



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



**MADSON ANTONIO BENJAMIN FREITAS**

**ESTRUTURA E FLORÍSTICA DE VÁRZEA MANEJADA PARA A PRODUÇÃO DE  
FRUTOS DO AÇAIZEIRO (*Euterpe oleracea* Mart.) NO ESTUÁRIO DA AMAZÔNIA  
ORIENTAL E SUAS IMPLICAÇÕES PARA A CONSERVAÇÃO**

**BELÉM – PA  
2014**



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



**MADSON ANTONIO BENJAMIN FREITAS**

**ESTRUTURA E FLORÍSTICA DE VÁRZEA MANEJADA PARA A PRODUÇÃO DE  
FRUTOS DO AÇAIZEIRO (*Euterpe oleracea* Mart.) NO ESTUÁRIO DA AMAZÔNIA  
ORIENTAL E SUAS IMPLICAÇÕES PARA A CONSERVAÇÃO**

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

**Orientadora: Dr<sup>a</sup>. Ima Célia Guimarães Vieira  
Coorientadora: Dr<sup>a</sup> Ana Luisa Kerti Mangabeira  
Albernaz**

**BELÉM – PA  
2014**

Freitas, Madson Antonio Benjamin

Estrutura e florística de várzea manejada para a produção de frutos do açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) no estuário da Amazônia Oriental e suas implicações para a conservação. / Madson Antonio Benjamin Freitas; Orientação de Ima Célia Guimarães Vieira – Belém, 2014.

79 f.: il. color.

Dissertação apresentada na Universidade Federal Rural da Amazônia e ao Museu Paraense Emílio Goeldi, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre do Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas com área de concentração em Botânica Tropical.

1. Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). 2. Açaí - manejo. 3. Floresta de várzea – Análise florística I. Vieira, Ima Célia Guimarães., Orient. II. Universidade Federal Rural da Amazônia. III. Título.

CDD 584.5



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



**MADSON ANTONIO BENJAMIN FREITAS**

**ESTRUTURA E FLORÍSTICA DE VÁRZEA MANEJADA PARA A PRODUÇÃO DE  
FRUTOS DO AÇAIZEIRO (*Euterpe oleracea* Mart.) NO ESTUÁRIO DA AMAZÔNIA  
ORIENTAL E SUAS IMPLICAÇÕES PARA A CONSERVAÇÃO**

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

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Prf<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ima Célia Guimarães Vieira - Orientadora  
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI**

---

**Prof. Dr. Marcelo Tabarelli – 1º Examinador  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**

---

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Aparecida Lopes – 2º Examinador  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**

---

**Prof. Dr. Mário Augusto Gonçalves Jardim – 3º Examinador  
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI**

*À minha mãe Janete Benjamim, meu pai Valter dos S. Freitas, minha avó Maria R. de L. Benjamim, me irmãos Wagner B. Freitas e Esdras B. Freitas, meu amigo Claudio de J. A. de Paula e Minha cunhada Vanessa S. Lima.*

*“Porque cada um, independente das habilitações que tenha, ao menos uma vez na vida fez ou disse coisas muito acima da sua natureza e condição, e se a essas pessoas pudéssemos retirar do quotidiano pardo em que vão perdendo os contornos, ou elas a si próprias se retirassem de malhas e prisões, quantas mais maravilhas seriam capazes de obrar, que pedaços de conhecimento profundo poderiam comunicar, porque cada um de nós sabe infinitamente mais do que julga e cada um dos outros infinitamente mais do que neles aceitamos reconhecer.”*

José Saramago (A Jangada e a Pedra)

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus fonte de misericórdia e sabedoria.

Ao Programa de pós-graduação em Ciências Biológicas do Museu Paraense Emílio Goeldi e a Universidade Federal Rural da Amazônia pelo suporte técnico/científico disponibilizado durante esses anos.

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Projeto Biodiversidade e Usos da Terra na Amazônia-MPEG, do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (Processo CNPq 574008/2008-0) pelo financiamento do projeto.

A Profª Drª Ima Célia Guimarães Vieira pela disponibilidade e dedicação que proporcionaram significativa evolução na minha formação durante esses anos convivência.

A Profª Drª Ana Luisa Kerti Mangabeira Albernaz pela imprescindível contribuição para o aperfeiçoamento de minha formação e que foi fundamental para conclusão desta dissertação.

