
17	Socorozeiro	<i>Eugenia brachypoda</i>	Myrtaceae	SC
18	Tamanqueira	<i>Corallodendron fuscum</i>	Leguminosae	TM
19	Taperebazeiro	<i>Spondias mombin</i>	Anacardiaceae	TP
20	Taxizeiro	<i>Tachigalia paniculata</i>	Leguminosae	TX
21	Uruazeiro	<i>Cordia tetrandra</i>	Boraginaceae	UR

Tabela 2.3 – Freqüência de citação para formas de uso, finalidade de uso e consumidores-destino das espécies florestais indicadas pelos entrevistados.

Espécie	Formas de uso					Consumidor-destino				Finalidade de uso		
	FRU	FL	SEM	MAD	CAS	ARV	OUT	HUM	PEIX		AD	AS
Açazeiro	2			2	8	1		11	2			Alimento animal; medicinal: anti-inflamatório/cancer/diarréia; sombra
Apuzeiro	10	1					2	4	8	3	3	Alimento animal; medicinal: torção muscular
Bacurizeiro	16		2					16	13	9	15	Alimento e produção de mudas
Cast. macaco	12								2	11	6	Alimento animal
Cast. Sapucaia	16		3	3	3		1	16		4	4	Alimento; madeira; carvão; ouriço; artesanato
Catauarizeiro	17			1	6			2	17	3	2	Alimento animal; medicinal: picada de cobra, reumatismo
Cuieira	18							18		1		Alimento animal; utensílio doméstico
Embaúba	4	2				7	1	6	3	1	2	Medicinal: pressão alta; abortivo animal; marombas
Ingazeiro	15							13	3	4	4	Alimento
Jauarizeiro	10								10	3	2	Alimento animal
Jenipapeiro	18							18	4	15	12	Alimento; medicinal: anemia, icterícia
Mari verde/seroieira	7							7	1	2	3	Alimento animal
Mungubeira	14			2	3		9	12	15			Envira: fabricação de cordas, roupas típicas; adubo orgânico
Paricazeiro	1			13				13				Lenha e estaca; mudas
Pau mulateiro				15				15				Construção: pilar, esteio, estaca; lenha
Sapupireira	3	1		6	1	10		15	1	1	5	Alimento animal; medicinal: inflamação, vermífugo; sombra; lenha
Socorozeiro	14							9	14	7	3	Alimento animal
Tamanqueira				4		8		11				Lenha, estacas; sombra
Taperebazeiro	17				3			17	6	6	5	Alimento; medicinal: anti-inflamatório/cicatrizante/diarréia; sombra
Táxizeiro	1			16	3			17	1		1	Madeira; mudas
Uruá	14	1						1	14	3	6	Alimento animal

FRU- fruto; FL- folha; SEM- semente; MAD- madeira; CAS- casca; ARV- árvore; OUT- outras partes; HUM- humano; PEIX- peixe; AD- animal doméstico; AS- animal silvestre.

A análise de agrupamento baseada nas formas de uso (U) permitiu identificar quatro grupos de espécies florestais (Figura 2.2). Estes agrupamentos foram caracterizados pelas formas de uso, a partir de uma ordenação fatorial, a qual reduziu as frequências de uso a três componentes principais que explicaram cerca de 70% da variação global (Figura 2.3). No componente principal PCA-I, que explicou 28,7% da variação global dos dados, foram significativos os auto-vetores referentes a frequência de uso de frutos, sob orientação positiva, e árvore e madeira, sob orientação negativa. Já no PCA-II, que explicou 22,4% da variação global dos dados, foram significativos os auto-vetores referentes ao uso de folhas, com orientação positiva e de madeira, sob orientação negativa. No PCA-III, que explicou 19,3% da variação global dos dados, foram significativos os auto-vetores referentes a outros usos e casca, ambos com orientação positiva (Tabela 2.4).

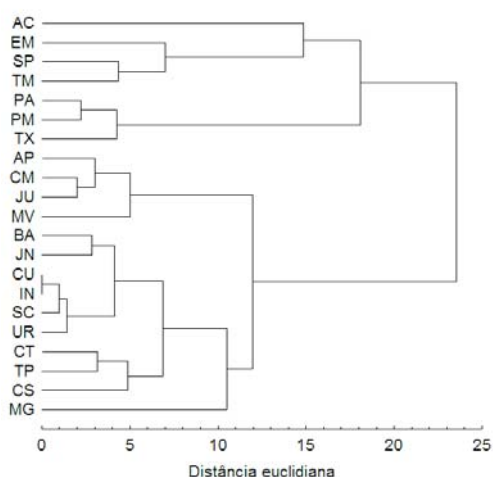


Figura 2.2 - Dendrograma de dissimilaridade entre as espécies assinaladas nas entrevistas estruturadas.

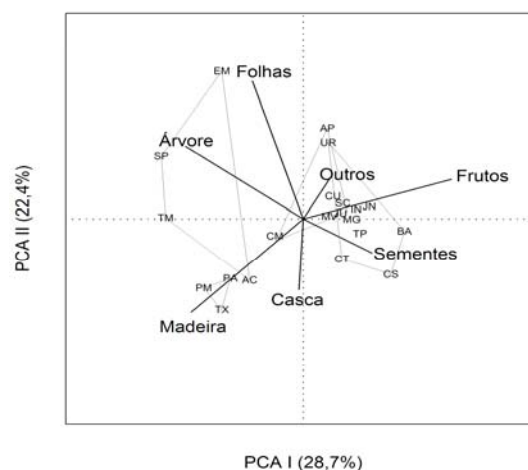


Figura 2.3 – Escores das espécies florestais, declaradas pelos ribeirinhos, obtidos em função da frequência relativa das formas de uso. PCA – análise de componentes principais.

\*Códigos com os nomes das espécies constam nas Tabela 2.2.

As análises de agrupamento (Figura 2.2) e componentes principais (Figura 2.3 e Tabela 2.4), realizadas mediante as informações declaradas pelos ribeirinhos, permitiram reunir as espécies florestais segundo as formas de uso (U) (Tabela 2.5).

Tabela 2.4 - Auto-valores, auto-vetores e escores das espécies florestais para a frequência de tipos de usos e de abundância nas comunidades.

		Formas de uso			Abundância	
		PCA I	PCA II	PCA III	PCA I	PCA II
Espécies	AC	-0,226	-0,300	0,270	0,174	-0,294
	AP	0,101	0,440	0,160	0,376	-0,216
	BA	0,426	-0,058	0,035	0,293	-0,039
	CT	0,163	-0,195	0,141	-0,413	0,101
	CM	0,185	0,036	-0,203	0,180	-0,232
	CS	0,369	-0,271	0,546	0,137	-0,037
	CU	0,223	0,047	-0,195	-0,026	-0,195
	EM	-0,343	0,716	0,210	-0,249	0,196
	IN	0,223	0,047	-0,195	0,224	0,055
	JU	0,157	0,027	-0,208	-0,161	0,239
	JN	0,257	0,058	-0,188	0,272	-0,018
	MV	0,110	0,013	-0,218	0,036	-0,430
	MG	0,204	-0,001	0,630	-0,413	0,101
	PA	-0,307	-0,291	-0,126	0,227	0,043
	PM	-0,419	-0,338	-0,136	0,158	0,043
	SP	-0,598	0,304	0,200	-0,413	0,101
	SC	0,211	0,044	-0,198	0,176	0,140
	TM	-0,580	0,007	-0,082	-0,289	-0,120
	TP	0,239	-0,071	0,020	-0,316	-0,080
	TX	-0,343	-0,445	0,098	0,143	0,145
UR	0,105	0,371	-0,098	-0,306	-0,094	
Auto-valores		2,01	1,57	1,35	1,98	0,87
Var (%)		28,70	22,36	19,29	65,88	28,92
Var (%) cum.		28,70	51,06	70,35	65,88	94,81
		Auto-vetores				
Abundância	Pequena				0,385	<b>-0,898</b>
	Média				<b>0,627</b>	<b>0,425</b>
	Grande				<b>-0,677</b>	-0,118
Formas de uso	Frutos	<b>0,624</b>	0,192	0,126		
	Folhas	-0,214	<b>0,666</b>	0,203		
	Sementes	0,289	-0,165	0,345		
	Madeira	<b>-0,472</b>	<b>-0,456</b>	0,218		
	Casca	-0,018	-0,346	<b>0,579</b>		
	Árvore	<b>-0,495</b>	0,351	0,194		
	Outros	0,116	0,203	<b>0,635</b>		

Onde: Valores em negrito  $|\lambda| \geq 0,40$ .

As espécies reunidas em  $U_1$  (açacuzeiro, embaubeira, sapupireira, tamanqueira) são espécies com uso representado pela árvore como um todo, com destaque para o uso da casca e madeira; no  $U_2$  (apuizeiro, castanheira-de-macaco, jauarizeiro, marizeiro-verde), espécies com uso basicamente de frutos; no  $U_3$  (paricazeiro, pau mulateiro, taxizeiro), espécies com uso representado predominantemente pela madeira; e no  $U_4$  (bacurizeiro, castanheira-sapucaia, catauarizeiro, cuieira, ingazeiro, jenipapeiro, mungubeira, socorozeiro, taperebazeiro, uruazeiro): espécies de múltiplo uso, mas com amplo predomínio para frutos.

Tabela 2.5 - Frequência média e extrema observada entre as espécies florestais constituintes dos agrupamentos relativos as formas de uso (U).

Agrupamentos de espécies	Formas de uso (U)						
	Frutos	Madeira	Casca	Folhas	Sementes	Árvore	Outros
U <sub>1</sub> : açacuzeiro, embaubeira, sapupireira, tamanqueira	3 [2-4]	4 [2-6]	6 [1-10]	2 [1-2]		7 [1-12]	1
U <sub>2</sub> : apuizeiro, castanheira-de-macaco, jauarizeiro, marizeiro-verde	10 [7-12]			1			2
U <sub>3</sub> : paricazeiro, pau mulateiro, taxizeiro	1	15 [13-16]	3 [3-3]				
U <sub>4</sub> : bacurizeiro, castanheira-sapucaia, catauarizeiro, cuieira, ingazeiro, jenipapeiro, mungubeira, socorozeiro, taperebazeiro, uruazeiro	16 [14-18]	2 [1-3]	4 [3-6]	1	3 [2-3]		5 [1-9]

Onde: Valores em [ ] – mínimo e máximo das frequências observadas entre as espécies constituintes dos agrupamentos.

As informações provenientes das entrevistas destacaram como consumidores-destino das espécies florestais elencadas pela pesquisa, os humanos, animais domésticos e silvestres e peixes. Além disso, foi identificada a finalidade de uso dessas espécies vinculada as diferentes formas de uso. Assim sendo, a partir da análise de agrupamento, obteve-se a classificação do consumidor-destino nos seguintes grupos (G): G<sub>1</sub> (ingazeiro, taperebazeiro, marizeiro-verde, castanheira-sapucaia, cuieira): são árvores de finalidade basicamente frutífera, de uso predominantemente humano; G<sub>2</sub> (bacurizeiro, socorozeiro, jenipapeiro): também frutíferas, porém de uso amplo, utilizadas com frequência por humanos, animais domésticos, silvestres e peixes; G<sub>3</sub> (catauarizeiro, uruazeiro, apuizeiro, jauarizeiro, mungubeira, castanheira-de-macaco): considerado um grupo de função ecológica, no qual as espécies florestais apresentaram maior frequência no consumo de frutos pelos animais silvestres e peixes; G<sub>4</sub> (embaubeira, sapupireira, tamanqueira, açacuzeiro): grupo com finalidade madeireira, de uso múltiplo, focada para uso da madeira e casca com destino humano; G<sub>5</sub> (paricazeiro, taxizeiro, pau mulateiro): espécies com enfoque madeireiro e uso específico por humanos (Tabela 2.6).





Outro resultado obtido pela pesquisa refere-se a abundância com que essas espécies ocorrem na região. Segundo o ponto de vista dos entrevistados, a intensidade de ocorrência das espécies florestais, mediante a análise de agrupamento, mostrou a existência de três grupos (Figura 3.4) e a ordenação fatorial da freqüência de classes de abundância resultou em dois agrupamentos por componentes principais (CPA) (Tabela 2.4). O primeiro, PCA-I, captou de 66% da variação global e é representado pelas espécies que apresentaram “grande” abundância (auto-vetores com orientação negativa) e “média” abundância (auto-vetores com orientação positiva) (Figura 2.5). Já o PCA-II, que captou 29% da variação global dos dados, apresentou espécies com “pequena” abundância (auto-vetores com orientação negativa) e “média” abundância (auto-vetores com orientação positiva).

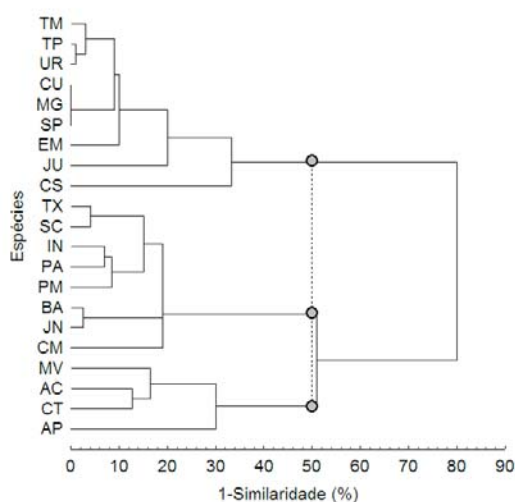


Figura 2.4 - Dendrograma de dissimilaridade entre as espécies florestais assinaladas nas entrevistas estruturadas.

\*Códigos com os nomes das espécies constam nas Tabela 2.2.

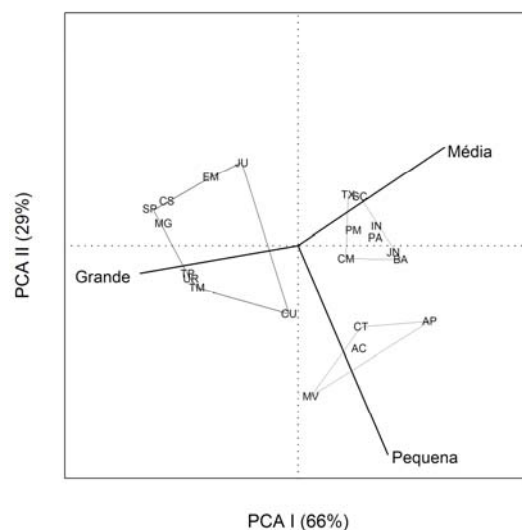


Figura 2.5 - Escores das espécies florestais obtidos em função da freqüência relativa das classes de abundância.

Baseado nas análises de agrupamento e componentes principais, a freqüência com que as espécies florestais ocorrem nas comunidades estudadas, sob a ótica dos entrevistados, apresentam predomínio de “grande” abundância, seguida da condição de “média” abundância, que juntas são declaradas por mais de 80% dos entrevistados (espécies dos grupos A<sub>2</sub> e A<sub>3</sub>) (Tabela 2.7). Entretanto, as espécies listadas no agrupamento A<sub>1</sub> são consideradas de pequena abundância por 38% dos ribeirinhos, ou seja, em algumas comunidades estudadas são pouco freqüentes.

Tabela 2.7 – Valores percentuais médios de abundância das espécies florestais declaradas pelos ribeirinhos relativos as suas comunidades.

Grupos de abundância	Espécies	Abundância das espécies (%)			
		Sem resposta	Pequena	Média	Grande
A <sub>1</sub>	Açacuzeiro, apuizeiro, catauarizeiro, marizeiro-verde	4	38	9	49
A <sub>2</sub>	Bacurizeiro, castanheira-de-macaco, ingazeiro, jenipapeiro, paricazeiro, pau mulateiro, socorozeiro, taxizeiro	2	18	41	39
A <sub>3</sub>	Castanheira-sapucaia, cuieira, embaubeira, jauarizeiro, mungubeira, tamanqueira, sapupireira, taperebazeiro, uruazeiro	0	7	8	85

## 2.4. DISCUSSÃO

O envolvimento de comunidades ribeirinhas na busca do conhecimento tradicional proporcionou aos produtores exercerem um papel ativo no processo de seleção das espécies para reflorestamento das áreas antropizadas (MONTES e WEBER, 1997; GARRAFIEL *et al.*, 1999; FRANKE *et al.*, 2000), de forma a aproveitar, ao máximo, os recursos locais existentes (PROJETO IARA, 1996).

As inúmeras informações dessa abordagem permitem identificar que, independente do universo de espécies florestais levantadas (21 no total), a forma de uso concentrou-se em dois segmentos: *frutíferas* (G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>, G<sub>3</sub>) para consumo humano e animal, e *madeireiro* (G<sub>4</sub>, G<sub>5</sub>), para usos múltiplos na propriedade rural (medicinal, lenha, instalações e outros) (Tabela 2.6).

O número expressivo de espécies frutíferas, citadas por mais de 70% dos entrevistados, vinculadas a alimentação humana (Tabela 2.3), fortalece a teoria de que árvores com esse fim são fundamentais para a sobrevivência dos ribeirinhos (SOUZA, 2008). Entretanto, a suplementação alimentar por essas espécies pode não ser explicitamente intencional, sugerindo que o aproveitamento mais intenso dessa fonte nutricional suplementar esteja relacionada com o baixo poder aquisitivo dessas populações (SEMEDO e BARBOSA, 2007), podendo-se supor também que a distância, a ineficiência e o custo do transporte rodofluvial dessas áreas até os centros urbanos dificulte a aquisição de outras fontes de alimento.

O jenipapo, declarado por todos os informantes como um fruto de importância local, é considerado uma excelente fonte alimentação suplementar pelo elevado valor nutricional, contendo 17,5% de ácido linoleico e 4,1% no balanceamento de Ômega-6 com Ômega-3 (COSTA, 2008). É uma espécie cuja árvore também é destacada por Salvador (1986) pela alta taxa de sobrevivência em terras inundáveis. O bacuri, do mesmo grupo do jenipapo, é uma fruta nativa da região amazônica e do nordeste do país, de uso popular é encontrada nas feiras livres. Sua polpa doce é utilizada “in natura” ou em sorvetes e sucos, tendo grande aceitação nas áreas de ocorrência natural da espécie. É um fruto apreciado pelos animais domésticos, silvestres e peixes.

Apesar da importância do jenipapo e do bacuri, essas espécies se apresentam com “média” abundância nas comunidades visitadas. Entretanto, há que se considerar que a ocorrência de poucas unidades de árvores frutíferas, normalmente localizadas em quintais e de uso doméstico, são suficientes para a manutenção das necessidades dos ribeirinhos.

Dubois (1996) identificou diversas espécies de uso não-medeireiro e de importância para populações ribeirinhas, além do jenipapo e bacuri, o ingá, castanha-sapucaia e taperebá, espécies também identificadas neste estudo.

De uso múltiplo e intenso pelas populações locais, as espécies do grupo G<sub>4</sub>, são muito utilizadas pela população local, segundo os entrevistados. A embaubeira, sapupireira e açacuzeiro destacam-se principalmente pelas propriedades medicinais. A embaubeira é utilizada pelos ribeirinhos como abortiva para animais, além de acelerar o trabalho de parto ao expulsar a placenta rapidamente (RAINTREE NUTRITION, 2004). A sapupireira é reconhecidamente um poderoso antihelmíntico (MARÍN e FLORES, 2003), muito utilizado na região. O açacuzeiro é considerado anti-inflamatório e antihelmíntico, cujo emprego exige muita cautela por sua ação tóxica (PLANTAMED, 2004).

Essas espécies, além da função medicinal, juntamente com a tamanqueira têm função madeireira. O açacuzeiro, sapupireira e tamanqueira tem seus troncos muito utilizados na construção de cercas, currais e obras leves e temporárias, para lenha (PROVARZEAS, 2008) e a árvore, muito apreciada por sua sombra. As espécies do grupo G<sub>4</sub> se apresentam, na região em estudo, em “grande” abundância, o que denota racionalidade no uso dessas espécies pelas populações locais.

O agrupamento de usos G<sub>5</sub> está focado para o uso da madeira do paricazeiro, pau mulateiro e taxizeiro, espécies cuja madeira é utilizada na propriedade para lenha, construção de currais, cercas, palhoças e outros. O taxizeiro é considerado uma alternativa sustentável para

a produção de lenha pelo rápido crescimento (SOUZA *et al.*, 2004). As espécies desse grupo apresentaram “média” abundância para a região estudada.

Vale ressaltar que segundo as informações coletadas, a exploração madeireira dessas espécies, pelos ribeirinhos, objetiva somente o uso na propriedade, sem fins comerciais, apesar de seu valor no mercado. Isso mostra claramente que o interesse dos ribeirinhos está focado em espécies arbóreas que forneçam produtos de uso múltiplo e que venham a satisfazer suas necessidades básicas de sobrevivência, sem demonstrar também grande interesse nas questões ecológicas, econômicas ou sociais.

De maneira geral, a ocorrência das espécies florestais nas áreas ribeirinhas pesquisadas, segundo os entrevistados, se apresentou de “grande” abundância. A maioria das espécies classificadas como de “pequena” abundância (Tabela 2.7), são destinadas a alimentação animal e medicina popular. Claro-Junior *et al.* (2004) destacam que redução na oferta de frutos, sementes e outras formas de matéria orgânica originada da floresta ocasiona mudanças nos hábitos alimentares dos peixes e animais silvestres, por constituírem sua cadeia alimentar.

Além disso, é importante lembrar que os animais podem atuar como agentes de dispersão de sementes contribuindo para a conservação da biodiversidade do ecossistema (AQUINO *et al.*, 2007). A dispersão de sementes biótica é um processo ecológico fundamental para a manutenção das florestas tropicais (SOUZA, 2002) pela integração planta e animal. Algumas espécies de peixes, como o tambaqui (*Colossoma macropomum*), são agentes dispersores importantes em ambientes inundáveis (SOUZA, 2002).

A abundância de uma espécie nas planícies fluviais pode estar relacionada a uma série de fatores, dentre os quais: taxa germinação das sementes e sobrevivência de mudas sob anoxia/hipoxia temporária, a eficiência dos dispersores, a forma de exploração desses recursos naturais pelas populações tradicionais e intensidade desses eventos.