Aos doutores Antonio L. Queiroz da EMBRAPA, Mário A. G. Jardim e Leandro V. Ferreira do MPEG pelas sugestões e contribuições durante a elaboração desta dissertação.

A Secretaria de Estado de Meio Ambiente (SEMA) pela autorização de coleta nº 001/2013 para coleta no Refúgio de Vida Silvestre – Revis.

Aos motoristas, técnico para botânico e bolsista do MPEG, Sr Estélio, Sr Nonato, Carlos Alberto e Carlos Alberto Jr, respectivamente, pelo auxílio na coleta e tabulação dos dados.

A Profa Msc Arlete Silva de Almeida pelo auxílio e orientação na logística e confecção dos mapas.

Ao biólogo Msc José Leonardo Lima Magalhães pelo auxílio na elaboração e análise dos dados.

Aos moradores ribeirinhos em especial Sr. Odair Quaresma, Sr. Mitom Ferreira, Sr. André, Sr. Armando Freitas e Sr. Zé pela disponibilidade e auxílio na coleta de dados em suas propriedades.

Aos meus familiares Janete Benjamim, Valter Freitas, Maria Rita de Lourdes Benjamim, Esdras Freitas, Wagner Freitas, sua esposa Vanessa Lima e Cláudio de Paula pelo companheirismo, auxílio e compreensão nesses anos de curso.

Aos amigos companheiros das turmas da “pós-bot” 2010-2013, em especial Ana Claudia, Crisvaldo Cássio, Luana do Carmo, Marilene, Arthur Lau, Anneiry, Rafaela, Gabriela e os amigos da CBO Priscilla, Eliete e Laice pela amizade e colaboração para a conclusão deste Mestrado.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO .....</b>	<b>8</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>9</b>
<b>1 CONTEXTUALIZAÇÃO.....</b>	<b>10</b>
1.1 REVISÃO DA LITERATURA .....	13
1.1.1 Caracterização da floresta de várzea estuarina.....	13
1.1.2 Florística e estrutura de floresta de várzea estuarina.....	14
1.1.3 Manejo e degradação em floresta de várzea do estuário .....	16
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>19</b>
<b>2 Estrutura e florística de várzea manejada para produção de açaí (<i>Euterpe oleracea</i> Mart.) no estuário da Amazônia e suas implicações para a conservação* .....</b>	<b>25</b>
RESUMO.....	26
2.1 INTRODUÇÃO .....	27
2.2 MATERIAIS E MÉTODOS .....	29
2.2.3 Área de Estudo .....	29
2.2.4 Categorização dos tipos de manejo de açaizais .....	30
2.2.5 Inventários.....	32
2.2.6 Abertura de dossel.....	32
2.2.7 Análise de Dados.....	33
2.3 RESULTADOS .....	34
2.3.1 Análises fitossociológicas .....	34
2.3.2 Abundância e diversidade de espécies arbóreas .....	35
2.3.3 Similaridade florística entre as classes de manejo .....	37
2.3.4 Efeitos do manejo sobre a diversidade de espécies .....	39
2.4 DISCUSSÃO .....	40
2.5 CONCLUSÃO .....	44
2.6 REFERÊNCIAS.....	45
<b>ANEXO A – Material suplementar: Tabela S1 .....</b>	<b>51</b>
<b>ANEXO B – Material suplementar: Tabela S2 .....</b>	<b>52</b>
<b>ANEXO C – Material suplementar: Tabela S3 .....</b>	<b>53</b>
<b>ANEXO D - Normas da revista Forest Ecology and Management.....</b>	<b>62</b>