## 2.5. CONCLUSÕES

As frutíferas, para alimento humano e animal, são as espécies florestais preferidas pelos ribeirinhos, seguidas pelas árvores com fins madeireiros;

A finalidade das espécies florestais declaradas pelas populações locais é restrita ao uso na propriedade;

A ocorrência da maioria das espécies florestais nas comunidades ribeirinhas pesquisadas, segundo os entrevistados, apresenta “grande” abundância.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMBIENTEBRASIL. **Etnobotânica**. Disponível em: <http://www.ambientebrasil.com.br/>. Acesso em: 13 jul. 2008.

AQUINO, F. de G.; WALTER, B. M. T.; RIBEIRO, J.F. Espécies vegetais de uso múltiplo em reservas legais de Cerrado – Balsas, MA. **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, n.1, p.147-149, 2007.

ARAÚJO, E.A. de, ROCHA, M.M.V. **Competência informacional**: perfil dos profissionais da informação - bibliotecário de instituições de ensino superior privado do município de João Pessoa–PB. Disponível em: [www.snbu2006.ufba.br/soac/viewpaper.php](http://www.snbu2006.ufba.br/soac/viewpaper.php). Acesso em: 29 mar. 2007.

ARRUDA, R. “Populações tradicionais” e a proteção dos recursos naturais em unidades de conservação. **Ambiente & Sociedade**, n.5, p.79-92, 1999.

BITTENCOURT, M.M.; AMADIO, S.A. Proposta para identificação rápida dos períodos hidrológicos em áreas de várzea do rio Solimões-Amazonas nas proximidades de Manaus. **Acta Amazônica**, v.37, n.2, p.303-308, 2007.

CANTO, O. do. **Várzea e varzeiros da Amazônia**. Belém, PA: MPEG, 2007. 167p. (Coleção Eduardo Galvão).

CLARO-JUNIOR, L., FERREIRA, E., ZUANON, J., ARAUJO-LIMA, C. O efeito da floresta alagada na alimentação de três espécies de peixes onívoros em lagos de várzea da Amazônia Central, Brasil. **Acta Amazônica**, v.34, n.1, p.133-137, 2004.

COSTA, P.A. da, **Sabores da beira do rio e da mata**. Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, 2008. Disponível em: <http://www.fea.unicamp.br/~site/index.php/documento/7>. Acesso em: 8 abr. 2008.

D’OLIVEIRA, M.V.N. **Regeneração natural de uma floresta de várzea explorada por método tradicional, no Paraná Abufarí no meio do rio Purús**. 1988. 75fl. Dissertação (Mestrado) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, AM.

DUBOIS, J.C.L. **Utilização do potencial extrativista das florestas amazônica: soluções encontradas pelo homem na Amazônia**. Rio de Janeiro, Universidade Federal Rural, 1996. 13p.

FALESI, I.C.; SILVA, B.N.R. da. **Ecosistemas de várzeas da região do Baixo Amazonas**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 1999. 75p.

FRANKE, I.L.; LUNZ, A.M.P.; AMARAL, E.F. **Metodologia para planejamento, implantação e monitoramento de sistemas agroflorestais**: um processo participativo. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000. 35p. (Embrapa Acre. Documentos, 49).

GARRAFIEL, D.R.; NOBRE, F.R.C.; DAIN, J. **Manual da metodologia PESA**: uma abordagem participativa. PESAGRE, Rio Branco, 1999. 33p.

GRENIER, L. **Conocimiento indígena**: guia paea el investigador. Ottawa: Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, 1999. Disponível em: <http://www.idrc.ca/openebooks/891-0/>. Acesso em: 19 abr. 2008.

HOMMA, A.K.O. **Amazônia**: meio ambiente e desenvolvimento agrícola. Brasília: Embrapa-SPI; Belém,PA: Embrapa-CPATU, 1998. 412p.

JOHNSON, R.A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis**. 4th Ed. New Jersey: Prentice Hall, 1998. 815p.

KOVACH, W.L. **MVSP: A multivariate statistical package for windows**, ver. 3.0. Pentraeth, Wales: Kovach Computing Services, 1998.

LBA Santarém. **Dados meteorológicos**. Santarém, 2002-2006. Disponível em: <ftp://boojum.asrc.cestm.albany.edu/pub/LBA/MetStat/Embrapa.daily.2002.dat>. Acesso em: 30 ago. 2006.

LIMA, D. **Desenvolvimento socioambiental nas várzeas dos rios Amazonas e Solimões**: perspectivas para o desenvolvimento da sustentabilidade. Manaus, 2005. 416p.

MANLY, B.F.J. **Multivariate statistical methods**: a primer. 2nd Ed. Ondon: Chapman & Hall, 1994. 215p.

MARÍN, W.A.; FLORES, E.M. **Andira inermis (W. Wright) Kunth ex DC**. Costa Rica. Disponível em: <http://www.rngr.net/Publications/ttsm/Folder.2003-07-11.4726/Andira%20inermis.pdf/file>. Acesso em: 18 jul.2008.

MONTES, C.S.; WEBER, J.C. Priorización de especies arbóreas para sistemas agroflorestales em la selva baja del Perú. **Agroforesteria en las Américas**, v.4, n. 14, p.12-17, 1997.

PLANTAMED. **Hura crepitans L. – Açacu**. Disponível em: [http://www.plantamed.com.br/plantaservas/especies/Hura\\_crepitans.htm](http://www.plantamed.com.br/plantaservas/especies/Hura_crepitans.htm). Acesso em: 3 jan. 2008.

PROJETO IARA. **Algumas considerações sobre a atual situação da mata ciliar na área do Projeto Iara**. Santarém, 1996. 24 p. mimeo.

PROVÁRZEAS. **Relatório síntese dos estudos estratégicos sobre os setores florestal e agropecuário**: manejo florestal da várzea. Manaus. Disponível em: [www.ibama.gov.br/provarzea/download.php?id\\_download=410](http://www.ibama.gov.br/provarzea/download.php?id_download=410). Acesso em: jul. 2008.

QUEIROZ, H.L.A reserva de desenvolvimento sustentável Mamirauá. **Estudos Avançados**, São Paulo, v.19, n.54, p. 183-202, 2005.

RAINTREE NUTRITION. **Ethnomedical Information on Embauba (Cecropia obtusifolia)**. Inc. Carson City, NV, 2004. Disponível em: <http://www.rain-tree.com/embauba-traditional-uses.pdf>. Acesso em: 10 jul.2008.

SALVADOR, J. do L.G. Comportamento de espécies florestais nativas em áreas de depleção de reservatórios. **IPEF**, n.33, p.73-78, 1996.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT**. user's guide. Version 6. 4th Ed. Cary, NC, 1990. v.2, 846 p.

SEMEDO, R.J. da C.G.; BARBOSA, R.I. Árvores frutíferas nos quintais urbanos de Boa Vista, Roraima, Amazônia brasileira. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 37, n. 4, p. 497-504, 2007.

SOUZA, L.L. de. Reserva Amanã a dispersão de sementes por animais ajuda na preservação das florestas. **O Macaqueiro**. n.15, p.1, 2002. Disponível em: [http://www.mamiraua.org.br/macaqueiro/art\\_manejo/n15.htm](http://www.mamiraua.org.br/macaqueiro/art_manejo/n15.htm). Acesso em: 28 jun. 2008.

SOUZA, de C.R.; LIMA, R.M.B. de; AZEVEDO, C.P. de; ROSSI, L.M.B. Seleção de espécies florestais para utilização em sistemas agroflorestais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 5., 2004. SAFs desenvolvimento com proteção ambiental: **Anais**, Curitiba: SBSAF, 2004.

SHEIL, D.; PURI, R.K.; BASUKI, I.; VAN HEIST, M.; WAN, M.; LISWANTI, N.; SARDJONO, M.A.; SAMSOEDIN, I.; SIDYASA, K.; PERMANA, E.; ANGI, E.M.; GATZWEILER, F.; JOHNSON, B.; WIJAYA, A. **Exploring biological diversity, environment and local people's perspectives in forest landscapes: methods for a multidisciplinary landscape assessment**. Jakarta: CIFOR, 2003. 106p.

SIQUEIRA, H.M. de. **Importância das plantas medicinais**. Disponível em: [http://www.ufes.br/~proex/arquivos/importancia\\_das\\_plantas\\_medicinais.pdf](http://www.ufes.br/~proex/arquivos/importancia_das_plantas_medicinais.pdf). Acesso em: 19 jul.2008.

STATSOFT INC. **STATISTICA. Data analysis software system**, version 5.5. 2001. Disponível em: [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com). Acesso em: 2 fev. 2007.



### **CAPÍTULO 3**

**FENOLOGIA DE AÇACU (*Hura creptains* L.) E SAPUPIRA (*Andira inermis* (W. WRIGHT) KUNTH EX DC) EM VÁRZEAS DO BAIXO AMAZONAS - PARÁ**

**RESUMO:** O presente estudo visou determinar padrões reprodutivos (floração, frutificação e disseminação de frutos) e vegetativos (desfolha e emissão de folhas novas) para as espécies arbóreas da floresta de várzea açacu (*Hura creptains* L.) e sapupira (*Andira inermis* (W. Wright) Kunth ex DC). Enfocou-se a sazonalidade imposta pela dinâmica do nível da água de rios amazônicos, visando a identificar o melhor período de coleta de sementes. O estudo foi realizado de 2004 a 2007, em várzeas banhadas pelo rio Amazonas e afluentes, no Baixo Amazonas, Pará. O padrão de sazonalidade esperado, dado pela inundação, não foi observado para o açacu, apenas para a sapupira. As duas espécies apresentaram a fenofase “frutos maduros” nos períodos de seca e transição seca-cheia, o que facilita o acesso aos locais de coleta de sementes, porém curto período de disseminação de sementes. Além disso, como perenifólias, são plantas sombreadoras.

**Palavras-chave:** Amazônia, várzea, espécies florestais nativas, fenologia.

**ABSTRACT:** This study aimed to determine reproductive (flowering and fruiting) and vegetative (defoliation and leaf flush) behavior of açacu (*Hura creptains* L.) and sapupira (*Andira inermis* (W. Wright) Kunth ex DC), tree species from floodplain forest areas. It was studied the seasonal dynamics imposed by the Amazon river water level to identify the best period for seeds collecting. The study was carried out from 2004 to 2007 in the floodplains under the influence of the Amazon River and tributaries in the lower Amazon region, state of Pará. The expected seasonal pattern was not observed for açacu. The species had to phenophase "ripe fruit" during periods of drought and drought-filled transition, which facilitates access to places of collecting seeds and a short period of fruit dispersion. Como perenifólias, são plantas sombreadoras.

**Key words:** Amazon, floodplain, forest native species, phenology.

### 3.1. INTRODUÇÃO

As florestas ciliares das planícies fluviais do Baixo Amazonas-Pará há muitos anos vêm sendo substituídas pela agricultura, primeiramente para o plantio da juta e, há mais de quatro décadas pela pecuária (HOMMA, 1998), de forma nociva ao ecossistema (GOULDING *et al.*, 1996; MARTÍNEZ, 2002). O manejo inadequado da pecuária ocasionado pelo sobrepastejo propiciou, gradativamente, a perda de biomassa vegetal e o desbarrancamento das áreas marginais. Paralelamente a isso, a ação erosiva da água dos rios nessas áreas contribuiu significativamente para o assoreamento dos cursos d'água (rios e lagos). Ocupações semelhantes com pecuária intensiva também foram identificadas por Gama e Fisch (2003) e consideradas áreas de “impacto ambiental”.

A fragmentação da floresta causa efeitos indiretos importantes sobre as espécies que restam através de mudanças em microclima e outras características do habitat, perda de indivíduos reprodutivos da população, além da modificação ou eliminação de relações ecológicas com outras espécies como polinizadores. Este processo de fragmentação é ainda mais preocupante pela impressão que cria da permanência de "floresta" na região, porém sem nenhuma garantia de que as espécies nativas e as funções ecológicas do ecossistema terão as condições necessárias para se manterem (RANKIN-DE-MERONA e ACKERLY, 1987)

A introdução de árvores em áreas ribeirinhas têm sido indicada para amenizar os impactos ambientais e proteger os cursos d'água auxiliando a evolução natural das florestas dessas áreas (VIETTO e CHIARABAGLIO, 2004).

O manejo e a recuperação dos ecossistemas devem contemplar a preocupação com a diversidade de espécies nativas ou adaptadas, buscando assegurar os mecanismos necessários para sua auto-renovação. Como o reflorestamento atua na proteção ambiental e estímulo a regeneração natural, talvez seja uma das mais importantes formas de monitorar e avaliar estas integrações seja por meio do acompanhamento da fenologia das espécies vegetais (GAMA e FISCH, 2003). Nesse sentido, os estudos fenológicos auxiliariam na compreensão da dinâmica das comunidades florestais, indicando as respostas desses organismos às peculiaridades do clima e do solo de áreas ribeirinhas.

A fase reprodutiva corresponde ao período da vida do vegetal mais suscetível às variações do ambiente (FISCH *et al.*, 2000). Em áreas alagáveis as fenofases vegetativas de algumas espécies arbóreas podem estar relacionadas à dinâmica do pulso de inundação. Neste caso, as mudanças ambientais impostas pelos ciclos de enchente e vazante são determinantes para a cronologia dos eventos fenológicos (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA

AMAZÔNIA, 1998) e para avaliar a disponibilidade de recursos florestais (madeireiro e não madeireiro) ao longo do ano (MORELLATO, 1995).

No reino vegetal os eventos fenológicos mais importantes são a floração e a frutificação, pois além de serem os principais mecanismos de perpetuação da espécie, são, também, importantes alvos de seleção natural (PIRES-O'BRIEN e O'BRIEN, 1995). O conhecimento desses eventos permite prever períodos de reprodução das plantas, seus ciclos de crescimento e outras características importantes para o manejo florestal (FOURNIER, 1974; 1976), possibilitando determinar estratégias de coleta de sementes e disponibilidade de frutos, o que influenciará a qualidade e quantidade da dispersão das sementes (MARIOT, MANTOVANI e REIS, 2003).

A importância dos padrões fenológicos das árvores florestais está ligada a genética das espécies. Por meio da sincronia de floração e frutificação pode-se inferir indiretamente que se indivíduos da mesma família, nascidos de um mesmo evento reprodutivo e, apresentando baixa sincronia, a genética teve pouca influência sobre evento fenológico (PIRES-O'BRIEN e O'BRIEN, 1995).

O açacu (*Hura creptans* L.) e a sapupira (*Andira inermis* (W. Wright) Kunth ex DC), espécies arbóreas que colonizam as áreas de várzea da região do Baixo Amazonas, são consideradas de uso múltiplo pelos ribeirinhos. Seus frutos são consumidos por peixes, a casca é utilizada na medicina popular, a madeira para pequenas obras e lenha e a árvore para sombra.

O açacu é uma *Euphorbiaceae*, arbórea de grande porte, de 30 a 40 m, DAP (diâmetro a altura do peito) médio de 1,20 m, podendo chegar a 2,70 m que se destaca como uma das mais frequentes espécies da floresta de várzea do Estado do Pará (GAMA *et al.*, 2005). A madeira não é de alta qualidade, mas é utilizada em construções básicas (CENTER FOR WOOD ANATOMY RESEARCH, 2007). A sapupira é uma árvore da família *Fabaceae*, frequentemente encontrada em florestas de áreas baixas. De crescimento rápido, a sapupira pode atingir 35 m de altura e DAP de 1,70 m e sua madeira é dura e pesada (MARÍN e FLORES, 2008). É uma espécie que se desenvolve melhor em terras baixas, periodicamente inundadas.

Portanto, além da importância ecológica para os ambientes de várzea, as espécies açacu e sapupira possuem grande potencial de uso por comunidades tradicionais da região do Baixo Amazonas. A relação existente entre as fenofases de árvores tropicais e a inundação é pobremente estudada (MAIA e PIEDADE, 2002) e a falta de informação fenológica é, em parte, responsável pelos erros no uso das terras nos trópicos (FOURNIER, 1976).

Este estudo objetivou caracterizar a fenologia reprodutiva e vegetativa das espécies arbóreas açacu (*Hura creptans* L.) e sapupira (*Andira inermis* (W. Wright) Kunth ex DC), influenciada pelas inundações periódicas em áreas de várzeas amazônicas, de forma a identificar o melhor período de coleta de sementes.

### 3.2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado de agosto de 2004 a abril de 2007, em várzeas banhadas pelo rio Amazonas e afluentes, na microrregião de confluência dos municípios de Santarém, Monte Alegre e Prainha, na região do Baixo Amazonas, Pará. A temperatura média anual da região é de 28°C, a umidade relativa do ar varia entre 78 a 85%, a velocidade média do vento é de 2 km/h e a precipitação pluvial média de 2.000 mm (LBA SANTAREM, 2007). No período de 1930 a 2007, a média mensal do nível das águas do rio Amazonas variou de -0,55 m (fase seca, 97% concentrada nos meses de outubro e novembro) a 7,79 m (fase cheia, 86% concentrada nos meses de maio e junho), segundo o relatório da Agência Nacional de Águas-ANA (2007). A dinâmica do nível da água dos rios é identificada nesta pesquisa pelas fases denominadas de: seca, transição seca-cheia, cheia e transição cheia-seca.

As observações fenológicas foram realizadas mensalmente (FOURNIER, 1975) em 10 indivíduos de açacu e 14 de sapupira e anotadas em fichas fenológicas. As anotações enfocaram as fenofases relacionadas à: (i) dinâmica foliar - (i.a) queda e (i.b) surgimento foliar; a (ii) reprodução - (ii.a) surgimento de botão floral, (ii.b) floração e (ii.c) frutificação, englobando frutos verdes e maduros e (iii) dispersão, representada pela disseminação de frutos.

Durante o período de estudo, no pico das cheias (abril, maio e junho), houve interrupção das observações fenológicas em função da dificuldade de acesso às áreas de coleta de informações.

Para a assinalação da presença ou ausência da fenofase em um dado intervalo de tempo, foi utilizada a abordagem do índice de atividade. A adotando-se essa escala por ser qualitativa em uma escala individual e quantitativa em uma escala populacional (BENCKE e MORELATTO, 2002).

Séries temporais discretas de cada uma das respostas fenológicas foram construídas, considerando-se o dia juliano em que as avaliações foram conduzidas. A associação entre os eventos fenológicos e o nível do rio foi determinada por meio da correlação de Spearman. Também foi obtida uma medida de sincronia populacional, tomando-se como base uma

medida de sincronia individual (PIRES-O'BRIEN e O'BRIEN, 1995), a qual foi relacionada com a duração das fenofases a fim de definir as estratégias ecológicas das espécies, bem como o tempo de disponibilidade de sementes para uso nos sistemas de reflorestamento a serem propostos para a região. O índice de sincronia da população é considerado perfeito, pela metodologia proposta, quando é igual a 1. As análises foram conduzidas com auxílio da planilha eletrônica Excel e do pacote estatístico STATISTICA 5.5 (SAS INSTITUTE, 1990; STATSOFT INC. STATISTICA, 2001).

### 3.3. RESULTADOS

As duas espécies (açacu e sapupira) apresentaram padrão de fenologia anual (PIRES-O'BRIEN e O'BRIEN, 1995). Para o açacu, a maior frequência relativa de ocorrência das fenofases de botão floral e floração foi registrada entre os meses de agosto e março, compreendendo as fases de transição cheia-seca, seca e transição seca-cheia do nível dos rios (Figura 3.1a). Embora o aparecimento de botão floral e floração tenham sido relativamente constantes para o açacu, ocorreu diminuição na porcentagem de indivíduos apresentando essas fenofases nas duas fases de transição do nível da água dos rios.

Na frutificação de açacu, a pesquisa identificou que as fenofases frutos verdes e frutos maduros ocorreram de agosto a abril (fases: transição cheia-seca, seca, transição seca-cheia e cheia). Dessa forma, esta espécie não apresentou sazonalidade em relação ao nível do rio em nenhuma das fenofases estudadas (Figura 3.1b).

Para a sapupira, as fenofases de botão floral e floração ocorreram de agosto a dezembro, fase de transição cheia-seca e seca (Figura 3.2a). Já a frutificação, ocorreu entre setembro-março (fase seca e transição seca-cheia) (Figura 3.2b) com padrão sazonal para esses eventos quando relacionados a inundação das várzeas. Em ambas as espécies houve redução no percentual de indivíduos apresentando frutos maduros em relação aos verdes (Figuras 3.2 e 3.4).

O açacu e a sapupira apresentaram características de árvores perenifolias, com substituição gradativa anual das folhas. A renovação do dossel foi um evento contínuo em ambas as espécies, caracterizada pela presença constante das fenofases: folhas maduras, novas e desprendimento foliar (Figuras 3.1c e 3.2c).

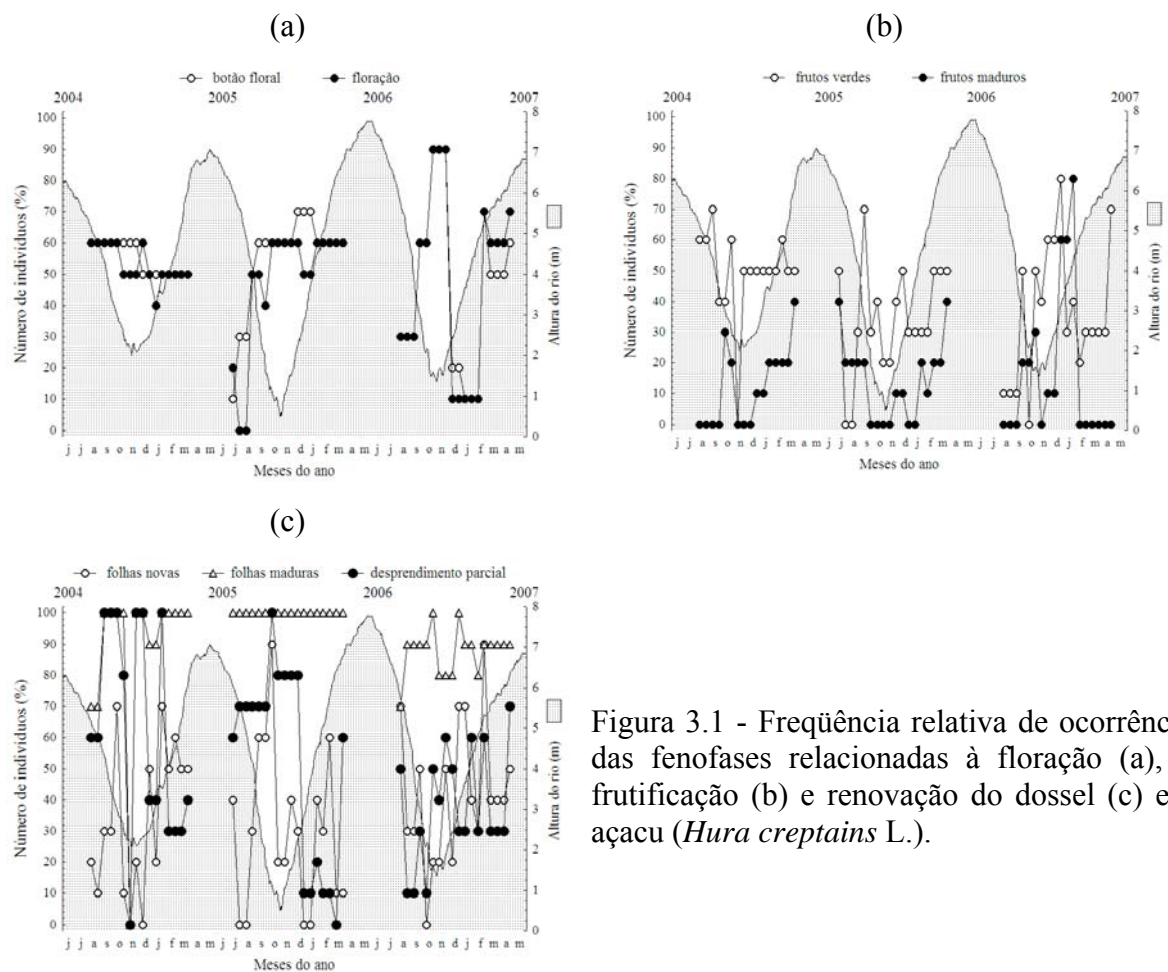


Figura 3.1 - Frequência relativa de ocorrência das fenofases relacionadas à floração (a), a frutificação (b) e renovação do dossel (c) em açacu (*Hura creptans* L.).

A duração das fenofases do açacu foi maior em 2005 do que em 2006, excetuando-se na floração e frutificação (frutos maduros) que mantiveram-se inalteradas e a disseminação que aumentou (Tabela 3.1). Para a sapupira foi observada redução, no mesmo período, das fenofases folhas novas e desprendimento parcial, aumento da floração, frutos maduros e disseminação e inalteração de botão floral e frutos verdes (Tabela 3.2).

Para ambas as espécies, a sincronia populacional dos eventos manteve-se baixa no período em estudo, excetuando-se para folhas maduras que apresentou alta sincronia (Tabelas 3.1 e 3.2).

Considerando-se a expressão “de pelo menos 25% da população” e os ciclos de enchente dos rios, o açacu e sapupira apresentaram a fenofase “frutos maduros” somente no período de seca e transição seca-cheia.

A disseminação dos frutos de ambas as espécies ocorreu em um período muito curto (Tabelas 3.1 e 3.2).

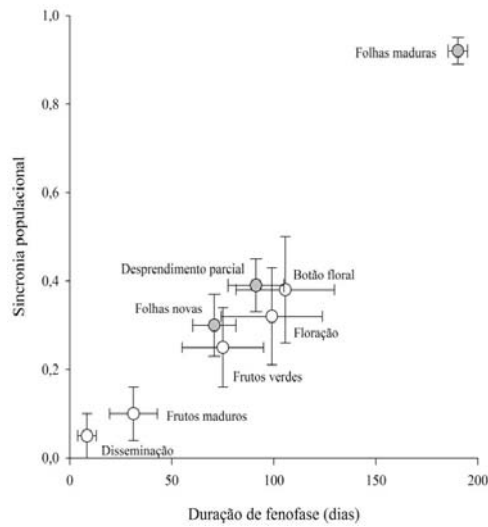


Figura 3.2 - Duração das fenofases e sincronia populacional de açacu (*Hura creptans* L.), em área de várzea do Baixo Amazonas, Pará.

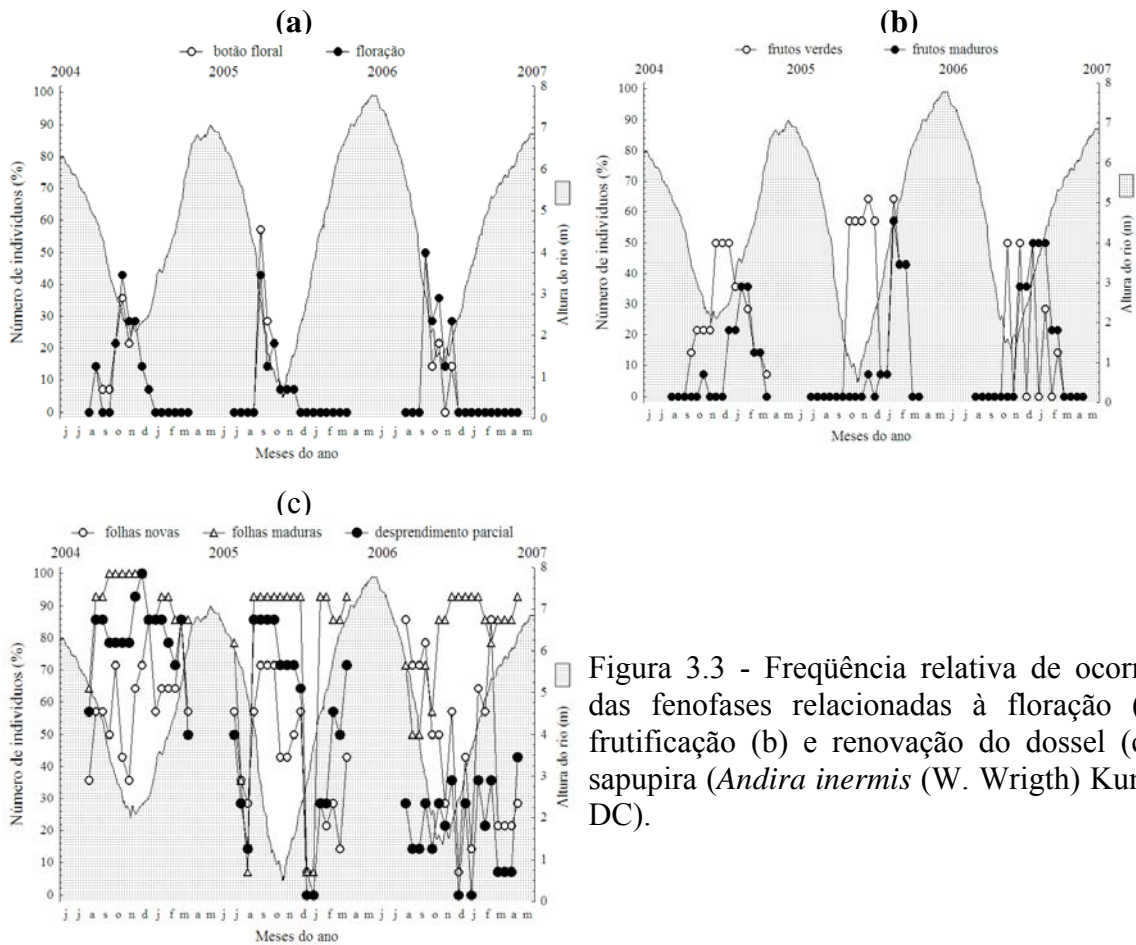


Figura 3.3 - Frequência relativa de ocorrência das fenofases relacionadas à floração (a), a frutificação (b) e renovação do dossel (c) em sapupira (*Andira inermis* (W. Wright) Kunth ex DC).



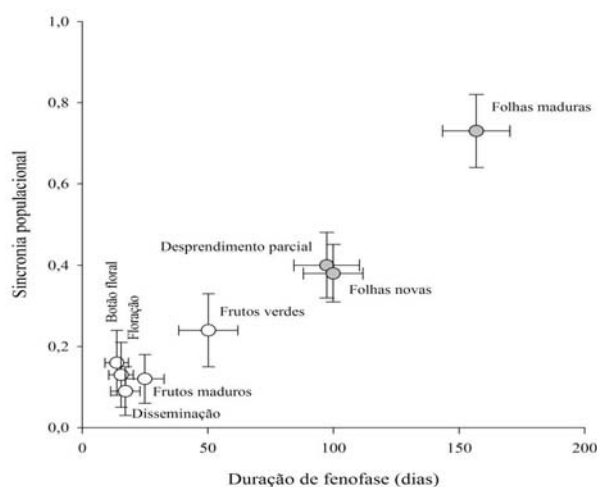


Figura 3.4 - Duração das fenofases e sincronia populacional de sapupira (*Andira inermis* (W. Wrigth) Kunth ex DC) em várzea do Baixo Amazonas, Pará.

Tabela 3.1 - Valores médios, desvios padrões e extremos de duração das fenofases e sincronia populacional de açacu (*Hura creptains* L.), em dois ciclos completos de avaliação em área de várzea do Baixo Amazonas, Pará

Fenofases	Duração da fenofase (dias)			Sincronia populacional		
	2005	2006		2005	2006	
Folhas maduras	216±0	164±28	**	0,99±0,02	0,85±0,17	n.s.
Folhas novas	80±33	61±31	**	0,32±0,22	0,27±0,20	n.s.
Desprendimento parcial	130±46	53±36	**	0,52±0,19	0,26±0,16	n.s.
Botão floral	113±85	98±60	**	0,29±0,37	0,47±0,37	n.s.
Floração	102±91	96±58	n.s.	0,23±0,32	0,41±0,34	n.s.
Frutos verdes	80±76	70±44	*	0,22±0,27	0,27±0,27	n.s.
Frutos maduros	31±42	31±28	n.s.	0,07±0,18	0,13±0,20	n.s.
Disseminação	6±15	11±12	*	0	0,11±0,27	n.s.

Onde: n.s. – não significativo; \* - significativo ( $p < 0,05$ ); \*\* - altamente significativo ( $p < 0,01$ ).

Tabela 3.2 - Valores médios, desvios padrões e extremos de duração das fenofases e sincronia populacional de sapupira (*Andira inermis* (W. Wright) Kunth ex DC), em dois ciclos completos de avaliação em área de várzea do Baixo Amazonas, Pará

Fenofases	Duração da fenofase (dias)			Sincronia populacional		
	2005	2006		2005	2006	
Folhas maduras	168±49 (0-192)	146±48 (0-192)	**	0,77±0,33	0,69±0,3	n.s.
Folhas novas	118±51 (0-180)	81±35 (0-132)	**	0,39±0,27	0,36±0,25	n.s.
Desprendimento parcial	141±50 (0-180)	54±44 (0-156)	**	0,57±0,3	0,24±0,25	n.s.
Botão floral	15±20 (0-72)	12±13 (0-36)	n.s.	0,19±0,33	0,13±0,26	n.s.
Floração	12±14 (0-48)	19±21 (0-60)	**	0,14±0,32	0,13±0,24	n.s.
Frutos verdes	52±47 (0-120)	48±39 (0-96)	n.s.	0,23±0,32	0,24±0,31	n.s.
Frutos maduros	17±26 (0-72)	33±29 (0-72)	**	0,05±0,16	0,19±0,28	n.s.
Disseminação	13±21 (0-60)	21±21 (0-48)	**	0,04±0,15	0,14±0,27	n.s.

Onde: n.s. – não significativo; \*\* - altamente significativo ( $p < 0,01$ ).

### 3.4. DISCUSSÃO

O conhecimento do padrão de floração e frutificação das espécies florestais é importante para monitorar árvores consideradas como recursos genéticos, pois informam sobre a melhor época do ano para a coleta de sementes (PIRES-O'BRIEN e O'BRIEN, 1995). Pelo fato da floração e frutificação de açacu não apresentarem padrão sazonal relacionado ao nível dos rios, ocorrendo durante todos os meses monitorados pela presente pesquisa, a floração é considerada “contínua”, segundo a classificação de Newstrom *et al.* (1994). E a presença de frutos ao longo do ano sugere que o ambiente oferece condições pouco restritivas para o desenvolvimento da espécie (SAN-MARTIN-GAJARDO e MORELLATO, 2003).

Entretanto, a sapupira mostrou sazonalidade para a floração numa relação positiva no período de refluxo do nível das águas dos rios. Newstrom (1994) reporta baixa frequência de floração para esta espécie em áreas inundáveis. Sazonalidade também foi identificada para a frutificação durante o período seco e início da elevação do nível das águas. Em florestas tropicais, a floração e frutificação (AGUIAR, 2001) tendem a iniciar mediante baixas precipitações e umidades relativas. Schongart *et al.* (2002) identificaram *Triplaris surinamensis* como a única espécie estudada na várzea que apresentou frutos maduros somente na fase seca. Jansen (1967) supõe que muitas árvores de regiões baixas floram (HAUGAASEN e PERES, 2005) e frutificam no período seco para melhor utilizar os agentes de polinização e dispersão; hipótese corroborada por Fournier (1976).

Tanto para o açacu como para a sapupira, a redução significativa na duração da maioria das fenofases do ano de 2005 em relação a 2006 (Tabelas 3.1 e 3.2) pode estar relacionada as

flutuações no hidroperíodo. O menor nível da água dos rios, em 2005 (Figuras 3.1 e 3.2) no período seco, pode ter proporcionado condições favoráveis à maior duração das fenofases folhas maduras, folhas novas, desprendimento parcial e emissão de botão floral, considerando que a enchente que se seguiu, em 2006, foi a mais intensa do período em estudo. Particularmente no caso de planícies fluviais, variações no hidroperíodo são ecologicamente significantes, podendo se refletir em sua estrutura e função (INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS, 2008).

A menor duração da fenofase frutos maduros comparada com frutos verdes, em ambas as espécies estudadas, pode estar relacionada a remoção dos frutos imaturos por animais frugívoros, associada ao amplo intervalo (mensal) entre as observações adotado pela metodologia (SAN-MARTIN-GAJARDO e MORELLATO, 2003). As fenofases de curta duração podem não ser detectadas quando as observações ocorrem em intervalos de tempo mais longos. San-Martin-Gajardo e Morellato (2003) acrescentam ainda que a redução na intensidade de um evento fenológico mediante fatores climáticos impactantes é comumente encontrada em diversas espécies.

O padrão contínuo de renovação do dossel ou fase vegetativa apresentado pelas duas espécies corrobora com as observações de Schongart *et al.* (2002) em que a queda foliar nas florestas tropicais é quase sempre um evento contínuo e acaba passando despercebido porque as árvores mudam suas folhas à medida que folhas novas vão sendo emitidas.

A emissão de folhas novas continuamente pelas espécies estudadas, segundo Dias e Oliveira-Filho (1996), reflete a existência de grupos de indivíduos sincrônicos que revezam assincronicamente a reposição foliar, de forma que sempre existam indivíduos nesta fenofase (Figura 4.4). A alta sincronia populacional e a ampla duração da fenofase folhas maduras das espécies açacu e sapupira retemem a considerar que essas árvores dispõem de sombreamento durante o ano todo. O sombreamento pode ser considerado um fator benéfico se na interação com outras culturas objetivar a redução do estresse pelo excesso luminoso de forma a conservar o solo e a água, principalmente (NAIR, 1993)

Com os resultados obtidos nesta pesquisa, é possível realizar uma previsão bem sucedida de eventos fenológicos relacionados as flutuações do hidroperíodo fornecendo subsídios para a gestão adequada da biodiversidade na região.

### 3.5. CONCLUSÕES

A espécie sapupira apresentou sazonalidade dos eventos fenológicos associada as flutuações do hidroperíodo;

Níveis mais altos da lâmina d'água dos rios, no período de cheia, diminui a duração da maioria das fenofases das espécies estudadas;

O açacu e a sapupira apresentam a fenofase “frutos maduros” nos períodos de seca e transição seca- cheia, facilitando o acesso até os locais de coleta de sementes;

O curto período de disseminação de frutos e a assincronia entre os indivíduos para as duas espécies estudadas podem tornar-se fatores limitantes à coleta de sementes;

Como perenifólias, o açacu e sapupira são espécies sombreadoras durante todos os meses do ano.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, F.F.A. Fenologia do pau-brasil (*Caesalpinia rchinata* Lam.) em Moji-Guaçu, SP. **Revista Ecosystema**. v. 26, n.1 p.107-112, 2001.

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **HidroWeb**. Sistema de Informações Hidrológicas. Brasília, 2007. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br/>. Acesso em: nov. 2007.

BENCKE, C.S.C.; MORELATTO, P. C. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 25, n.3, p.269-275, 2002.

CENTER FOR WOOD ANATOMY RESEARCH. **Wood properties**. Disponível em: <http://www2.fpl.fs.fed.us>. Acesso em: jun. 2007.

DIAS, H.C.T.; OLIVEIRA-FILHO, A.T. de. Fenologia de quatro espécies arbóreas de uma floresta estacional semidecídua Montana em Lavras, MG. **Cerne**. v. 2, n.1, 1996. Disponível em: <http://www.dcf.ufla.br/cerne/rev-v2n1-1996.htm>. Acesso em: jan. 2008.

FISCH, S.T.V.; NOGUEIRA JUNIOR, L.R.; MANTOVANI, W. Fenologia reprodutiva de *Euterpe edulis* Mart. Na mata Atlântica (Reserva Ecológica do Trabiju, Pindamonhangaba-SP). **Biociências**, v.6, n. 2, p. 31-38, 2000. Disponível em: <http://www.unitau.com.br/scripts/prppg/biocienc/index.htm>. Acesso em: 28 abr. 2008.

FOURNIER, L.A. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. **Turrialba**, v.24, n.1, p. 422-423, 1974.

FOURNIER, L. A.; CHARPANTIER, C. El tamaño de la amostra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales. **Turrialba**, v.25, n.1, p. 45-483, 1975.

FOURNIER, L. A. Observaciones fenológicas en el bosque húmedo de pre-montano de San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. **Turrialba**, v.26, n.1, p.54-59, 1976.

GAMA, F. L. de A.; FISCH, S. T. V. Fenologia de espécies arbóreas de áreas de recuperação da vegetação ciliar do córrego Alambari – São José dos Campos/SP. Taubaté: Departamento de Biologia da Universidade de Taubaté, 2003. 12 p.

GAMA, J.R.V.; SOUZA, A.L. de; MARTINS, S.V.; SOUZA; D.R. de. Comparação entre florestas de várzea e de terra firme do Estado do Pará. **Rev. Árvore**. v.29, n.4, p.607-616, 2005.

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

HAUGAASEN, J.; PERES, C.A. Tree phenology in adjacent Amazonian flooded and unflooded forests. **Biotropica**, v.37, n.4, p. 620-630, 2005.

HOMMA, A.K.O. **Amazônia**: meio ambiente e desenvolvimento agrícola. Brasília, DF: Embrapa-SPI; Belém, PA: Embrapa-CPATU, 1998. 412p.

INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS. Clima e recursos hídricos. Porto Alegre, 2007. Disponível em: <http://galileu.iph.ufrgs.br/collischonn/ClimaRH/principal.htm>. Acesso em: 10 fev. 2008.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA, Manaus, AM. Influência do pulso de cheias e vazantes na dinâmica ecológica de áreas inundáveis. In: BRASIL. Ministério de Ciência e Tecnologia. Programa Piloto para Proteção das Florestas Tropicais do Brasil. **Relatório de resultados**. Manaus, 1998. p.425-446. Disponível em: <ftp.mct.gov.br/prog/ppg7/projetos/0986.htm>. Acesso em: 18 set. 2007.

JANSEN, D.H. Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America **Evolution**, v. 21, n.3, p. 620-637, 1967.

LBA Santarém. **Dados meteorológicos**. Santarém, 2002-2006. Disponível em: <ftp://boojum.asrc.cestm.albany.edu/pub/LBA/MetStat/Embrapa.daily.2002.dat>. Acesso em: 30 ago. 2006.

MAIA, L.A.; PIEDADE, M.T.F. Influência do pulso de inundação na fenologia foliar e conteúdo de clorofila em duas espécies de floresta de igapó da Amazônia Central, Brasil. **Acta Amazônica**, v.32, n.1, p.55-64, 2002.

MARÍN, W.A.; FLORES, E.M. *Andira inermis* (W. Wrigth) Kunth ex DC. In: The RNGR Team. **Tropical tree seed manual**. Part II. Disponível em: [www.rngr.net/publications/ttsn](http://www.rngr.net/publications/ttsn). Acesso em: 2 jan. 2008.

MARIOT, A.; MANTOVANI, A.; REIS, M.S. dos. Uso e conservação de *Piper cernuum* Vell. (Piperaceae) na Mata Atlântica: fenologia reprodutiva e dispersão de sementes. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 5, n. 2, p.1-10, 2003.

MARTÍNEZ, G.B. **Conflitos na várzea**: o caso da criação de búfalos no Baixo Amazonas. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 2002. 27p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 131).

MORELLATO, L.P.C. As estações do ano na floresta. In: MORELLATO, L.P.C.; LEITÃO FILHO, H.F. Ed. **Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana**: Reserva de Santa Genebra. Campinas: UNICAMP, 1995, p.37-41.

NEWSTROM, L.E.; FRANKIE, G.W.; BAKER, H.G. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest at La Selva, Costa Rica. **Biotropica**, v. 26, n. 2, p.141-159, 1994.

PIRES-O'BRIEN, M.J.; O'BRIEN, C.M. **Ecologia e modelamento de florestas tropicais**. Belém, PA: FCAP, 1995. 40p.

RANKIN-DE-MERONA, J.; ACKERLY, D.D. Estudos populacionais de árvores em florestas fragmentadas e as implicações para conservação in situ das mesmas na floresta tropical da Amazônia Central. Manaus. **IPEF**, n.35, p.47-59, 1987.

SAN MARTIN-GAJARDO, I.; MORELLATO, L.P.C. Fenologia de espécies *Rubiaceae* do sub-bosque em floresta Atlântica no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.26, n.3, p.299-309, 2003.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT**. user's guide. Version 6. 4th Ed. Cary, NC, 1990. v. 2, 846 p.

SCHONGART, J.; PIEDADE, M.T.F.; LUDWIGSHAUSEN, S.; HORNA, V.; WORBES, M. Phenology and stem-growth periodicity of tree species in Amazonian floodplain forests. **Journal of Tropical Ecology**, v.18, p.581-597, 2002.

STATSOFT INC. STATISTICA. **Data analysis software system**, version 5.5. 2001. Disponível em: [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com). Acesso em: 2 fev. 2008.