## RESUMO

O açaí é o principal componente da alimentação e uma importante fonte de renda para a população do estuário amazônico e isto tem estimulado uma grande proliferação da população dessa espécie através de seu adensamento nas várzeas da região. Este trabalho objetivou analisar as mudanças florísticas e estruturais decorrentes de diferentes intensidades de manejo para a produção de açaí na várzea do estuário. Para isso três níveis foram categorizados: manejo intensivo, manejo moderado e sem manejo (controle), e amostradas 12 parcelas de 10 x 100 m em cada classe (total de 3,6 ha), em que foram mensurados todos os indivíduos arbóreos ( $DAP \geq 5$  cm). As amostras para regeneração ( $\geq 1$  m de altura e  $\leq 5$  cm de DAP), foram tomadas em 10 sub parcelas de 1 m x 1 m. A abertura de dossel foi analisada através de fotografias obtidas por câmera equipada com lente “olho de peixe”. A suficiência amostral foi testada através de curvas de rarefação. Dominância através de Curvas de Whittaker. Estrutura horizontal e a diversidade foram analisadas através de parâmetros fitossociológicos e do Alpha de Fisher, respectivamente. ANOSIM, SIMPER e uma ordenação (NMDS), foram usadas para analisar a similaridade entre as classes e a contribuição relativa das espécies. Modelos Lineares Gerais (GLM) permitiu avaliar as variáveis que melhor responderam às categorias sugeridas. Foram encontrados 3 168 indivíduos pertencentes a 43 famílias, 119 gêneros e 169 espécies. O açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) esteve presente entre as espécies com maior IVI e foi a que mais contribuiu para a dissimilaridade entre todas as categorias devido às diferenças de abundância. Além do açaí, as espécies com maior IVI para a categoria manejo intenso foram *Virola surinamensis* (Rol. ex Rottb.) Warb. e *Carapa guianensis* Aubl.; para a categoria manejo moderado foram *V. surinamensis* e *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg.; e para a categoria sem manejo foram *Swartzia acuminata* Willd. ex Vogel e *Taralea oppositifolia* Aubl. Houve distinção, porém com alta similaridade, entre as categorias manejo intenso e manejo moderado e baixa similaridade da categoria sem manejo em relação às demais. A categoria sem manejo apresentou uma curva de dominância mais homogênea, devido ao maior equilíbrio entre abundância e riqueza enquanto as outras categorias apresentaram maior dominância das espécies manejadas e menor riqueza, sendo parte dessa abundância relacionada à intensificação do açaí. A riqueza da regeneração, riqueza arbórea e diversidade foram parâmetros satisfatórios para demonstrar as alterações resultantes do manejo. Houve grande perda de espécies na classe de manejo moderado semelhante a sistemas agroflorestais, sugerindo-se a adoção de estratégia de poupadores de terras (*land sparing*) através da alocação de áreas conservadas para manutenção da biodiversidade.

Palavras-chave: Manejo de Açaí; Várzea estuarina alterada; Conservação da várzea estuarina.

## ABSTRACT

The "açaí" is the main component of the diet and a major source of income for the population of the Amazon estuary and this has stimulated a proliferation of the population of this species through its enrichment in the floodplains of the region. This study aimed to analyze the floristic and structural changes due to different intensities of management for the production of "acai" in the estuary floodplain. Accordingly, three levels were categorized: intensive management, moderate management and without management (control), and sampled 12 plots of 10 x 100 m in each class (total of 3.6 ha), which were measured in all trees (DBH  $\geq$  5 cm). Samples for regeneration ( $\geq$  1 m tall and  $\leq$  5 cm DBH) were taken in 10 sub plots of 1 mx 1 m. The canopy cover was analyzed using photographs taken by lens equipped with "fisheye" camera. The sampling adequacy was tested through rarefaction curves. Dominance through curves Whittaker. Horizontal structure and diversity were analyzed by phytosociological parameters and Fisher's alpha, respectively. ANOSIM, SIMPER and ordination (NMDS), were used to evaluate the similarity between classes, and the relative contribution of species. General Linear Models (GLM) allowed to evaluate the variables that best responded to the suggested categories. 3168 individuals belonging to 43 families, 119 genera and 169 species were found. Açai (*Euterpe oleracea* Mart.) was present among the species with the highest IVI and has contributed the most to the dissimilarity between all categories due to differences in abundance. Besides acai, the species with the highest IVI for category intense management were *Virola surinamensis* (ex Rol. Rottb.) Warb. and *Carapa guianensis* Aubl; for category moderated management were *V. surinamensis* and *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg., and for category management were no *Swartzia acuminata* Willd. former Vogel and *Taralea oppositifolia* Aubl. There was a difference, but high similarity between the categories intensive management and moderate management and low similarity of the category no management in relation to others. The category without management presented a more homogeneous dominance curve, due to the better balance between abundance and wealth while the other categories showed greater dominance of managed and reduced species richness, being part of this abundance related to the intensification of acai. The wealth of regeneration, tree richness and diversity were satisfactory to demonstrate the changes resulting from management parameters. There was great loss of species in the class of moderate handling like agroforestry, suggesting the adoption of land-sparing strategy by allocating conserved areas for maintaining biodiversity.