VIETTO, L.; CHIARABAGLIO, P.M. Restoration of floodplain woodlands with native Poplars (*Populus nigra* and *Populus alba*) in Italy: some case studies on the Po river. In: EUROPEAN CONFERENCE ON RIVER RESTORATION, 3, 2004, Croatia. **Anais...** Croatia: 2004, p.375-381.

## **CAPÍTULO 4**

**RESPOSTAS MORFOFISIOLÓGICAS DE PLÂNTULAS DE AÇACU  
(*Hura crepitans* L.) E SAPUPIRA (*Andira inermis* (W. WRIGHT) KUNTH  
EX DC), SOB ALAGAMENTO, PROVENIENTES DE VÁRZEAS DO RIO  
AMAZONAS**



**RESUMO:** Com o objetivo de avaliar respostas morfofisiológicas de açacu (*Hura crepitans* (W. Wright) Kunth ex DC) e sapupira (*Andira inermis* L.) sob anoxia do solo, em diferentes idades e períodos de inundação, plântulas de 90 e 120 dias de idade, foram cultivadas em vasos e submetidas a inundação do solo por 10, 20 e 30 dias. O estudo identificou que os indivíduos de ambas espécies desenvolveram mecanismos adaptativos envolvendo estruturas morfológicas como lenticelas hipertróficas e raízes adventícias e comportamento fisiológico as quais propiciaram certa tolerância a anoxia. A respostas das plantas ao excesso de água no solo incluíram inibição no crescimento vegetativo, clorose, senescência e até mortalidade das plântulas. O estresse hídrico compromete a viabilidade das plântulas de 90 dias de idade de açacu e sapupira. As plântulas de açacu são mais tolerantes ao alagamento que as de sapupira.

**Palavras-chave:** Amazônia, várzea, tolerância a anoxia, biomassa.

**ABSTRACT:** To evaluate the responses of açacu (*Hura crepitans* L) and sapupira (*Andira inermis* (W. Wright) Kunth ex DC) to soil flooding at different ages and flooding periods, 90 and 120-day-old seedlings were grown in pots, under flooded and well-drained conditions for 10, 20 and 30 days. Both species developed adaptive mechanisms of tolerance to flooding. Nevertheless, flooded plants showed chlorosis, senescence and even plant mortality. The water stress undermines the viability of the seedlings of 90 days of age of açacu and sapupira. Seedlings of açacu are more tolerant to flooding than those of sapupira.

**Key words:** Amazon, floodplain, forest, anoxy, biomass.

#### 4.1. INTRODUÇÃO

O regime de inundação das várzeas do rio Amazonas e afluentes é anual, alternando um período de enchente e outro de vazante. A variação nos regimes de inundação é um importante fator de manutenção da diversidade das espécies em uma comunidade de plantas (POLLOCK *et al.*, 1998; KOZLOWSKI, 1984; VERVUREN *et al.*, 2003).

A inundação do solo provoca diminuição da troca gasosa entre o solo e o ar devido a baixa difusão do oxigênio na água. Além disso, as altas temperaturas que ocorrem na região propiciam maior consumo de oxigênio pelas raízes, fauna do solo e microrganismos (TAIZ e ZEIGER, 2004), ocasionando o surgimento de gases como nitrogênio, carbônico, hidrogênio e amônia. Outros compostos podem surgir e atingir níveis tóxicos às plantas, comprometendo a germinação das sementes e o desenvolvimento das plantas (FERREIRA *et al.*, 2005).

Segundo Benincasa (1984), em princípio, a água em excesso no solo pode provocar modificações em sua forma e estrutura. A concentração interna de O<sub>2</sub> em plantas aclimatadas ou não, decresce drasticamente sob condição de anoxia somente se a água estiver estagnada (LENSSSEN *et al.*, 2004). As plantas que se desenvolvem em solos sujeitos a alagamento se beneficiam da ação de mecanismos adaptativos envolvendo estruturas que propiciam tolerância das plantas a esses ambientes. As respostas a inundação podem variar intensamente de acordo com as espécies e sua constituição genética e duração da inundação (ROGGE *et al.*, 1998). Por exemplo, o desenvolvimento de plantas arbóreas é afetado adversamente pela inundação do solo em poucas semanas, principalmente na fase de desenvolvimento (KOZLOWSKI, 1984).

Dessa forma, a riqueza, a diversidade e o estoque de biomassa da floresta de várzea são menores que na terra firme, devido às limitações de adaptação da vegetação ao regime de inundação (GAMA *et al.*, 2005). Além disso, a distribuição das espécies nos ecossistemas em geral são determinadas, dentre outros fatores, pela sucessão de ocorrência dos eventos naturais causadores de distúrbios (VERVUREN *et al.*, 2003), como a inundação em áreas ribeirinhas.

Grande número de espécies, nativas ou introduzidas, se desenvolve nas várzeas do Baixo Amazonas e muitas delas são utilizadas diretamente para consumo pela população local ou tem função ecológica, tornando-se importantes componentes desse ecossistema. Dentre essas espécies, encontram-se o açacu (*Hura crepitans* L) e a sapupira (*Andira inermis* (W. Wrigth) Kunth ex DC) as quais mostram ter capacidade de sobrevivência e desenvolvimento em regime anual de inundação.

O açacu é uma *Euphorbiaceae* arbórea de grande porte, que se destaca como uma das mais frequentes espécies da floresta de várzea do Estado do Pará (GAMA *et al.*, 2005). A madeira é usada em obras internas, artesanatos, utensílios de madeira (caixotes e tamancos) e suas propriedades medicinais concentram-se em inseticida e vomícida. A sapupira é uma árvore da família *Fabaceae* (alt. Leguminosae), freqüentemente encontrada em florestas de áreas baixas, apresenta crescimento rápido, podendo chegar a 35 m de altura e 1,70 m de diâmetro a altura do peito (DAP). Sua madeira é forte e densa (MARÍN e FLORES, 2008) e é utilizada pelos ribeirinhos amazônicos principalmente como lenha; a casca como medicamento para o tratamento de diarreias e verminoses e a árvore para sombra.

Não foram encontrados estudos sobre o comportamento dessas espécies sob condição de estresse hídrico. Entretanto, há conhecimento empírico sobre sua capacidade de sobrevivência em ambientes inundados, fato que permite pressupor que ocorram alterações morfofisiológicas que amenizam os efeitos da redução de O<sub>2</sub> no solo. O entendimento sobre como ocorrem os danos às plantas e os mecanismos de adaptação a deficiência de oxigênio são de importância ecológica, econômica (VARTAPETIAN e JACKSON, 1997) e social. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar as respostas morfofisiológicas de plântulas das espécies açacu e sapupira cultivadas em vasos sob inundação do solo, em diferentes idades e tempos de inundação.

#### 4.2. MATERIAL E MÉTODOS

Sementes de açacu (*Hura crepitans* L) e a sapupira (*Andira inermis* (W. Wrigth) Kunth ex DC) foram coletadas em áreas de várzea banhadas pelo rio Amazonas e afluentes na microrregião de confluência dos municípios de Santarém, Prainha e Monte Alegre no Baixo Amazonas, localizado no quadrante composto pelas coordenadas 02° 20' S a 02° 30' S e 53° 15' W a 54° 30' W. A pesquisa foi realizada em casa-de-vegetação do Laboratório de Nutrição Vegetal da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém-Pará. As sementes foram semeadas em vasos plásticos de 6 quilos aproximadamente 15 dias após sua colheita na floresta.

Foram utilizadas 72 plântulas de cada espécie, distribuídas em oito tratamentos, sendo duas idades (90 e 120 dias) e quatro períodos de alagamento (0, 10, 20 e 30 dias). Os tratamentos foram aplicados em três repetições, cada unidade amostral foi composta de três plântulas. A lâmina de água para a inundação foi de aproximadamente quatro centímetros e seu nível mantido diariamente para compensar as perdas por evapotranspiração. As plântulas

não inundadas foram irrigadas diariamente. A drenagem dos vasos foi realizada mediante uma perfuração no fundo, bloqueada por saco plástico durante o período de inundação. Após a drenagem, as plântulas foram mantidas no local e irrigadas, quando necessário, até o término do experimento que ocorreu 60 dias após sua implantação.

A cada 10 dias foram coletados dados dos indicadores de crescimento das plântulas, altura (do coleto até a parte mais alta da plântula), diâmetro do coleto (a 5 cm do solo), número de folhas e folíolos, folíolos por folha e o comprimento e largura de duas folhas que determinam a área foliar de cada plântula a ser ajustada pelo fato de correção. Esse fator foi obtido pela relação direta entre uma área e peso conhecidos (papel) e o peso de recortes, do mesmo material, de diversas folhas das plântulas. No final do experimento as plântulas foram cortadas para cálculo de biomassa seca (total e frações da folha, caule e raiz). As alterações morfológicas observadas nas plantas inundadas foram anotadas diariamente.

A influência do alagamento sobre os indicadores de crescimento das plântulas (altura, diâmetro do caule, área foliar, número de folhas e folíolos e folíolos por folha) das duas espécies foi verificada por meio de análise de variância com medidas repetidas, dada a significância dos efeitos a ordenação univariada dos valores médios foi obtida por meio do teste de Duncan. Tanto para a análise de variância, quanto para o teste de comparação múltipla foi adotado o nível de significância de 5% ( $\alpha=0,05$ ). Ressalta-se que no caso do modelo de análise de variância com medidas repetidas no tempo, adotaram-se as correções de graus de liberdade de Greenhouse-Geisser (G-G) e Huynh-Feldt (H-F) (GLM SAS).

Os valores finais das avaliações de crescimento foram ordenados por meio da técnica multivariada de análise de fatores (*factor analysis*), utilizando os componentes principais como métodos de extração. A regra de Kaiser foi adotada para determinação dos auto-valores e um limiar de  $|\lambda| \geq 0,50$  para os auto-vetores (MANLY, 1994; JOHNSON e WICHERN, 1998). Os escores obtidos na análise de fatores para cada um dos componentes foram testados por meio de uma análise de variância sob estrutura fatorial, sendo que as estruturas dos níveis conjugados de idade das plantas e tempo de alagamento foram evidenciados, graficamente, por meio da técnica de envoltório convexo (*convex hull*).

Para classificar as plântulas em função de sua maturidade fisiológica e condição de anoxia foi conduzida uma análise de agrupamento (*cluster analysis*), utilizando todos os indicadores de crescimento (altura, diâmetro do coleto, número de folhas e área foliar da planta) e a fim de polarizar as variáveis em grupos de maior discriminância e buscando a ordenação dos tratamentos, foi aplicada uma Análise de Componentes Principais, identificando as variáveis mais importantes no espaço de cada componente principal (CPA).

A fitomassa acumulada ao final do experimento, bem como seu fracionamento e o incremento desta ao longo do experimento, foram testados por meio de análise de variância sob estrutura fatorial. Os valores médios dos níveis de cada efeito foram testados por meio do teste de comparação múltipla de Duncan. Tanto para o modelo de análise de variância, quanto para o teste de comparação múltipla foi adotado o nível de significância de 5% ( $\alpha=0,05$ ).

O efeito da inundação sobre os parâmetros morfológicos das plântulas foi estimado por meio de uma análise multivariada de Mahalanobis (D2) para grupamentos arranjados em: ausência de alagamento; alagamento de plântulas de 120 dias de idade e alagamento de plântulas de 90 dias de idade.

Todas as análises foram conduzidas com o auxílio da planilha eletrônica Excel e dos pacotes estatísticos SAS System ® e STATISTICA 5.5 © (SAS INSTITUTE, 1990; STATSOFT INC. STATISTICA, 2001).

#### 4.3. RESULTADOS

Os resultados obtidos referem-se a parâmetros morfofisiológicos que, no conjunto, caracterizam o aspecto comportamental de cada espécie quando submetida à inundação temporária do solo. Dessa forma, permitindo indicar, comparativamente, a espécie que apresenta maior tolerância a esse estresse.

Todas as plântulas de açacu sobreviveram a inundação do solo, enquanto que as de sapupira foram mais sensíveis, com taxa de mortalidade de 22% (Tabela 4.1).

Tabela 4.1 - Mortalidade de plântulas de sapupira de 90 e 120 dias de idades sob alagamento do solo.

Tempo de inundação (dias)	Mortalidade de plântulas (%)	
	Idade das plântulas	
	90 dias	120 dias
10	6	3
20	11	0
30	17	8

Para ambas as espécies, a partir da primeira observação, décimo dia de alagamento do solo, houve o aparecimento de clorose, senescência foliar e a formação de lenticelas hipertróficas e raízes adventícias na base do caule. Para o açacu houve abscisão das folhas mais velhas. O desenvolvimento de lenticelas hipertróficas foi evidenciado em todos os

indivíduos de sapupira, independente da idade e em 17,33% dos indivíduos de açacu com 90 dias e em 67,83% dos indivíduos com 120 dias de idade., bem como de raízes adventícias (sapupira: 83-100% das plântulas de 90 dias e de 33-100% das plântulas de 120 dias; açacu: 17% das plântulas de 90 dias e de 33-67% das plântulas de 120 dias). Essas variações ocorreram em função do tempo de inundação e as estruturas regrediram após a drenagem do solo. Em sapupira, também foi observada epinastia dos folíolos seguida de senescência foliar ocorrida em 89% nas plântulas de 90 dias e em 33% das de 120 dias de idade.

A análise de altura das plântulas de açacu mostrou diminuição na taxa de crescimento diário (Incremento Médio de Altura – IMA) para os indivíduos com 90 dias de idade, a partir do décimo dia de inundação, I.M.A.= 0,2-0,4 cm.dia<sup>-1</sup> comparando com sem alagamento: I.M.A.= 0,7 cm.dia<sup>-1</sup>, perdurando por mais tempo nos indivíduos mantidos sob condição de anoxia. Em todas as plântulas dessa idade, aproximadamente dez dias após a drenagem da água, o crescimento normalizou-se (sob alagamento: I.M.A.= 0,4-0,6 cm.dia<sup>-1</sup>). As plântulas de açacu com 120 dias de idade não apresentaram alteração no seu crescimento em altura sob alagamento, independente do tempo de inundação (Figura 4.1a).

A altura das plântulas de sapupira foi influenciada pela idade ( $p < 0,01$ ). Sob alagamento, em todos os intervalos de tempo, o incremento médio de altura foi maior nas plantas com 120 dias (I.M.A.: 0,76-0,82 cm.dia<sup>-1</sup>) em relação as de 90 dias de idade (I.M.A.: 0,54-0,56 cm.dia<sup>-1</sup>) (Figura 4.2a).

O diâmetro do coleto, independente da espécie, não sofreu interferência do alagamento, diferenças significativas relacionadas a idade das plantas foram detectadas. Entretanto, ao final do experimento o açacu apresentou diâmetro do coleto entre I.M.A.:0,013 - 0,015 cm para plântulas de 90 dias e de 0,020 – 0,022 cm para 120 dias (Figura 4.1b).

A inundação reduziu o saldo de folhas. Para as de 90 dias, a partir do 20º dia de inundação, com maior impacto no 40º dia após a inundação (sem alagamento: 16 folhas; sob alagamento: 6-11 folhas) e para as de 120 dias, a partir do 30º dia (sem alagamento: 20 folhas; sob alagamento: 15-18 folhas), acentuando-se nas plantas que permaneceram por mais tempo sob condição de alagamento do solo (Figura 4.1c). A senescência seguida de abscisão foliar nas plântulas de 90 dias, ocasionada pela inundação, chegou a aproximadamente 50% no tratamento de 30 dias de alagamento, ao final do estudo (sem alagamento: 20 folhas; sob alagamento: 10 folhas) e cerca de 40% nas plantas de 120 dias (sem alagamento: 24 folhas; sob alagamento: 14-16 folhas). As plântulas de sapupira sob inundação apresentaram estabilidade no saldo de folhas e folíolos durante o estudo, porém, com diferença significativa entre as idades das plântulas ao final do experimento. Essa diferença é expressa por maior

número de folhas e folíolos nas plântulas de 120 dias (10-13 folhasplântula<sup>-1</sup> e 85-98 folíolosplântula<sup>-1</sup>) em relação as de 90 dias (06 folhasplântula<sup>-1</sup> e 38-41 folíolosplântula<sup>-1</sup>) (Figuras 4.2c e 4.2d).

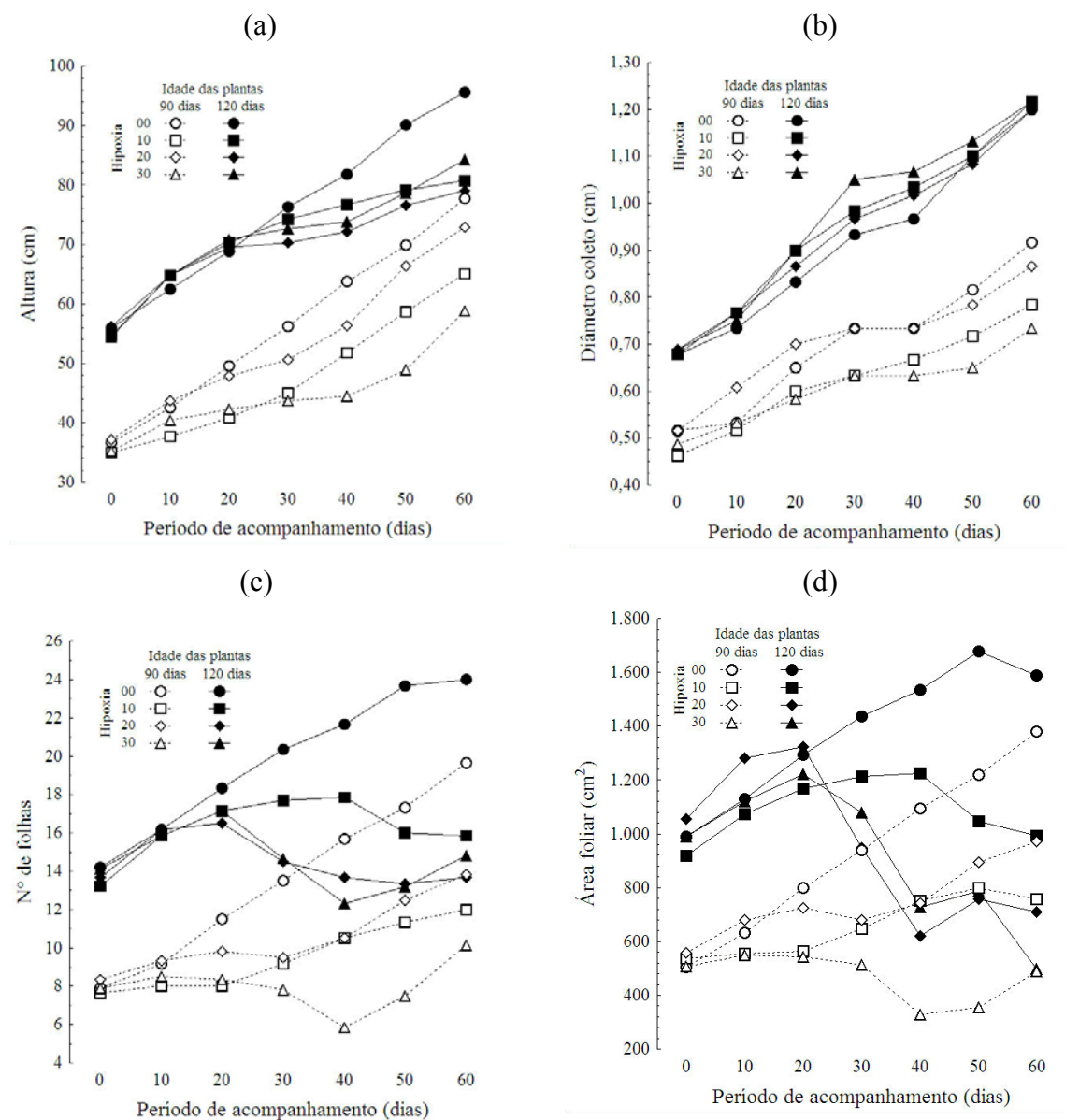


Figura 4.1 - Valores médios de (a) altura, (b) diâmetro do coleto, (c) número de folhas e (d) área foliar das plantas de açacu, em diferentes períodos de anoxia, em função da idade das plantas, ao longo da avaliação do ensaio.

A partir do 20º dia de inundação, detectou-se redução da área foliar das plantas de açacu (Figura 4.1d), em plântulas de 90 dias, na ordem de 9-32% (sem alagamento: 798 cm<sup>2</sup>; sob alagamento: 542-726 cm<sup>2</sup>). Entretanto, 10 dias após a drenagem do solo, para cada tempo de inundação, observou-se seu restabelecimento em relação as plântulas sem inundação. Nas plântulas de 120 dias, a redução da área foliar das plantas foi gradativa e ocorreram somente a partir do 30º dia após a inundação com redução de 16-34% (sem alagamento: 1436 cm<sup>2</sup>; sob alagamento: 947–1.213 cm<sup>2</sup>) e ao final do experimento, entre 38-69% (sem alagamento: 1.589 cm<sup>2</sup>; sob alagamento: 498-991 cm<sup>2</sup>). A área foliar da sapupira, nos indivíduos da mesma idade, não foi influenciada pela inundação, porém, variou entre as plântulas de diferentes idades: 90 dias (1.387-1.401 cm<sup>2</sup>) e 120 dias (2.615-3.521 cm<sup>2</sup>) ao final do experimento (Figura 4.2e).

Para verificar a similaridade entre as condições de maturidade fisiológica de plântulas de açacu e sapupira sob anoxia em função de todos os indicadores de crescimento (altura, diâmetro do coleto, número de folhas e área foliar das plantas), utilizou-se a análise de agrupamento (*cluster analysis*). Para o açacu observou-se três agrupamentos, sendo: (i) plântulas sem alagamento, (ii) plântulas sob alagamento com 120 dias; e (iii) plântulas sob alagamento com 90 dias (Figura 4.3). Para a sapupira, a análise também indicou três agrupamentos, sendo: (i) plântulas com 90 dias sob alagamento; (ii) plântulas com 120 dias sob o máximo de alagamento; e (iii) plântulas com 120 dias sob até 20 dias de alagamento + ausência de alagamento em 90 e 120 dias (Figura 4.4).

A partir do estabelecimento dos agrupamentos, evidenciados na análise de agrupamento, foi possível determinar os valores médios dos indicadores de crescimento das espécies estudadas. Dessa forma, para as plântulas de açacu tem-se: *sem alagamento* (altura - 85,36 cm; diâmetro do coleto - 1,05 cm; número de folhas - 22,27, área foliar da planta - 1.569,65 cm<sup>2</sup>); *alagado 90 dias* (altura - 65,61 cm; diâmetro do coleto - 0,79 cm; número de folhas - 12,00, área foliar da planta - 736,44 cm<sup>2</sup>); *alagado 120 dias* (altura - 81,31 cm; diâmetro do coleto - 1,21 cm, número de folhas - 14,78; área foliar da planta - 750,08 cm<sup>2</sup>).



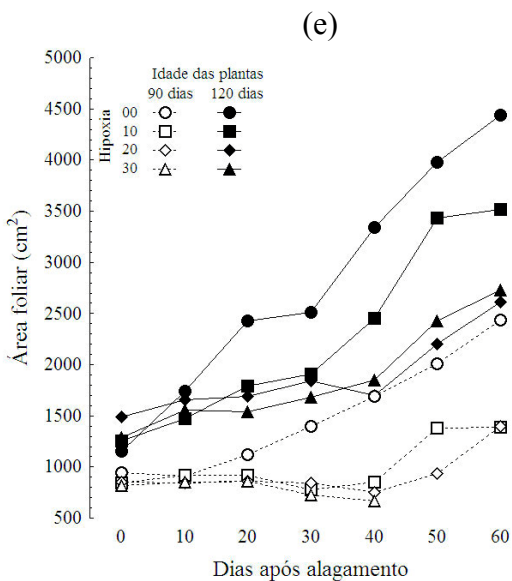
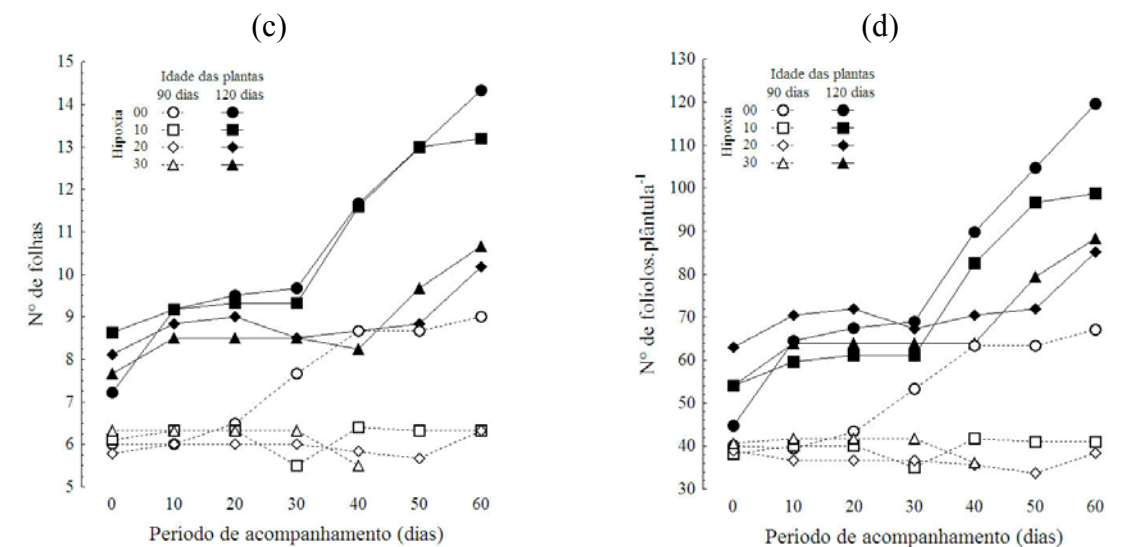
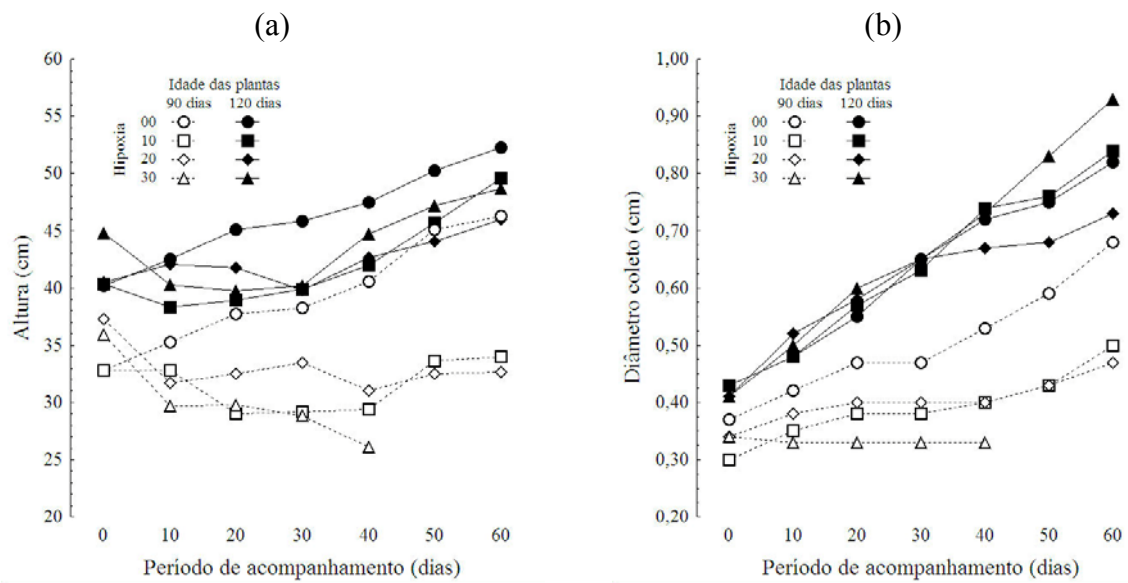


Figura 4.2 - Valores médios de (a) altura, (b) diâmetro do coleto, (c) número de folhas, (d) número de folíolos/plântula e (e) área foliar das plantas de sapupira, em diferentes períodos de anoxia, em função da idade das plantas, ao longo do período de avaliação do ensaio.

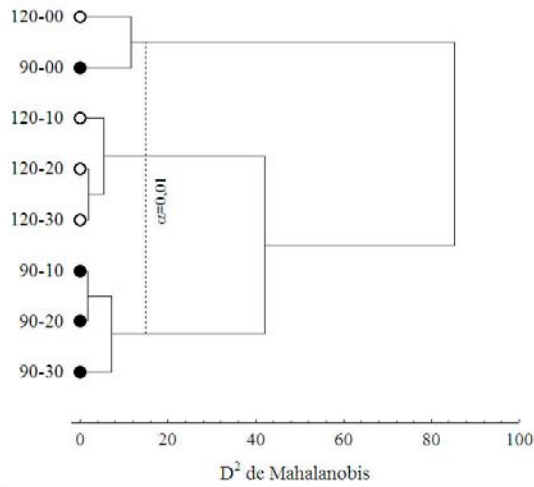


Figura 4.3 - Dendrograma de dissimilaridade entre as diferentes condições de maturidade fisiológica do açacu sob anoxia.

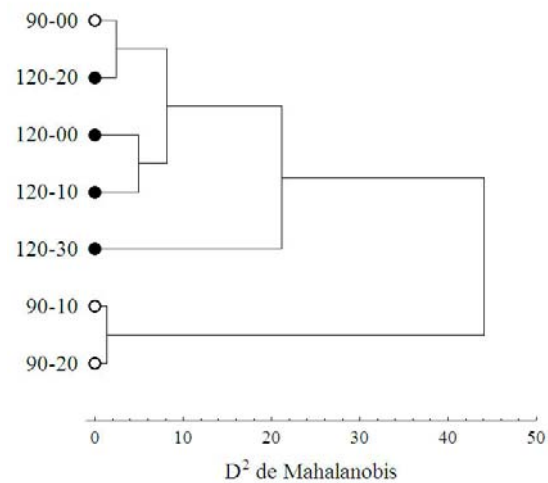


Figura 4.4 - Dendrograma de dissimilaridade entre as diferentes condições de maturidade fisiológica de sapupira sob anoxia.

Para as plântulas de sapupira tem-se: *plântulas de 90 dias sob alagamento* (altura – 33,33 cm; diâmetro do coleto – 0,48 cm; número de folhas – 6,33; número de folíolos – 39,67; área foliar da planta – 1.391,88 cm<sup>2</sup>); *plântulas de 120 dias sob o máximo de alagamento* (altura – 48,67 cm; diâmetro do coleto – 0,93 cm; número de folhas – 10,67; número de folíolos – 88,33; área foliar da planta – 2.728,83 cm<sup>2</sup>); *plântulas de 120 dias sob até 20 dias de alagamento + ausência de alagamento em 90 dias* (altura – 48,50 cm; diâmetro do coleto – 0,77 cm; número de folhas – 11,61; número de folíolos – 92,39; área foliar da planta – 3.270,34 cm<sup>2</sup>).

Pela análise fatorial (*factor analysis*) do açacu, foram extraídos dois componentes principais, os quais captaram cerca de 89% da variação global (Tabela 4.2). O CPA-I apresentou as variáveis altura e número de folhas, com significância ( $|\lambda|>0,50$ ) e ambas com orientação positiva, representando cerca de 68% da variação global. O CPA-II apresentou, com significância ( $|\lambda|>0,50$ ), as variáveis diâmetro do coleto, com orientação negativa e área foliar das plantas, com orientação positiva, abrangendo cerca de 21% da variação global.

A ordenação proposta para a sapupira, com base na análise fatorial, reduziu as variáveis a três componentes principais, contemplando cerca de 95% da variação global (Tabela 4.2). No componente principal CPA-I, o qual representou cerca de 73% da variação global, foi observada significância ( $|\lambda|>0,60$ ) em todas as variáveis, as quais apresentaram orientação negativa. O CPA-II, o qual representou cerca de 13% da variação global, somente a razão entre o número de folíolos por folha apresentou significância ( $|\lambda|>0,60$ ), sendo que esta variável teve orientação positiva. Já o CPA-III, o qual representou cerca de 10% da variação global, não apresentou nenhuma variável com significância ( $|\lambda|\leq 0,60$ ).

A partir dos valores dos escores (Tabela 4.2) foi possível evidenciar a seguinte ocorrência para o açacu: (i) redução tanto do componente de porte da planta (altura e diâmetro do coleto), quanto dos componentes de atividade fotossintética (número de folhas e área foliar da planta), nas plantas alagadas com 90 dias; (ii) manutenção exclusiva do componente porte da planta e também redução nos componentes da atividade fotossintética, nas plantas alagadas com 120 dias; e (iii) manutenção do componente porte da planta e incremento do componente atividade fotossintética, nas plantas sem alagamento (Figura 4.5). E para sapupira, foi possível evidenciar que: (i) as plântulas de 90 dias apresentaram redução em todos os indicadores de crescimento, sejam estes de desenvolvimento das plântulas ou de atividade fotossintética; (ii) plântulas de 120 dias e as não inundadas mantiveram inalteradas a maioria das características de desenvolvimento e de atividade fotossintética (Figura 4.6).

Tabela 4.2 - Análise de Componentes Principais (CPA) para o açúcar e sapupira - autovalores e auto-vetores das variáveis consideradas na ordenação fatorial.

Variáveis	Açacu		Sapupira		
	CPA-I	CPA-II	CPA-I	CPA-II	CPA-III
Altura (ALT)	<b>0,526</b>	-0,368	<b>-0,86</b>	-0,28	-0,34
Diâmetro do coleto (DIA)	0,482	<b>-0,532</b>	<b>-0,87</b>	-0,25	-0,33
Número de folhas (NF)	<b>0,554</b>	0,253	<b>-0,91</b>	0,04	0,39
Número de folíolos (NFL)	0	0	<b>-0,92</b>	0,27	0,28
Número de folíolos/folha (FF)	0	0	<b>-0,63</b>	<b>0,70</b>	-0,30
Área foliar da planta (AF)	0,430	<b>0,719</b>	<b>-0,89</b>	-0,30	0,18
Autovalores	2,709	0,849	4,36	0,80	0,58
Variação (%)	67,7	21,2	72,62	13,31	9,58
Variação (%) acum.	67,7	88,9	72,62	85,93	95,51

Onde: Valores em negrito – auto-vetores significativos ( $|\lambda| \geq 0,50$  para açúcar e  $|\lambda| \geq 0,60$  para sapupira).

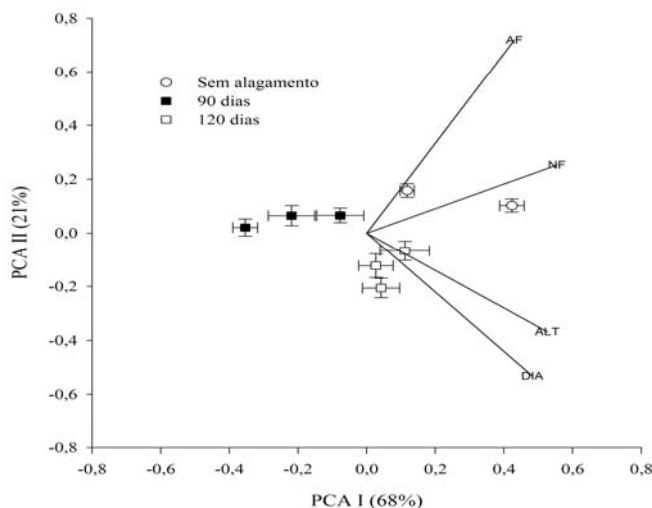


Figura 4.5 - Disposição dos escores médios e erro padrão obtidos na análise de componentes principais, para os indicadores de crescimento açúcar ao final do estudo. Onde: AF- área foliar; NF- número de folhas; ALT- altura da planta; DIA- diâmetro do caule.

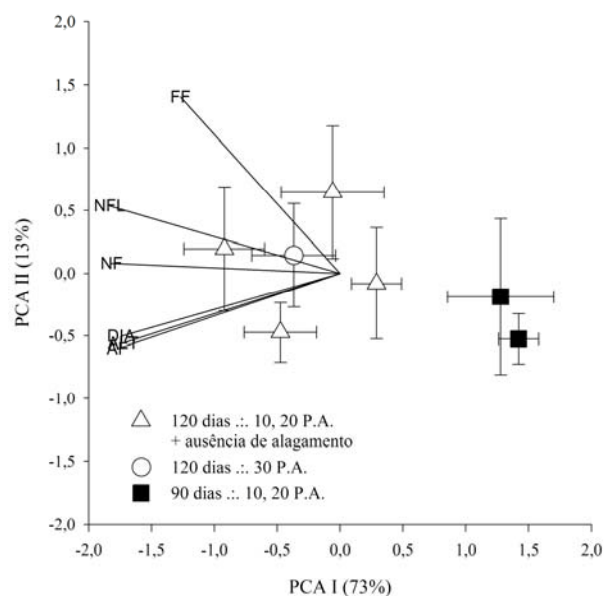


Figura 4.6 - Disposição dos escores médios e erro padrão obtidos na análise fatorial, para os indicadores de crescimento de sapupira ao final do estudo.

A fração de biomassa de folhas de açacu, nas plântulas de 120 dias, em condições de estresse hídrico mais severo (30 dias sob alagamento do solo: 14,5%), foi menor quando comparada a ausência de alagamento (20,6%). Nas plântulas de 90 dias, a fração de biomassa de folhas correspondeu a 13,9-17,9% da fitomassa total, representando um padrão de alocação equivalente para os diferentes tempos de inundação. Equivalência também encontrada nas frações de fitomassa alocada para o caule de açacu, tanto nas plantas de 120 dias (médias: 47,7-51,5%) quanto nas de 90 dias de idade (48,4-53,9%).

A inundação provocou aumento da fração de fitomassa de raízes de açacu em ambas idades de maturação fisiológica estudadas. A fração média de raiz na ausência de alagamento foi 28,2% da fitomassa total das plântulas, independente da idade, e sob alagamento, varia de 34,0 a 37,7%, conforme o tempo de alagamento, para plântulas de 90 dias e de 34,1 a 36,5% para plântulas de 120 dias. Apesar do aumento na alocação de fitomassa nas raízes das plântulas inundadas, o volume radicular das plântulas de açacu de 90 dias reduziu na ordem de 24-40% (sem alagamento: 724,66 cm<sup>3</sup>; sob alagamento: 432,01-546,28 cm<sup>3</sup>), mantendo-se inalterado para as plântulas de 120 dias de idade.

A inundação também conduziu a redução da fitomassa total, de 20-54%, das plântulas de açacu de 90 dias de idade, ao final do experimento (sem alagamento: 37,81 g; sob alagamento: 17,89-29,88 g). Entretanto, no caso das plântulas de 120 dias, observou-se equivalência entre as condições de presença e ausência de alagamento, seja com relação a

fitomassa total (5,91-43,46g) ou com o volume radicular (728,14-866,08cm<sup>3</sup>). Esses resultados evidenciam que a inundação induziu a ocorrência de dois agrupamentos de plântulas, representados por: (i) plântulas de 90 dias sem alagamento e todas as de 120 dias de idade; e (ii) plantas de 90 dias sob alagamento.

As frações de fitomassa de sapupira, ao final do experimento, apresentaram valores constantes entre as idades e níveis de alagamento, podendo ser representadas em cada uma das frações por: folhas (28-36%), caule (20-33%) e raízes (39-49%) (Tabela 4.3). A fitomassa total das plântulas de 120 dias de idade também apresentou valores constantes entre os níveis de alagamento, porém, nas de 90 dias, a inundação propiciou redução da fitomassa total (sem inundação: 23,89g; inundada: 14,21-16,41g). O volume radicular não apresentou alterações significativas para o alagamento e idade das plântulas (Tabela 4.3).

Tabela 4.3 - Valores médios, ordenados segundo o teste de Tukey ( $\alpha=0,05$ ), de frações de fitomassa (%) das plantas de açacu e sapupira ao longo do experimento.

Idade (dias)	Alagamento (dias)	Açacu						Sapupira					
		Folha		Caule		Raiz		Folha		Caule		Raiz	
90	0	17,9	a1	53,9	a1	28,2	b1	6,85	a1	6,07	a1	10,97	a1
	10	15,5	a1	50,6	a1	34,0	ab1	4,60	b1	5,02	b2	6,79	b1
	20	13,9	a1	48,4	a1	37,7	a1	3,97	b1	4,17	b2	7,75	b2
	30	16,2	a1	48,5	a1	35,3	ab1	4,15	b2	4,11	b2	5,95	b2
120	0	20,6	a1	51,2	a1	28,2	b1	7,41	a1	6,38	a1	11,63	a1
	10	16,9	ab1	48,2	a1	34,8	ab1	2,89	a1	2,13	a1	5,02	a1
	20	15,8	ab1	47,7	a1	36,5	a1	2,28	a1	1,31	a1	2,73	a1
	30	14,5	b1	51,5	a1	34,1	ab1	1,40	a1	1,02	a1	2,29	a1

Onde: P.A. – período de acompanhamento; letras latinas, na horizontal – efeito do tempo de inundação, em cada uma das idades de plântulas; algarismos arábicos, na horizontal – efeito da idade das plântulas, em cada um dos tempos de inundação. Valores precedidos de mesma letra ou algarismo, não diferem significativamente, segundo o teste de Tukey, no nível de 5%.

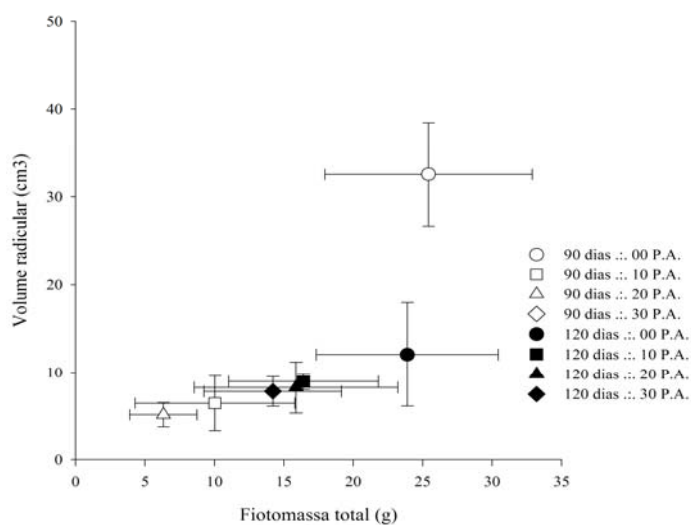


Figura 4.7 - Valores médios e erro padrão da média de fitomassa total e volume radicular de açacu, em função dos tratamentos avaliados.

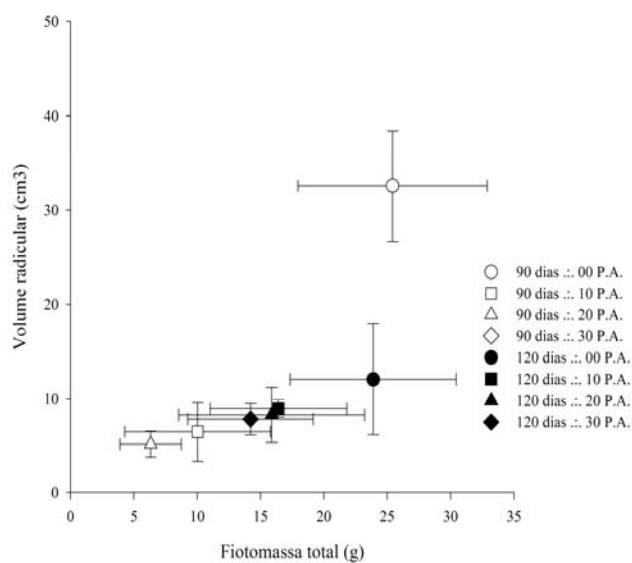


Figura 4.8 - Valores médios e erro padrão da média de fitomassa total e volume radicular de sapupira, em função dos tratamentos avaliados.