Keywords: Management of acai; Estuarine Floodplain amended; Conservation estuarine floodplain

## 1 CONTEXTUALIZAÇÃO

As florestas inundáveis possuem regimes periódicos de inundação e são formadas, basicamente, por florestas de várzea e igapó (AYRES, 1995; PRANCE, 1979). Sioli (1985) define as florestas de várzea como uma planície aluvial que se estende de 20 a 100 km de largura ao longo dos rios da Amazônia, permanecendo alagadas durante determinado período do ano.

A cobertura vegetal, o tipo de água e a duração das inundações foram utilizadas por Prance (1979) como parâmetros para determinar sete principais tipos de vegetação em solos inundáveis da Amazônia, dos quais cinco são periodicamente e dois permanentemente inundados. Neste sistema de classificação, a floresta de várzea de marés é a que se estende ao longo do estuário a partir da foz do rio Amazonas, nas proximidades do estreito de Óbidos (SIOLI, 1985). Por sofrer influência tanto do oceano quanto da descarga hídrica depositada pelo rio Amazonas, esse ambiente é inundado e drenado duas vezes ao dia (LIMA; TOURINHO, 1996).

As florestas de várzea do estuário amazônico se estendem por uma área de aproximadamente 25.000 km<sup>2</sup>, desde a foz, onde estão localizadas as ilhas do arquipélago do Marajó, até próximo às margens do rio Xingu (LIMA; TOURINHO, 1996). São áreas planas, de baixa altitude, sujeitas a inundações diárias que variam de 0,50 m na foz do rio Xingu a 3,50 m em Belém (PIRES; PRANCE, 1985). Possuem solo de argila composto por água barrenta, rica em sedimentos (PIRES; PRANCE, 1985), os quais se depositam diariamente às margens dos rios durante a inversão do fluxo para o refluxo, momento em que a água fica parada por aproximadamente sete minutos (LIMA; TOURINHO, 1996).

Esse depósito de sedimentos permite uma variação topográfica às margens dos rios, diferenciando várzea alta, nos maiores níveis e várzea baixa, nos menores (LIMA; TOURINHO, 1996). O estresse hídrico ocasionado por essa variação de topografia exige condições fisiológicas e morfológicas de adaptação das espécies vegetais, como: lenticelas, pneumatóforos e raízes aéreas (ALMEIDA et al., 2004; ANDERSON et al., 2007; CARVALHO et al., 1998; CATTANIO; ANDERSON; CARVALHO, 2002; PAROLIN, 2012).

As adaptações impostas pelas condições da várzea estuarina em resposta ao gradiente de inundação, faz com que as espécies predominantes encontrem-se nas famílias Fabaceae e Arecaceae, representadas principalmente por *Pterocarpus officinalis* Jacq., *Macrolobium angustifolium* (Benth.) R.S. Cowan, *Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze, *Mora paraensis* (Ducke) Ducke, *Euterpe oleracea* Mart. e *Astrocaryum murumuru* (Mart.) (ALMEIDA; JARDIM, 2011; ALMEIDA et al., 2004; BATISTA et al., 2011; JARDIM; VIEIRA, 2001). Porém, em termos de importância, o açaí (*E. oleracea*) é a espécie mais representativa, devido ao seu alto potencial adaptativo para o manejo por ribeirinhos (ALMEIDA; JARDIM, 2011; BATISTA et al., 2011; JARDIM; VIEIRA, 2001; SANTOS; MIRANDA; TOURINHO, 2004; TER STEEGE et al., 2013).

*Euterpe oleracea* (Mart.) apresenta grande facilidade de proliferação em várzeas alagadas, devido suas respostas ao déficit de oxigênio originado pelo fluxo diário das marés. Além disso, essa espécie possui facilidade de estabelecimento em ambientes sombreados e a pleno sol (CUNHA FREIRE et al., 2013), o que faz com que o manejo praticado por ribeirinhos priorize a eliminação de espécies competidoras, e consequentemente, a diminuição do número de espécies.