#### 4.4. DISCUSSÃO

A tolerância das espécies ao alagamento é baseada na capacidade de crescimento e sobrevivência das plantas que utilizam estratégias para se sobreporem às injúrias dos ambientes inundados. A mortalidade de plantas submetidas à inundação varia grandemente de acordo com a duração da inundação, espécie e idade das plantas (KOSLOWSKI, 1984). As espécies

estudadas demonstraram adaptar-se às condições anóxicas, principalmente pela alta taxa de sobrevivência apresentada, destacando-se o açacu com a manutenção de todos os indivíduos até a conclusão do experimento. O desenvolvimento de lenticelas hipertróficas e raízes adventícias, estimuladas pelo alagamento do solo, sugere que essas estruturas contribuíram para que as plântulas suportassem, pelo menos, 30 dias em ambiente anóxico. Plantas de *Schizolobium parahyba*, submetidas à inundação, somente retomaram o crescimento normal após a emissão de raízes adventícias (COSTA *et al.*, 2006). Diversos estudos reportam o fechamento dos estômatos em resposta à inundação como uma forma de proteção contra o déficit hídrico da planta (SMIT *et al.*, 1989; LOPEZ e KURSAS, 1999; GONG *et al.*, 2007), porém a reabertura poderá ocorrer quando as primeiras raízes adventícias aparecerem na planta (SENA GOMES e KOZLOWSKI, 1980). Esses resultados permitem indicar que as raízes adventícias podem incrementar a capacidade de absorção de água e compensar a perda da capacidade de absorção do sistema radicular original (YAMAMOTO *et al.*, 1995; GONG *et al.*, 2007).

Muitas espécies tolerantes a inundação buscam acesso ao oxigênio pelo redirecionamento de suas raízes à superfície da água ou pela formação de estruturas de suprimento de O<sub>2</sub> (SENA GOMES e KOZLOWSKI, 1980; LOPEZ e KURSAR, 1999; Costa *et al.*, 2006), e não, necessariamente, pela alta resistência das células das raízes a inundação ou alguma particularidade do seu metabolismo radicular (VARTAPETIAN e JACKSON, 1997).

A redução no desenvolvimento de plantas submetidas à inundação tem sido freqüentemente constatada em diversas espécies vegetais (ROGGE *et al.*, 1998; ANDRADE *et al.*, 1999; MIELKE, *et al.*, 2003; POVH *et al.*, 2005; COSTA *et al.*, 2006; MEDRI *et al.*, 2007), sendo a queda no consumo de oxigênio a co-responsável pelo menor crescimento das plantas sob esta condição (KOLB *et al.*, 1998). Esse fato permite inferir que as espécies estudadas adaptam-se a anoxia reduzindo seu metabolismo durante o estresse, mecanismo utilizado por *Lonchocarpus muehlbergianus* e *Sesbania virgata*, espécies consideradas por Rogge *et al.* (1998) como tolerantes a inundação.

A redução dos componentes da atividade fotossintética pela anoxia, identificada pela análise de componentes principais, e representada pela redução do número de folhas e área foliar das plantas, ocorreu em todas as plântulas de açacu e sapupira, de 90 dias de idade, uma vez que nas de 120 dias houve manutenção do desenvolvimento. Este resultado pode ser explicado pelo fato da inundação do solo vir geralmente seguida do decréscimo da taxa



fotossintética, como consequência do fechamento dos estômatos (KOZLOWSKI, 1997; MIELKE *et al.*, 2003; FARMER e PEZESHKI, 2004).

A inundação reduz a emissão de novas folhas e a expansão foliar propiciando a diminuição da área foliar das plântulas (KOZLOWSKI, 1984), que juntamente com o fechamento dos estômatos pode contribuir para a redução da absorção de carbono, produção de assimilados (LEVITT, 1972) e, conseqüentemente, de biomassa vegetal de plântulas inundadas (MIELKE *et al.*, 2003). Benincasa (1984) acrescenta ainda que a redução da área foliar dá-se também pela morte de folhas, pressupondo que a desfolha seja causada pela deficiência de citocinina produzida pelas raízes, ou ainda pela concentração de gases tóxicos no solo ao redor das raízes. Redução na área foliar das plantas decorrente da inundação também foi encontrada em *Ricinus communis* L. (25%) (BELTRÃO *et al.*, 2003) e em *Virola surinamensis* (44%) (LOPEZ e KURSAR, 1999).

A desfolha é uma ocorrência comum e posterior a outros sintomas de injúria decorrentes da anoxia, como clorose senescência foliar. Ao final do estudo, o açacu apresentou redução foliar de até 50% para plântulas de 90 dias e até 40% para as de 120 dias. Esses valores são superiores aos 29,6% encontrados para *Genipa americana*, ao final de 63 dias sob hipoxia (MIELKE *et al.*, 2003) e de 36% para *Himatanthus sucuuba* (FERREIRA *et al.*, 2007). Os resultados do presente estudo demonstram que a tolerância das plantas a inundação depende, entre outros fatores, da espécie e da idade das plantas, sendo que as plantas mais velhas toleram mais a inundação que plantas mais jovens (KOZLOWSKI, 1984).

As plantas possuem estratégias para sobreviverem em ambientes anóxicos, alterações morfológicas propiciam uma dinâmica de massa, específica para cada espécie e condições ambientais, que culminam na alocação de fitomassa nas diferentes partes da planta. A massa seca é um importante parâmetro para avaliar a capacidade das espécies em tolerar a inundação. A fitomassa total das plântulas de açacu e sapupira, de 90 dias de idade, ao final do experimento, reduziu com a inundação. Os resultados permitem inferir que a redução da área foliar, desfolha e a baixa produção de folhas novas contribuíram para o ocorrido. A diminuição da fitomassa total é considerada uma resposta típica das plantas a inundação (SENA GOMES e KOZLOWSKI, 1980; KOZLOWSKI, 1984; YAMAMOTO *et al.* 1995). Como exemplo, pode-se citar a redução da fitomassa das seguintes espécies submetidas à inundação: *Lithraea molleoides* com redução de 50% na fitomassa total; *Genipa americana*, de até 35,6% e *Himatanthus sucuuba*, de 58% (MEDRI *et al.*, 2007).

O padrão de alocação de biomassa da planta mostra a estratégia de crescimento das espécies. Em sapupira o alagamento do solo não causou alterações nos padrões de alocação de

biomassa, independente da idade dos indivíduos. As plântulas de açacu não apresentaram diferenças significativas na alocação de biomassa para o caule (em plântulas de 90 e 120 dias de idade) e folhas (plântulas de 90 dias de idade). A alocação de massa seca de caule de plântulas inundadas de *Fraxinus mandshurica* (YAMAMOTO *et al.*, 1995) e *Genipa americana* (MIELKE *et al.*, 2003) também não sofreu alteração. Nas plântulas de açacu de 120 dias, foi registrada redução da fração folha em detrimento de maior alocação de biomassa para as raízes. O aumento na alocação da massa seca de raízes, induzido pela inundação, ocorreu também nas plântulas de açacu de 90 dias de idade. Outras espécies apresentaram o mesmo comportamento de alocação de biomassa de raízes *Cytharexylum myrianthum* (ANDRADE *et al.*, 1999), *Glycine max* (PIRES *et al.*, 2002); *Rumex palustris* (JANSEN *et al.*, 2005).

O incremento na produção de fitomassa nas raízes encontrado nas plântulas inundadas de açacu pode ser atribuído a formação de raízes adventícias e/ou a regeneração de novas raízes no sistema radicular original (KOZLOWSKI, 1984).

Do mesmo modo que o observado para as plântulas de açacu, plântulas de sapupira, independente da idade, também mostraram equivalência das frações de fitomassa do caule, sob qualquer condição de estresse hídrico. Entretanto, observou-se que as plântulas mais velhas de açacu sob anoxia alteraram sua estratégia de alocação de biomassa reduzindo a alocação de recursos para crescimento e investindo em alterações morfológicas via maior alocação de fitomassa nas raízes.

#### 4.5. CONCLUSÕES

Plântulas de açacu, sob condição de alagamento, em qualquer um dos níveis de maturidade fisiológica avaliados, reduzem drasticamente o número de folhas e a área foliar;

A manutenção dos indicadores de crescimento é observada somente nas plântulas de 120 dias de idade, as quais apresentam-se equivalentes às sob condição de ausência de alagamento;

A inundação compromete o desenvolvimento das plântulas de açacu de 90 dias de idade. No caso de uso dessa espécie em áreas sujeitas a inundação, recomenda-se mudas com idade mínima de 120 dias;

As plântulas de sapupira de 120 dias de idade apresentam-se mais resistentes ao estresse da inundação que as de 90 dias;

As plantas de açacu são mais tolerantes ao alagamento que as de sapupira.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, A.C.S. de; RAMOS, F.N.; SOUZA, A. F.; LOUREIRO, M.B.; BASTOS, R. Flooding effects in seedlings of *Cyatharexylum myrianthum* Cham. and *Genipa americana* L.: responses of two neotropical lowland tree species. **Revista Brasileira de Botânica**, v.22, n.2, p.281-285. 1999. Suplemento.
- BELTRÃO, N.E. de M.; SOUZA, J.G. de; SANTOS, J.W. dos; JERÔNIMO, J.F; COSTA, F.X; LUCENA, A.M.A. de; QUEIROZ, U.C. de. Fisiologia da mamoneira, cultivar BRS 149 nordestina, na fase inicial de crescimento, submetida a estresse hídrico. **Revista Brasileira Oleaginosas e Fibrosas**. Campina Grande, v.7, n.1, p.659-664. 2003.
- BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 42p.
- BENINCASA, M.M.P. Fisiologia de culturas adaptadas a condições de várzea. In: SIMPÓSIO NACIONAL ..SOBRE O APROVEITAMENTO DE VÁRZEAS, 1984, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1986. p. 131-139.
- COSTA, A.M; GOBBI, E.L.; DEMUNER, V.G.; HEBLING, S.A. O efeito da inundação do solo sobre o crescimento inicial de *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake, guapuruvu. **Natureza On Line**, v. 4, n.1, p. 7-13. 2006. Disponível em: <http://www.naturezaonline.com.br>. Acesso em: 12 mar. 2008.
- FARMER, J.W. e PEZESHKI, S.R. Effects of periodic flooding and root pruning on *Quercus nuttallii* seedlings. **Wetlands Ecology and Management**. v. 12, p. 205-214, 2004.
- FERREIRA, C.; PIEDADE, M. T. F.; PAROLIN, P.; BARBOSA, K. M. Tolerância de *Himatanthus sucuuba* Wood. (Apocynaceae) ao alagamento na Amazônia Central. **Acta Botânica Brasílica**. v. 19, n. 3, p. 425-429, 2005.
- GAMA, J.R.V.; SOUZA, A.L. de; MARTINS, S.V.; SOUZA; D.R. de. Comparação entre florestas de várzea e de terra firme do Estado do Pará. **Revista Árvore**, v.29, n.4, p.607-616, 2005.
- GONG, J.; ZHANG, X.; HUANG, Y.; ZHANG, C. The effects of flooding on several hybrid poplar clones in Northern China. **Agroforest System**, v. 69, p. 77-88, 2007.
- JANSEN, C.; STEEG H.M. VAN de; KROON, H. de. Investigating a trade-off in root morphological responses to a heterogeneous nutrient supply and to flooding. **Functional Ecology**, v.19. n.6. p.952-960. 2005. Disponível em: <http://www.ingentaconnect.com>. Acesso em: 23 jan. 2008.
- JOHNSON, R.A. WICHERN, D.W. **Applied multivariate statistical analysis**. 4<sup>th</sup> Ed. New Jersey: Prentice Hall, 1998. 815p.
- KOLB, R.M.; MEDRI, M.E.; BIANCHINI, E.; PIMENTA, J.A.; GILONI, P. C.; CORREA, G. T. Anatomia ecológica de *Sebastiania commersoniana* (Baillon) Smith & Downs (Euphorbiaceae) submetida ao alagamento. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 21, n. 3, 1998.

KOZLOWSKI, T.T. Responses of wood plants to flooding. In: KOZLOWSKI, T.T. **Flooding and plant growth**. San Diego: Academic Press, 1984. p.129-163.

KOZLOWSKI, T.T. Responses of woody plants to flooding and salinity. Victoria: Heron Publishing, 1997. p.1-29. (Tree Physiology Monograph, n. 1). Disponível em: <http://heronpublishing.com/tp/monograph/kozowski.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2007.

LENSEN, J.P.M.; van KLEUNEN, M.; FISCHER, M.; KROON, H. de. Local adaptation of the clonal plant *Ranunculus reptans* to flooding along a small-scale gradient. **Journal of Ecology**, v. 92, p. 696–706, 2004.

LEVITT, J. **Responses of plants to environmental stresses**. New York: Academic Press, 1972.

LOPEZ, O.R.; KURSAR, T.A. Flood tolerance of four tropical tree species. **Tree Physiology**. v. 19, p. 925-932, 1999. Disponível em: <http://www.biology.utah.edu>. Acesso em: 22 jan. 2008.

MANLY, B.F.J. **Multivariate statistical methods: A primer**. 2nd. Ed. London: Chapman and Hall, 1994. 215 p.

MARÍN, W.A.; FLORES, E.M. *Andira inermis* (W. Wright) Kunth ex DC. In: The RNGR Team. **Tropical tree seed manual**. Part II. Disponível em: [www.rngr.net/publications/ttsn](http://www.rngr.net/publications/ttsn). Acesso em: 2 jan. 2008.

MEDRI, M.E.; FERREIRA, A.C.; KOLB, R.M.; BIANCHINI, E.; PIMENTA, J.A.; DAVANSO-FABRO, V.M.; MEDRI, C. Alterações morfoanatômicas em plantas de *Lithraea molleoides* (Vell.) Engl. submetidas ao alagamento. **Acta Sci Biol Sci**. v. 29, n.1, p. 15-22, 2007.

MIELKE, M.S.; ALMEIDA, A.F. de; GOMES, F.P.; AGUILAR, M.A.G.; MANGABEIRA, P.A.O. Leaf gas exchange, chlorophyll fluorescence and growth responses of *Genipa americana* seedlings to soil flooding. **Environmental and Experimental Botany**. v. 50, p. 221-231, 2003. Disponível em: [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com). Acesso em: 17 mar. 2008.

PIRES, J.L.F. ; SOPRANO, E.; CASSOL, B. Adaptações morfofisiológicas da soja em solo inundado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 1, p.41-50, 2002.

POLLOCK, M.M.; NAIMAN, R.J.; HANLEY, T. Plant species richness in riparian wetlands – a test of the biodiversity theory. **Ecology**, v. 79, p. 94-105, 1998.

POVH, J.A.; RUBIN FILHO, C.J.; MOURÃO, K.S.M.; PINTO, D.D. Respostas morfológicas e anatômicas de plantas jovens de *Chorisia speciosa* A. St.Hil.(Bombacaceae) sob condições de alagamento. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 27, n. 3, p.195-202, 2005.

ROGGE, G.D.; PIMENTA, J.A.; BIANCHINI, E.; MEDRI, M.E.; COLLI, S.; ALVES, L.M.T. Metabolismo respiratório de raízes de espécies arbóreas tropicais submetidas à

inundação. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 21, n. 2, 1998. Disponível em: <http://www.scielo.br>. Acesso em: 22 jan. 2008.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT**. user's guide. Version 6. 4th Ed. Cary, NC, 1990. v.2, 846 p.

SENA GOMES, A.R.; KOZLOWSKI, T.T. Growth responses and adaptations of *fraxinus pennsylvanica* Seedlings to flooding. **Plant Physiology** v. 66, p. 267-271, 1980.

SMIT, B.A.; NEUMAN, D. S.; STACHOWIAK, M.L. Root hypoxia reduces leaf growth: role of factors in the transpiration stream. **Plant Physiology** v. 92, p.1021-1028, 1990.

STATSOFT INC. STATISTICA. **Data analysis software system**, version 5.5. 2001. Disponível em: [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com). Acesso em: 7 fev. 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

VARTAPETIAN, B.B.; JACKSON, M.B. Plant adaptations to anaerobic stress. **Annals of Botany**, London, v. 79, p.3-20, 1997. Suplemento A.

VERVUREN, P.J.A.; BOLM, C.W.P.M.; HROON, H. de. Extreme flooding events on the Rhine and the survival and distribution of riparian plant species. **Journal of Ecology**. n. 19, p. 135-146. 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php>. Acesso em: 25 jan. 2008.

YAMAMOTO, F.; SAKATA, T.; TERAZAWA, K. Physiological, morphological and anatomical responses of *Fraxinus mandshurica* seedlings to flooding. **Tree Physiology**, Victoria, v. 15, p.713-719, 1975.

## **CAPÍTULO 5**

# **RESPOSTAS MORFOFISIOLÓGICAS DE GRAMÍNEAS DE VÁRZEA SOB INUNDAÇÃO E SOMBREAMENTO**

**RESUMO:** A implantação de sistemas silvipastoris tem sido recomendada como estratégia para a recuperação de pastagens degradadas. Para isso, as várzeas requerem forrageiras tolerantes ao estresse imposto pelo sombreamento e inundação do solo. Três gramíneas, coloninha (*Brachiaria mutica* biotipo 1), mojuí (*Brachiaria mutica* biotipo 2) e mori (*Paspalum fasciculatum*), foram submetidas à inundação e sombreamento para avaliação morfofisiológica. Todas as gramíneas desenvolveram estruturas morfofisiológicas que lhes permitiram suportar os impactos dos estresses impostos. Entretanto, a inundação mostrou-se mais prejudicial ao desenvolvimento das gramíneas que o sombreamento. As espécies estudadas mostraram-se capazes de serem cultivadas em sistemas silvipastoris em áreas sujeitas ao alagamento.

**Palavras-chave:** Várzea, gramíneas, anoxia, sombreamento.

**ABSTRACT:** Silvopastoral systems have been recommended as a strategy for the reclamation of degraded pastures. In floodplain areas forage species need to be tolerant to shade and soil flooding. Morphophysiological evaluations were carried out in the forage grasses coloninha (*Brachiaria mutica* biotype 1), mojuí (*Brachiaria mutica* biotype 2) and mori (*Paspalum fasciculatum*) subjected to soil flooding and shading. All species developed morphophysiological structures which allowed them to withstand the impacts of flood and shade. However, flood was more detrimental than shade for plant growth and development. The studied species could be considered capable of cultivation in silvipastoral areas subjected to flooding.

**Key words:** Floodplain, grasses, anoxia, shading

## 5.1. INTRODUÇÃO

Pastagens nativas de várzeas da região do Baixo Amazonas, no Estado do Pará, têm sido utilizadas com altas cargas animal em sistema extensivo. Esse sistema de manejo tem ocasionado a degradação dessas pastagens, caracterizada pela drástica queda na produção de forragem, causando desbarrancamento e o assoreamento dos cursos d'água.

A implantação de sistemas silvipastoris tem sido recomendada como estratégia para a recuperação de pastagens degradadas (DIAS-FILHO, 2007). Esses sistemas são considerados como uma forma de conservar o solo, aumentar a biodiversidade, proteger os recursos hídricos e promover o seqüestro do carbono em sistemas pecuários (IBRAHIM *et al.*, 2005). A probabilidade de sucesso de sistemas silvipastoris – SSP pode ser aumentada com o uso de espécies arbóreas e forrageiras adaptadas e, portanto tolerantes aos estresses inerentes ao sistema (PORFIRIO-DA-SILVA, 2006), que no caso específico de áreas inundáveis são caracterizados, principalmente, pelo sombreamento das gramíneas e inundação do solo. Nesses sistemas, o sombreamento provocado pela copa das árvores pode afetar de forma desigual o desenvolvimento das forrageiras (ANDRADE *et al.*, 2004), indicando diferenças nas respostas dessas plantas a esse estresse (DIAS-FILHO, 1999; 2000). Isso ocorre porque o crescimento da vegetação é dependente da interceptação da radiação solar fotossinteticamente ativa pelo dossel, da eficiência de seu uso e da partição de assimilados entre raiz e parte aérea (DIFANTE, 2003). A redução na luminosidade proporciona maior alocação de biomassa na parte aérea em detrimento da biomassa das raízes de algumas plantas (SILVA *et al.*, 2004), tornando as gramíneas vulneráveis a situações de estresse, como o pastejo intensivo ou queimadas (DIAS-FILHO, 2000). A redução na taxa de acúmulo de matéria seca (ANDRADE *et al.*, 2001) tem sido constatada em algumas espécies vegetais (DIAS-FILHO, 1995; NAKAZONO *et al.*, 2001). Entretanto, algumas forrageiras buscam mecanismos de adaptação ao sombreamento ajustando o comportamento fotossintético (DIAS-FILHO, 2002; ANDRADE *et al.*, 2004) ou elevando os níveis nutricionais pela redução na produção de matéria seca (CASTRO *et al.*, 2001).

O alagamento temporário do solo em SSP de várzea corresponderia, portanto, a um estresse adicional ao sistema. Sob tal condição, ocorre a imediata redução da troca gasosa entre a planta e o ambiente (KOZLOWSKI, 1997), podendo a rota metabólica aeróbica ser desviada para anaeróbica (ROGGE *et al.*, 1998). Como nessas áreas a inundação é temporária, Morard e Silvestre (1996) salientam que retornando a condição aeróbica do solo,



antes do estágio letal da planta, suas funções fisiológicas podem ser restabelecidas. Diversas gramíneas forrageiras aquáticas e sub-aquáticas povoam as áreas de várzeas. Entretanto, as variações do nível da água dos rios pode causar estresse nas plantas (PIEDADE et. al., 1992), provocando clorose e perda das folhas, aparecimento de raízes adventícias e até murchamento e morte. A intensidade desses sintomas está condicionada ao nível de tolerância da espécie ou mesmo de diferentes genótipos, dentro de uma mesma espécie (DIAS-FILHO, 2002; 2005; CAETANO e DIAS-FILHO, 2008), bem como do estágio de desenvolvimento da planta (PEZESHKI, 1994). Além disso, a hipoxia ou anoxia desencadeia uma série de processos físicos, químicos e biológicos que influenciam profundamente a qualidade do solo como meio de desenvolvimento das plantas (PONNAMPERUMA, 1984). Muitas espécies de forrageiras, embora reconhecidamente tolerantes a inundação, carecem de estudos específicos para aplicação em sistemas silvipastoris, uma vez que os efeitos de inundação e sombreamento são considerados, na maioria dos casos, fatores limitantes a produção.

As gramíneas *Paspalum fasciculatum* e *Brachiaria mutica* (Forsk) Stapf são freqüentemente utilizadas pela pecuária ribeirinha do Baixo Amazonas. A espécie *P. fasciculatum* é uma gramínea de ciclo fotossintético C<sub>4</sub>, cespitosa, ereta e pode atingir até três metros de altura. Nativa do Baixo Amazonas, é considerada tolerante a inundação, sendo abundante em várzeas altas denominadas restingas, desde que não esteja sob sombreamento (CONSERVA e PIEDADE, 2001). Essa forrageira é considerada de baixo valor nutritivo, porém, com qualidade aceitável quando em estágio inicial de crescimento (CAMARÃO et al., 2003).

A *Brachiaria mutica* (Forsk) Stapf é uma espécie perene, semi-aquática, de origem africana, atualmente introduzida na maioria dos países tropicais. A *Brachiaria mutica* (Forsk) Stapf é cultivada em larga escala pela facilidade de propagação vegetativa, agressividade, altas produções e boa qualidade de forragem. Desenvolve-se em condições de pleno sol e em solos aluviais e hidromórficos. Tolerante a inundações, pode ser bastante útil no controle de erosão de encostas e margens de rios (FAO, 2008).

Em virtude da necessidade de um melhor entendimento da dinâmica do desenvolvimento de gramíneas forrageiras sob alagamento, este trabalho objetiva avaliar as respostas morfofisiológicas das gramíneas forrageiras coloninha (*Brachiaria mutica* biotipo 1), mojuí (*Brachiaria mutica* biotipo 2) e mori (*Paspalum fasciculatum*) submetidas à inundação periódica e sombreamento.

## 5.2. MATERIAL MÉTODOS

### 5.2.1 Local

O experimento foi desenvolvido na Embrapa Amazônia Oriental (1° 26' S; 48° 26' W), em Belém, Pará.

### 5.2.2 Material vegetal

As gramíneas forrageiras coloninha (*Brachiaria mutica* biotipo 1), mojuí (*Brachiaria mutica* biotipo 2) e mori (*Paspalum fasciculatum*) foram coletadas em agosto de 2005, início da estação seca, em área de várzea na região do Baixo Amazonas, município de Monte Alegre, Pará. O material coletado foi repicado e plantado em vasos com capacidade para 5 kg de solo seco, contendo Gleissolo Haplico, proveniente do mesmo local de coleta das gramíneas e sem fertilização adicional.

### 5.2.3 Imposição dos tratamentos

Após 45 dias, quando foi constatado o completo estabelecimento das forrageiras, os tratamentos de sombreamento (cerca 70% de interceptação da radiação solar e pleno sol) e de alagamento do solo (lâmina d'água de 3 cm acima do nível do solo e solo bem drenado) foram aplicados. As plantas permaneceram sob os referidos tratamentos durante 21 dias. O nível de sombreamento foi obtido com o cultivo das plantas em ambiente coberto por tela preta de polietileno (sombrite 70%). Plantas a pleno sol foram cultivadas em área contígua sem cobertura. A inundação do solo foi obtida por meio do cultivo das plantas em vasos sem dreno.

### 5.2.4 Parâmetros avaliados

Diariamente, aproximadamente no mesmo horário, mediu-se o comprimento de duas folhas jovens, em expansão (com a lígula ainda não exposta), por planta. Após o aparecimento da lígula, era selecionada uma nova folha para a medição. As folhas para medição foram identificadas com anel plástico colorido. A taxa diária de alongamento foliar foi calculada pela diferença entre os comprimentos das lâminas de dias consecutivos. Amostras retangulares, de área conhecida, de folhas maduras foram coletadas, secas em estufa e pesadas para o cálculo da área foliar específica.

O incremento no número de perfilhos foi obtido por meio de contagens no início e ao término do período de estudo, momento em que as plantas foram separadas em folhas, colmo mais bainha e raízes. As raízes foram lavadas com jato de água fraco para retirada do solo e separadas em raízes superficiais (desenvolvidas acima do solo nas plantas alagadas) e subterrâneas. O material coletado foi acondicionado individualmente em sacos de papel e secos em estufa a 65°C, durante 48 horas. Posteriormente, as amostras foram pesadas para determinação da massa seca.

A fotossíntese líquida, condutância estomática ao vapor de água e transpiração foram medidas com um sistema fotossintético portátil (LI-6400, Li-cor, inc., Lincoln, NE, EUA), 25 dias após a imposição dos tratamentos. As medições foram realizadas no período de nove às 11 da manhã, utilizando luz artificial vermelha (1000  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) acoplada a câmara de fotossíntese. Foram medidas duas folhas por planta (folhas jovens completamente expandidas). Os parâmetros de troca gasosa foram calculados com base na área foliar.

### **5.2.5 Delineamento experimental e análises estatísticas**

Os vasos foram dispostos em arranjo fatorial de três forrageiras, dois níveis de sombreamento e dois de água no solo, em delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para estimar os efeitos da espécie, do sombreamento, da inundação e suas interações nos parâmetros relativos ao seu desenvolvimento e alocação de biomassa. A homogeneidade de variância dos dados foi testada e, quando necessário, os dados foram logaritimizados.

## **5.3. RESULTADOS**

A produção de massa seca total, de colmo+bainha e de raiz total das gramíneas estudadas reduziu significativamente em todas as espécies mediante a interação das condições de alagamento do solo e de sombreamento quando comparadas as plantas controle (Tabela 5.1).

Tabela 5.1 – Massa seca-MS (g) de colmo+bainha, raiz total e massa seca total das gramíneas estudadas sob efeito do sombreamento e da inundação.

Massa seca	Sombreado		Redução de MS pela inundação (%)
	Sem inundação	Inundado	
Colmo+bainha	11,31 <sup>bA</sup>	6,61 <sup>bB</sup>	41
Raiz total	4,70 <sup>bA</sup>	4,31 <sup>aA</sup>	8
Total	21,98 <sup>bA</sup>	13,55 <sup>bB</sup>	38
Pleno sol			
Colmo+bainha	25,00 <sup>aA</sup>	10,76 <sup>aB</sup>	57
Raiz total	13,63 <sup>aA</sup>	6,84 <sup>aB</sup>	50
Total	47,05 <sup>aA</sup>	20,87 <sup>aB</sup>	56

Médias na vertical seguida pela mesma letra minúscula (efeito da luz) e na horizontal seguida pela mesma letra maiúscula (efeito da inundação) não diferem entre si segundo o Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

A ocorrência de raízes adventícias foi representativa somente nas plantas inundadas e correspondeu, em média, a 23% (mori), 17% (mojuí) e 9,5% (coloninha) da massa seca total de raízes.

A biomassa de folhas apresentou foi reduzida pelo efeito isolado da inundação em todas as espécies. O alagamento do solo também diminuiu a taxa de alongamento foliar em todas as gramíneas estudadas. A maior redução da taxa de alongamento foliar foi observada no capim mori (Tabela 5.2).

Tabela 5.2 – Massa seca de folhas (MSf) e alongamento foliar diário (Afd) de mori, mojuí e coloninha sob inundação.

Espécie	MSf (g)		Afd (mm)		Redução (%)	
	SI	I	SI	I	MSf	AFd
Mori	9,75	2,20	4,92	3,08	77	37
Mojuí	6,27	4,01	4,25	3,51	36	17
Coloninha	5,54	2,65	1,58	1,12	52	29

Médias na vertical seguida pela mesma letra minúscula e na horizontal seguida pela mesma letra maiúscula não diferem entre si segundo o Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). I: inundado, SI: sem inundação.

O valor médio da taxa de alongamento foliar das plantas sombreadas aumentou significativamente para todas as espécies (pleno sol: 2,85 cm.dia<sup>-1</sup> e sombreada: 3,3 cm.dia<sup>-1</sup>).

A razão de massa seca da folha dos capins mori e coloninha reduziu sob efeito isolado do sombreamento, enquanto que a inundação afetou esse parâmetro em mori. Contrariamente, a razão de massa seca de raiz do mori reduziu sob efeito do sombreamento (Figura 5.1).

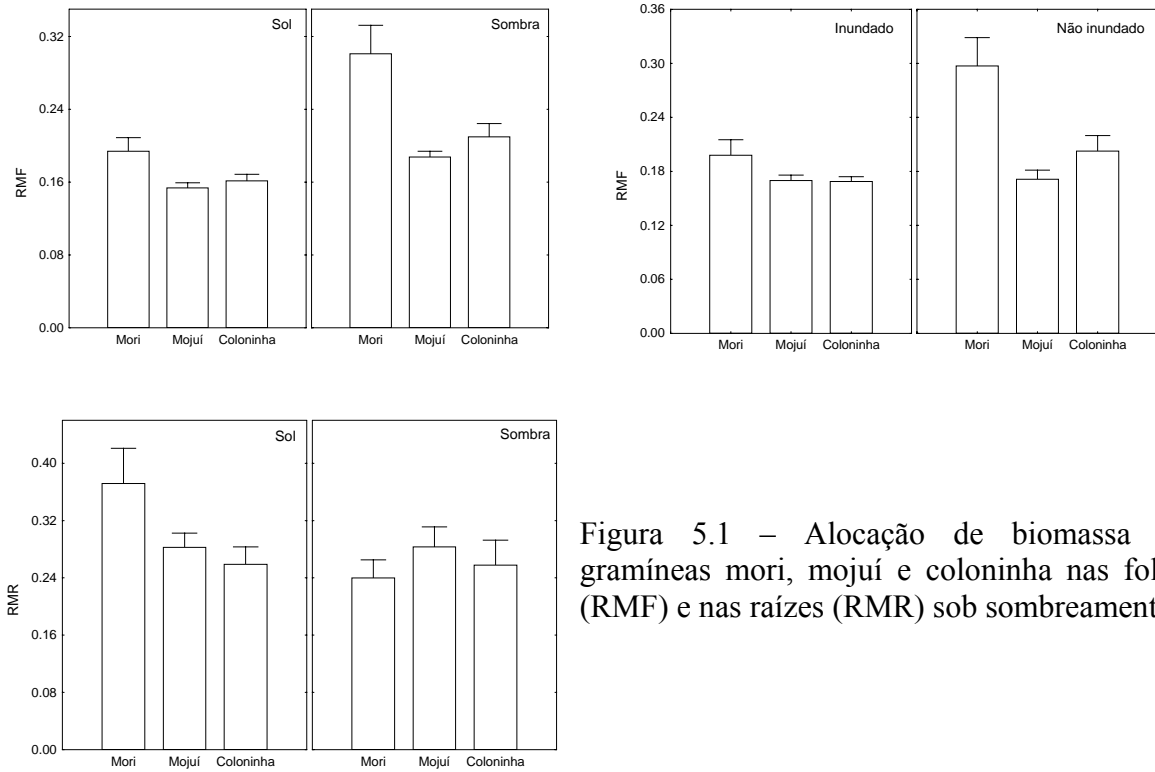


Figura 5.1 – Alocação de biomassa das gramíneas mori, mojuí e coloninha nas folhas (RMF) e nas raízes (RMR) sob sombreamento.

A Área Foliar Específica (AFE) não diferiu entre as espécies estudadas, porém, em todas as plantas, foi observada sua redução no tratamento inundado e aumento no sombreado (Figura 5.2).

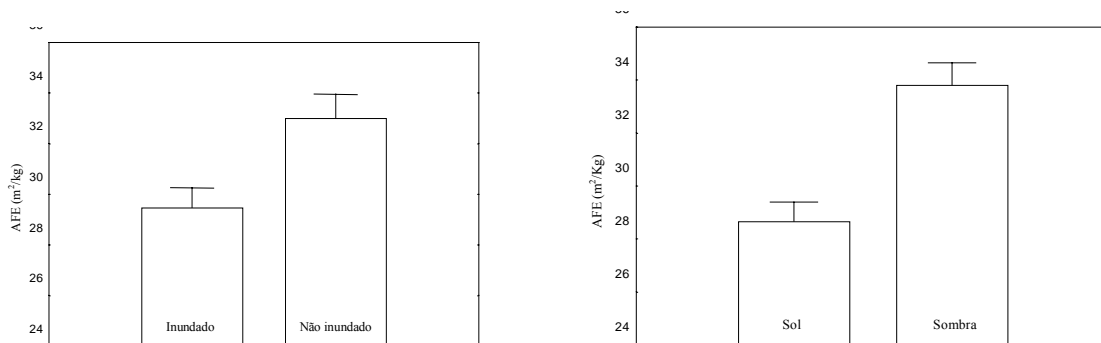


Figura 5.2 – Área Foliar Específica (AFE) de folhas de mori, mojuí e coloninha submetidas a inundação e sombreamento.

A densidade de perfilhos, resultado do equilíbrio dinâmico entre sua taxa de aparecimento e morte, nas gramíneas em estudo, apresentou interação significativa para espécie e sombreamento, havendo redução no número de perfilhos em todas as plantas submetidas ao sombreamento, sendo que o capim coloninha se ressentiu mais fortemente, seguida do capim mojuí (Tabela 5.3).

Tabela 5.3 – Médias da densidade de perfilhos dos capins mori, mojuí e coloninha ao final do experimento sob sombreamento.

Espécie	Intensidade luminosa		Redução (%)
	Pleno sol	Sombreamento	
Mojuí	19 <sup>aA</sup>	7 <sup>bB</sup>	63
Coloninha	12 <sup>bA</sup>	5 <sup>cB</sup>	58
Mori	12 <sup>cA</sup>	8 <sup>aA</sup>	33

Médias na vertical seguidas pela mesma letra minúscula e na horizontal seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si segundo o Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Os capins avaliados apresentaram comportamentos diferenciados, sob a inundação e sombreamento, quanto aos parâmetros taxa de fotossintética líquida (TFL) (Figura 5.3), condutância estomática (CE) e transpiração (TR). Nos capins mojuí e coloninha não houve alteração da taxa fotossintética líquida, condutância estomática e da transpiração. Para as plantas de mori inundadas, o sombreamento provocou aumento da TFL e CE, porém a pleno sol houve redução da TFL (Tabela 5.4).

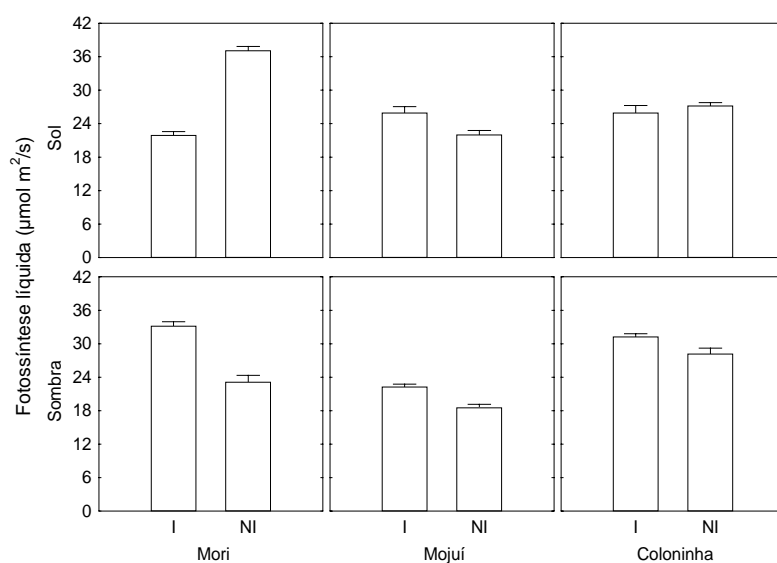


Figura 5.3 – Taxa fotossintética líquida (TFL) das gramíneas mori, mojuí e coloninha sob sombreamento (sombra) e a pleno sol (sol), inundadas (I) e não inundadas (NI).

Tabela 5.4 – Taxa fotossintética líquida ( $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ), condutância estomática ( $\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) e transpiração ( $\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) das forrageiras mori, mojuí e coloninha sob inundação e sombreamento.

Espécie	Fotossíntese		Condutância estomática		Transpiração	
	Pleno sol					
	NI	I	NI	I	NI	I
Mori	37,2	21,9	0,72	0,21	5,01	2,21 <sup>1bA</sup>
Mojuí	22,0	26,2	0,18	0,23	1,85	2,46 <sup>1aA</sup>
Coloninha	27,1	25,8	0,32	0,19	2,72	1,91 <sup>1aA</sup>
Sombreado						
Mori	22,6	33,6	0,37	0,37	3,35	3,01 <sup>1aA</sup>
Mojuí	18,7	22,1	0,15	0,18	1,69	2,32 <sup>1aA</sup>
Coloninha	29,2	31,9	0,24	0,31	2,28	2,69 <sup>1aA</sup>

Médias na horizontal seguida pela mesma letra minúscula (efeito da inundação: I- inundado; NI- não inundado) e na vertical seguida pela mesma letra maiúscula (efeito do sombreamento) e algarismos na vertical (espécies) não diferem entre si segundo o Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

#### 5.4. DISCUSSÃO

O principal fator a ser considerado na avaliação do nível de tolerância das gramíneas à inundação do solo e ao sombreamento é representado pela massa seca da planta. A redução da biomassa total encontrada nas plantas estudadas, comparando-as as plantas controle, evidencia o efeito nocivo do estresse da anoxia e da redução luminosa. A redução do acúmulo de massa seca total de gramíneas sob sombreamento também foi observada por Andrade *et al.* (2004) para os capins marandu, massai, quicuío-da-amazônia e pensacola, com sombreamento acima de 50%; e por Carvalho *et al.* (2002) para as forrageiras marandu, aruana, makueni, mombaça, tanzânia e tifton 68.

No presente estudo, a inundação e o sombreamento não alteraram a produção de biomassa da folha, no entanto, em outros estudos a inundação do solo provocou redução nesse parâmetro (HADDADE *et al.*, 2002; CAETANO e DIAS-FILHO, 2008). Em gramíneas (DIAS-FILHO, 2000) e em outras plantas (SILVA *et al.*, 2006; NAKAZONO *et al.*, 2001; CARVALHO *et al.*, 2006) é comum o aumento na alocação da biomassa aérea em detrimento da biomassa das raízes em resposta ao sombreamento. Entretanto, no presente estudo, a inundação propiciou redução significativa da massa seca das folhas em todas as espécies, semelhante aos resultados encontrados por Haddade *et al.* (2002) para *Brachiaria mutica*

A queda na alocação de massa seca da folha e raiz total em plantas sob inundação também foi encontrada em vários estudos realizados com gramíneas (FERREIRA et. al. 2001), porém em alguns diferenciam-se pelo aumento na massa seca de colmo (DIAS-FILHO e CARVALHO, 2000; DIAS-FILHO 2002; JANSEN, VAN DE STEEG e KROON, 2005). Nas gramíneas do presente estudo, a presença de raízes adventícias, uma das principais características das plantas tolerantes ao alagamento (RAVEN, EVERT e EICHHORN, 2007; POVH et. al, 2005) e que viabilizam a difusão de O<sub>2</sub> da parte aérea para os tecidos da raiz (POVH *et al.*, 2005). Entretanto, a formação dessas estruturas não foi suficiente para elevar a produção total de raízes das plantas sob anoxia, mesmo para as espécies que apresentaram maior produção de massa seca total. Esse resultado pode ser explicado por Hook (1984) e Kozlowski (1997) que consideram o aparecimento dessas estruturas como a forma mais comum de regeneração das raízes submetidas à inundação, em substituição àquelas que desapareceram pela sensibilidade a essa condição. Sena Gomes e Kozlowski (1980) destacam a importância das raízes adventícias na absorção de água em plantas inundadas e sua alta correlação com a reabertura dos estômatos após o fechamento induzido pela inundação nos primeiros dias de hipoxia.

A taxa de alongamento foliar, considerada um indicador visual de crescimento e desenvolvimento das plantas (DIAS-FILHO, 2005) pode estar relacionada diretamente com o aumento da área foliar, provavelmente pela melhor relação entre carbono e nitrogênio para a rebrotação (ALEXANDRINO et. al., 2004). O alagamento do solo diminuiu a taxa de alongamento foliar em todas as gramíneas estudadas, sugerindo limitação em seu crescimento das plantas. A maior redução da taxa de alongamento foliar ocorreu para a espécie *mori* em relação as plantas não inundadas, fato que pode caracterizá-la como a de maior sensibilidade a inundação quando comparado com *coloninha* e *mojui* que reduziram de forma menos intensa. Mattos et. al. (2005) afirmam que o alagamento reduz o potencial de produção de espécies de *Brachiaria* pelo comprometimento da taxa de alongamento foliar. Entretanto, a lentidão do alongamento foliar em plantas inundadas é relatada por Kozlowski (1997) para as folhas formadas antes da inundação.

A maior expansão das folhas sob sombreamento, observada no presente estudo, é uma resposta relatada freqüentemente (DIAS-FILHO, 2000) e indica uma adaptação da planta para melhor utilizar a luz, aproveitando mais eficientemente este recurso pelo aumento da superfície foliar, conforme observado por Campos e Uchida (2002).

Os processos de formação e desenvolvimento de folhas são fundamentais para o crescimento vegetal, dado o papel das folhas na fotossíntese, ponto de partida para a formação



de novos tecidos (GASTAL e BÉLANGER, 1993). A área foliar específica (AFE) relaciona a superfície e a biomassa da folha, representando sua espessura. A AFE de todas as espécies estudadas foi maior nas plantas sombreadas, indicando mudanças morfológicas adaptativas por meio de mecanismos de interceptação da radiação que visam o aumento na captação da luz. O aumento da AFE pelo efeito do sombreamento foi descrito em diversos trabalhos (DIAS-FILHO, 1995; 1999 e 2000; LIMA et. al., 2004; MOMMER et. al., 2006; SILVA et. al., 2006).

A redução da AFE em plantas alagadas, foi considerada por Dias-filho e Carvalho (2000), diante de resultados semelhantes, hipoteticamente como uma ocorrência de acúmulo de amido nas folhas, um reflexo da redução da translocação de fotossintetizados destas folhas para outras partes da planta. Mommer et. al. (2006) obtiveram correlação positiva entre a AFE e a longevidade das folhas, considerando que as folhas com maior AFE podem ter maior potencial de troca gasosa, o que permite maior sobrevivência das plantas sob inundação.

A produtividade de uma gramínea decorre do processo de contínua emissão de folhas e perfilhos, fundamentais para a restauração da área foliar da planta e perenidade do pasto (ALMEIDA e MUNDSTOCK, 2001; DIFANTE, 2003).

Os resultados de redução na densidade de perfilhos, pelo sombreamento, em todas as gramíneas estudadas, podem estar relacionados aos efeitos da qualidade da luz na morfogênese vegetal que exerce grande influência no perfilhamento (ZANINE, 2005), bem como a diminuição do nível de captura de luz que, por sua vez, determina o uso de CO<sub>2</sub> pelas plantas e sua habilidade na absorção de N e minerais (LEMAIRE, 2001). Diversos autores também reportam que o sombreamento inibe o desenvolvimento de perfilhos (WAN e SOSSEBEE, 1998; ANDRADE et. al., 2004).

As variações da área foliar afetam direta e proporcionalmente a taxa fotossintética (GASTAL e BÉLANGER, 1993; BELTRÃO et. al., 2003) à medida que se tem um incremento ou redução na área das folhas para interceptar a luz por unidade de área do solo.

O aumento na taxa fotossintética líquida e na condutância estomática identificados em plantas inundadas do capim-mori quando sombreadas, também foi encontrado por Marengo e Reis (1998) trabalhando com a invasora de arroz irrigado *Ischaemum rugosum*. Porém, nesta espécie a inundação dos indivíduos a pleno sol causou redução da TFL. A resposta fotossintética é muito sensível ao alagamento (PEZESHKI, 1994 citado por

DIAS-FILHO, 2002). Em *Brachiaria brizantha*, Dias-Filho e Carvalho (2000) encontraram redução da fotossíntese líquida da ordem de 89% mediante a condição de alagamento. Num

primeiro momento, a redução da fotossíntese líquida em muitas plantas alagadas tem alta correlação com o fechamento dos estômatos, porém, em um período mais longo, essa redução deve-se mais aos efeitos inibidores do processo fotossintético (KOSLOWSKI, 1997). A diminuição da absorção de água pelas raízes de plantas inundadas ocorre tanto por sua redução em comprimento e superfície total como consequência da sua morte, como também pelo fechamento estomático que está associado com o decréscimo da condutividade hidráulica das raízes (KOSLOWSKI, 1997). Estes fenômenos fazem com que plantas submetidas ao alagamento estejam sujeitas ao murchamento das folhas, caso não possuam bom controle estomático e baixa transpiração cuticular (CARVALHO e ISHIDA, 2002).

A condutância estomática e a fotossíntese usualmente seguem a mesma tendência de resposta quando se trata da tolerância a inundação (DIAS-FILHO, 2002) como ocorreu em plantas de mori.

## 5.5. CONCLUSÕES

As gramíneas mori, mojuí e coloninha desenvolveram estruturas morfoanatômicas que lhes permitiram suportar os impactos dos estresses por inundação e sombreamento;

A inundação mostrou-se mais prejudicial ao desenvolvimento das gramíneas que o sombreamento;

As espécies estudadas mostraram-se capazes de serem cultivadas em sistemas silvipastoris de áreas sujeitas ao alagamento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JUNIOR, D. do; MOSQUIM, P.R.; REGAZZI, A.J.; ROCHA, F.C. Características morfogênicas e estruturais na rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. marandu submetida a três doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.6, p.1372-1379, 2004.

ALMEIDA, M.L. de; MUNDSTOCK, C.M.. A qualidade da luz afeta o afilhamento em plantas de trigo, quando cultivadas sob competição. **Ciencia Rural**, Santa Maria, v.31, n.3, p.401-408. 2001.

ANDRADE, C.M.S. de; VALENTIM, J.F.; COSTA CARNEIRO, J. da.; VAZ, F.A. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.3, p.263-270, 2004.

ARRUDA, G.M.T.; CALBO, M.E.R. Efeitos da inundação no crescimento, trocas gasosas e porosidade radicular da carnaúba (*Copernicia prunifera* (Mill.) H.E. Moore). **Acta Botânica Brasileira**. v. 18, n.2, p. 219-224, 2004.

BELTRÃO, N.E. de M.; SOUZA, J.G. de; SANTOS, J.W. dos; JERÔNIMO, J.F.; COSTA, F.X; LUCENA, A.M.M. de; QUEIRÓZ, U.C. de. Fisiologia da mamoeira, cultivar BRS 149 Nordestina, fase inicial de crescimento, submetida a estresse hídrico. **Revista Brasileira de oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.1, n. 1, p. 659-664, 2003.

CAETANO, L.P. de S.; DIAS-FILHO, M.B. Responses of six *Brachiaria* spp. accessions to root zone flooding. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.5, p.\*\*\*-\*\*\*, 2008.

CAMARÃO, A.P.; MARQUES, J.R.F.; MARTÍNEZ, G.B.; LOPES, C.A.C.; COSTA, N.A. da. Recursos forrageiros nas várzeas. In: MARQUES, J.R.F.; LOPES, C.A.C.; MARTÍNEZ, G.B. **Produção animal nas várzeas do Rio Amazonas**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2003. p.255-301.

CAMPOS, M.A.A.; UCHIDA, T. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n. 3, p 281-288, 2002.

CANDIDO, M.J.D.; ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, J.A. Duração do período de descanso e crescimento do dossel de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob lotação intermitente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.2, p.398-405, 2005.

CARVALHO, C.J. Reis de; ISHIDA, F.Y. Respostas de pupunheiras (*Bactris gasipaes* Kunth) jovens ao alagamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.9, p.1231-1238, 2002.

CARVALHO, N.O.S.; PELACANI, C.R.; RODRIGUES, M.O. de S.; CREPALDI, I.C. Crescimento inicial de plantas de licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) BECC.). **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.3, p.351-357, 2006.

CASTRO, C.R.T. de; GARCIA, R.; CARVALHO, M.M.; FREITAS, V. de P. Efeitos do sombreamento na composição mineral de gramíneas forrageiras tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1959-1968, 2001.

FAO, Roma, Itália.. **Grassland species: profiles**. Disponível em: <http://www.fao.org/ag/agP/AGPC/doc/Gbase/DATA/Pf000191.HTM>. Acesso em: 23 fev. 2008.

CONSERVA, A. dos S.; PIEDADE, M.T.F. Ciclo de vida e ecologia de *Paspalum fasciculatum* Willd. EX. Fluegge (Poaceae), na várzea da Amazônia Central. **Acta Amazônica**, v. 31, n. 2, p. 205-220, 2001.

DIAS-FILHO, M.B. Physiological responses of *Vismia guianensis* to contrasting light environments. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 7, n.1, 35-40, 1995.

DIAS-FILHO, M.B. Physiological responses of *Solanum crinitum* Lam. to contrasting light environments. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n. 8, p. 789-796, 1997.

DIAS-FILHO, M.B. Physiological responses of two tropical weeds to shade: growth and biomass allocation. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n. 6, p. 945-952, 1999.

DIAS-FILHO, M.B. Growth and biomass allocation of the C<sub>4</sub> grasses *Brachiaria brizantha* and *B. humidicola* under shade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n. 12, p. 2335-2341, 2000.

DIAS-FILHO, M.B.; CARVALHO, C.J.R. de. Physiological and morphological responses of *brachiaria* spp. to flooding. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.10, p.1959-1966, 2000.

DIAS-FILHO, M.B. Tolerance to flooding in five *Brachiaria brizantha* accessions. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, p. 439-447, 2002.

DIAS-FILHO, M.B. Opções forrageiras para áreas sujeitas a inundação ou alagamento temporário. In: PEDREIRA, C.G.S.; MOURA, J.C. de; DA SILVA, S. C.; FARIA, V. P. de Ed., 22., 2005. **Teoria e prática da produção animal em pastagens**. Piracicaba: FEALQ, 2005. p.71-93.

DIAS-FILHO, M.B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental. 2007. 190p.

DIFANTE, G. dos S. **Importância da morfogênese no manejo de gramíneas forrageiras**. Trabalho de disciplina. Viçosa: UFV, 2003. Disponível em: [www.forrageicultura.com.br/arquivos/importanciadamorfogenesenomanejo.pdf](http://www.forrageicultura.com.br/arquivos/importanciadamorfogenesenomanejo.pdf). Acesso em: 24 set. 2007.

FARMER, J.W. e PEZESHKI, S.R. Effects of periodic flooding and root pruning on *Quercus nuttallii* seedlings. **Wetlands ecology and management**. v. 12, p. 205-214, 2004.

FERRAZ, E.C. **Apontamentos de fisiologia vegetal**. Piracicaba: ESALQ, 1984. 338 p.

FERREIRA, J.N.; RIBEIRO, J.F.; FONSECA, C.E.L. da. Crescimento inicial de *Piptadenia gonoacantha* (Leguminosae, Mimosoideae) sob inunda o em diferentes níveis de luminosidade. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.24, n.4, p.561-566, 2001.

HADDAD, C.M.; PLATZECK, C.O.; TAMASSIA, L.F.M.; CASTRO, F.G.F. Estabelecimento do capim set ria cv. Kazungula em condi es de inunda o. **Scientia Agricola**, v.57, n.2, p.205-212, abr./jun. 2000.

HADDADE, I.R.; OBEID, J.A.; FONSECA, D.M. da; PEREIRA, O.G.; PEDRON e SILVA, M.A. Crescimento de espécies forrageiras tropicais submetidas a diferentes períodos de alagamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n. 5, p 1924-1930, 2002.

HOMMA, A.K.O.; SOUZA FILHO, A.P. da S.; FERREIRA, C.A.P.; ARAÚJO, C.V.; RIBEIRO, H.F.L.; LAU, H.D.; VEIGA, J.B. da; ALBUQUERQUE, J.; LOURENÇO JÚNIOR, J. de B.; TEIXEIRA NETO, J.F.; MARQUES, J.R.F.; DIAS-FILHO, M.B.; COSTA, N.A. da; MASCARENHAS, R.E.B.; DUTRA, S.; ROLIM FILHO, S.T. **Cria o de bovinos de corte no estado do Pará**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. (Embrapa Amazônia Oriental. Sistemas de Produ o, 3). Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/BovinoCorte/BovinoCortePara/paginas/autores.html>. Acesso em: 1 jun. 2007.

HOOK, D.D. Adaptations to flooding with fresh water. In: KOZLOWSKI, T. T. **Flooding and plant growth**. London: Academic Press, 1984. P. 265-294.

IBRAHIM, M.; VILANUEVA, C.; MORA, J. Traditional and improved silvopastoral systems and their importance in sustainability of livestock farms. In: MOSQUERA-Losada, M. R.; Rigueiro-Rodríguez, A. & McAdam, J. (Ed.). *Silvopastoralism and sustainable land management: INTERNATIONAL CONGRESS ON SILVOPASTORALISM AND SUSTAINABLE MANAGEMENT*, 2004, Lugo, Spain. **Proceedings...**Oxfordshire: CABI International, 2005. p.13-18.

JANSEN, C.; VAN DE STEEG, H.M.; KROON, H. de. Investigating a trade-off in root morphological responses to a heterogeneous nutrient supply and to flooding. **Functional Ecology**, v.19, p. 952-960, 2005.

KOZLOWSKI, T.T. Responses of woody plants to flooding and salinity. Victoria: Heron Publishing, 1997. p.1-29. (Tree Physiology Monograph, n. 1). Disponível em: <http://heronpublishing.com/tp/monograph/kozlowski.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2007.

LEMAIRE, G. The physiology of grass growth under grazing: Tissue turn-over. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ANIMAL PRODUCTION UNDER GRAZING, 1997, Viçosa. **Anais...** p. 29-37.

LIMA, F.Z. de; COSTA, L.C.; PEREIRA, C.R.; DOURADO NETO, D.; CONFALONE, A.E. Efeito do estresse de luz e água na eficiência do uso da radia o solar pela cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 12, n. 1, p. 1-7, 2004.

MARENCO, R.A. e REIS, A.C.S. Shading as an environmental factor affecting the growth of *Ischaemum rugosum*. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 10, n. 2, p.107-112, 1998.

MATTOS, J.L.S. de; GOMIDE, J.A.; MARTINEZ y HUAMAN, C.A. Crescimento de espécies de *brachiaria* sob déficit hídrico e alagamento a campo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.3, p.755-764, 2005.

MOMMER, L.; LENSSEN, J.P.M.; HUBER, H.; VISSER, E.J.W. e KROON, H. de Ecophysiological determinants of plant performance under flooding: a comparative study of seven plant families. **Journal of Ecology**. v. 94, p. 1117–1129, 2006. Disponível em: [http://www.eco.science.ru.nl/expplioc/publ/pdf/mommer\(2006\)\\_JEcol1.pdf](http://www.eco.science.ru.nl/expplioc/publ/pdf/mommer(2006)_JEcol1.pdf). Acesso em: 26 Ago 2007.

MOMMER, L.; PEDERSEN, O.; VISSER, E.J.W. Acclimation of a terrestrial plant to submergence facilitates gas exchange under water. **Plant, Cell and Environment**. v. 27, p. 1281-1287, 2004.

MORARD, P.; SILVESTRE, J. Plant injury due to oxygen deficiency in the root environment of soilless culture: a review. **Plant and soil**. v. 184, p 243-254, 1996.

OLIVEIRA, M.A. **Morfogênese, análise de crescimento e valor nutritivo do capim Tifton 85 (*Cynodom spp.*) em diferentes idades de rebrota**. 1999. 94fl, Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

PAIVA, A.S.; FERNANDES, E.J.; RODRIGUES, T.J.D.; TURCO, J.E.P. Condutância estomática em folhas de feijoeiro submetido a diferentes regimes de irrigação. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.25, n.1, p.161-169, 2005.

PEZESHKI, S.R. Plant response to flooding. In: WILKINSON, R. E. **Plant environment interactions**. New York: Marcel Dekker, 1994. p. 289-321.

PIEIDADE, M.T.F.; JUNK, W.J.; DE MELLO, J.A.N. A floodplain grassland os the central Amazon. In: LONG, S.P.; JONES, M.B.; ROBERTS, M.J. **Primary productivity of grass ecosystems of the tropics and sub-tropics**. London: Chapman & Hall, 1992. P 127-158.

PIEIDADE, M.T.F.; SCHÖNGART, J.; JUNK, W.J. **O manejo sustentável das áreas alagáveis da Amazônia Central e as comunidades de herbáceas aquáticas**. Manaus: INPA. p. 43-55. Disponível em: [http://www.mamiraua.org.br/uakari/pdfs/01/rev\(01\)\\_01.pdf](http://www.mamiraua.org.br/uakari/pdfs/01/rev(01)_01.pdf). Acesso em: 31 Jan. 2008.

PONNAMPERUMA, F.N. Effects of flooding on soils. In: KOZLOWSKI, T.T. **Flooding and plant growth**. London: Academic Press, 1984. p. 9-45.

PORFIRIO-DA-SILVA, V. Sistemas silvipastoris para a produção de carne. In: PEDREIRA, C.G.S.; MOURA, J.C. de; DA SILVA, S.C.; FARIA, V.P. de. Ed. **As pastagens e o meio ambiente**. Piracicaba: FEALQ, 2006. p. 297-326.

POVH, J.A.; RUBIN FILHO, C.J.; MOURÃO, K.S.M.; PINTO, D.D. Respostas morfológicas de plantas jovens de *Chorisia speciosa* A. St.Hil (Bombacaceae) sob condições de alagamento. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v.27, n. 3, p 195-202, 2005.

RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. **Biologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. 829 p.

SENA GOMES, A.R.; KOZLOWSKI, T.T. Growth responses and adaptations of *fraxinus pennsylvanica* seedlings to flooding. **Plant Physiology**, v. 66, p. 267-271, 1980.

SILVA, B.M.S.; CESARINO, F.; PANTOJA, T.F. Efeitos de diferentes níveis de radiação sobre o crescimento inicial de *Clitoria fairchildiana* R. A. Howard. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.71, p. 293-669, 2004. Suplemento.

SILVA, M.M.P. da; VASQUEZ, H.M.; BRESSAN-SMITH, R.E.; SILVA, J.F.C. da; ERBESDOBLER, E.D.; ANDRADA JUNIOR, P.S.C. de. Respostas morfogênicas de gramíneas forrageiras tropicais sob diferentes condições hídricas do solo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, vol.34, no.5, p.1493-1504, 2005.

SILVA, W. da; SEDIYAMA, T.; SILVA, A.A. da; SOUZA, A.P. de. Taxa fotossintética líquida de *Eucalyptus citriodora* Hook e *E. grandis* W. Hill em resposta à diferentes níveis de água no solo e associação com *Brachiaria brizantha* Stapf. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 5, p. 1205-1209, 2001.

ZANINE, A. de M. Resposta morfofisiológica em pasto sob pastejo. **Colloquium agrariae**, v.1, n. 2, p. 50-59, 2005.

WAN, C.; SOSEBEE, R.E. Tillering responses to red:far-red light ratio during different phenological stages in *Eragrostis curvula*. **Environmental and Experimental Botany**, v.40, p.247-254, 1998.

WONG, C.C. Shade tolerance of tropical forages: a review. In: SHELTON, H.M.; STÜR, W.W. (Ed.). **Forages for plantation crops**. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research, 1991. p.64-69. (ACIAR Proceedings, 32).

YAMAMOTO, F.; SAKATA, T.; TERAZAWA, K. Physiological, morphological and anatomical responses of *Fraxinus mandshurica* seedlings to flooding. **Tree Physiology**, Victoria, v. 15, p.713-719, 1975.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ecossistema da várzea, planícies fluviais, é altamente específico e seu uso deve estar baseado fundamentalmente no manejo ecológico relacionado a processos sociais. Atividades antrópicas como agricultura seguida da pecuária causam a redução da cobertura arbórea de grandes áreas das planícies fluviais alterando as características desse ecossistema. Esses, são ambientes frágeis, de baixo grau de resiliência e a remoção da sua cobertura vegetal pode levar a perda total do habitat, uma vez que as árvores são reconhecidamente elementos-chave dos sistemas aquáticos e desempenham um papel fundamental na sua manutenção.

A cheia dos rios e a conseqüente deposição anual de sedimentos definem a geomorfologia da várzea, sua fauna e flora, biogeografia e mesmo os seus padrões de ocupação humana. As populações tradicionais possuem amplo conhecimento sobre a floresta e têm hábitos alimentares e padrões de moradia próprios. Exploram boa parte dos recursos naturais das matas ciliares onde o extrativismo se apresenta estratégico para sua sustentabilidade. Ao desmatar essas áreas, sua população se vê desabastecida de importantes fontes de alimento e de outros usos.

Recuperar esse ecossistema com a introdução de árvores (sistemas silvipastoris) representa um desafio cultural devido às tradições regionais, ou seja, uma forte herança de antigas práticas. Neste sentido, o entendimento sobre a percepção humana das populações locais é fundamental para o planejamento e implementação de práticas sustentáveis. Assim, para a realização do presente estudo buscou-se conciliar conhecimentos tradicionais (etnobotânicos) e científicos no sentido de contribuir para a reincorporação, ao processo produtivo, as áreas de várzea do Baixo Amazonas.

Para a idealização de sistemas silvipastoris nas planícies fluviais estudadas, o componente arbóreo surgiu resgatando o conhecimento tradicional baseado em suas potencialidades de uso/consumo pelas populações locais. Como o diagnóstico resultou no enfoque dado as espécies frutíferas (bacuri, castanha sapucaia, castanha-de-macaco, ingá, taperebá, jauari, cuieira, etc.), seguido das madeireiras (paricá, pau mulato, taxi, açacu, sapupira, tamanqueira, etc.), significa dizer que os ribeirinhos da região estarão mais sensíveis a introdução do sistemas agroflorestais em suas áreas se essas espécies estiverem compondo os referidos sistemas. O interesse por essas árvores não está focado no uso comercial de seus produtos, mas como fontes nutricionais de consumo humano e da fauna local, em obras



temporárias, na medicinal tradicional, dentre outros usos, o que as torna ainda mais relevantes pela familiaridade que passam a ter com os indivíduos da região.

Acrescido a isso, as espécies elencadas pela pesquisa são normalmente abundantes na área de abrangência do estudo, fato que se torna mais um facilitador no momento de propor sistemas silvipastoris.

Pela necessidade de mais informações sobre o comportamento das árvores declaradas pelos ribeirinhos, duas espécies, o açacu (*Hura creptans* L.) e a sapupira (*Andira inermis* (W. Wrigth) Kunth ex DC) foram estudadas com maior profundidade.

O primeiro passo para a idealização de um sistema silvipastoril é eleger as espécies passíveis de serem plantadas na várzea. Para isso, o acompanhamento dos eventos fenológicos dessas árvores (fenofases reprodutiva e vegetativa) determinando a época da disseminação das sementes, é fundamental para o início do processo de produção de mudas. O acompanhamento fenológico realizado levou em consideração a dinâmica da inundação periódica da várzea, apresentando sazonalidade desses eventos somente para a sapupira.

Para essas espécies, a programação de coleta de sementes para produção de mudas deve ocorrer nas fases de seca e transição seca-cheia das planícies fluviais, por apresentarem, nesse período, as fenofases “frutos maduros” e disseminação de frutos. Como se trata de um período de águas baixas, o acesso até os locais de coleta de sementes é facilmente alcançado. Entretanto, os produtores devem estar atentos a fenofase “disseminação de frutos” que, pelo estudo realizado, apresentou-se em curto período e com baixa sincronia entre indivíduos (as árvores não frutificam na mesma época).

A sazonalidade abiótica, ou inundações anuais, das planícies fluviais podem apresentar restrições às espécies florestais quando introduzidas nesse ecossistema. Entretanto, mesmo para as espécies tolerantes a anoxia, como o açacu e a sapupira, a inundação é nociva a essas plantas. Uma forma de amenizar o impacto negativo da falta de oxigênio no solo e consequentemente o retardamento do desenvolvimento de plântulas das espécies estudadas é utilizar mudas de, pelo menos, 120 dias de idade.

A seleção de forrageiras, também componentes dos sistemas silvipastoris, contribui significativamente para o sucesso desses sistemas em planícies fluviais. O uso de espécies forrageiras adaptadas às condições de anoxia/hipoxia e também ao sombreamento torna-as tolerantes aos estresses inerentes ao sistema. As gramíneas coloninha (*Brachiaria mutica* biotipo 1), mojuí (*Brachiaria mutica* biotipo 2) e mori (*Paspalum fasciculatum*) são de uso frequente pelos ribeirinhos da região do Baixo Amazonas. Essa preferência justifica-se, pois

essas espécies utilizam como estratégia de sobrevivência o desenvolvimento de estruturas morfofisiológicas que lhes permite suportar os impactos dos estresses por inundação e sombreamento.

Finalmente, a recuperação de planícies fluviais do Baixo Amazonas antropizadas pela agropecuária pode ser realizada através da implantação de sistemas silvipastoris que contemplem as espécies florestais e forrageiras estudadas. Entretanto, a questão de escala depende da capacidade de obtenção de sementes e produção de mudas, via parceria com a população local, assim como um sistema de capacitação dos atores sociais desse importante ecossistema amazônico.