Deste modo, muitos trabalhos apontam uma grande variação da riqueza e diversidade em estudos realizados sob diferentes condições de densidade de açaí na várzea (ALMEIDA; JARDIM, 2011; BATISTA et al., 2011; CARIM; JARDIM; MEDEIROS, 2008; LAU; JARDIM, 2013; SANTOS; MIRANDA; TOURINHO, 2004). Isso pode resultar na perda de grande parte das espécies raras responsáveis por diversas funções no ecossistema, principalmente a ciclagem de nutrientes, sequestro e estoque de carbono, polinização e decomposição, além da perda de muitos produtos florestais não-madeireiros ainda pouco conhecidos (THOMPSON et al., 2013), dificultando a manutenção da resiliência desta floresta (GUARIGUATA; OSTERTAG, 2001; THOMPSON et al., 2013).

Com o crescente valor comercial e incentivo ao seu manejo, a presença do açaí faz com que as florestas de várzeas do estuário amazônico sofram profundas transformações em sua fisionomia, ocasionadas principalmente pelo manejo intensivo praticado por moradores ribeirinhos que sobrevivem basicamente da pesca e da coleta do fruto (HOMMA et al., 2006; WEINSTEIN; MOEGENBURG, 2004). Os principais tratamentos silviculturais destinados à produção do fruto do açaí são: limpeza e raleamento da vegetação, desbaste das touceiras e adensamento (MAPA, 2012).

O fato do açaí ser a principal fonte de renda destes pequenos produtores e a facilidade com que esta planta se propaga, faz com que a quantidade dessa palmeira triplique em determinadas localidades, promovendo o que Homma et al. (2006) denomina “desmatamento verde”. Isto ocorre devido à proliferação de *E. oleracea* em detrimento das demais espécies constituintes da várzea, através de processos de desbastes e raleamento (HOMMA et al., 2006).

A categorização dos tipos de manejo praticado por ribeirinhos é pouco documentada, e as que existem são restritas aos locais de implementação dos referidos estudos publicados por Azevedo e Kato ( ), Grossman et al. (2004) e Queiroz e Mochiutti (2001). Dentre esses, Queiroz e Mochiutti (2001) baseou-se em dados fitossociológicos para propor um manejo de açaí denominado de “mínimo impacto”, o qual sugeria quantidades ideais de touceiras, espécies dicotiledôneas arbóreas e palmeiras por hectares, além de número de estipes por touceiras, de modo que a produtividade fosse mantida sem prejuízo à diversidade. Seus objetivos, no entanto, destinavam-se à melhoria das técnicas de manejo e produção de frutos de açaí, sendo dada pouca ênfase às implicações ecológicas em relação aos módulos experimentais testados.

Contudo, verificou-se que as proposições e suposições levantadas pelo estudo supracitado há mais de uma década, careciam de maiores investigações, levando-se em conta que diversos trabalhos apontam o manejo do açaí praticado por ribeirinhos como um dos principais fatores responsáveis pela dominância desta espécie no estuário (ALMEIDA; JARDIM, 2011; BATISTA et al., 2011; JARDIM; VIEIRA, 2001; SANTOS et al., 2006; SANTOS; MIRANDA; TOURINHO, 2004).

Desta forma, este trabalho objetivou investigar as principais mudanças na composição e estrutura da floresta de várzea em resposta aos dois modelos de manejo de açaí mais empregados pelos ribeirinhos, comparando-se com áreas não manejadas, a fim de analisar os efeitos das perturbações e suas possíveis consequências para a manutenção dos serviços ecossistêmicos da várzea. Com isso, buscou-se responder às seguintes questões: Como a várzea estuarina responde a diferentes tipos de manejo para a produção de frutos de açaí, em termos de florística, estrutura e diversidade?

A partir dessas perguntas levantou-se as seguintes hipóteses: H<sub>1</sub>: A florística, estrutura e diversidade de espécies da várzea diferem sob diferentes níveis de manejo.

## 1.1 REVISÃO DA LITERATURA

### 1.1.1 Caracterização da floresta de várzea estuarina

A floresta de várzea amazônica abrange uma área de 55 000 km<sup>2</sup> correspondendo a 10 % do bioma total (PIRES; PRANCE, 1985). Está distribuída ao longo de uma planície formada por solos aluviais que recebem sedimentos transportados que se depositam ao longo dos tributários (FERREIRA; ALMEIDA; PAROLIN, 2010; MAUÉS et al., 2011; SANTOS; MIRANDA; TOURINHO, 2004; WITTMANN; JUNK; PIEDADE, 2004).

Os rios amazônicos são categorizados de acordo com o histórico geológico e o tipo de sedimento, sendo os de água preta aqueles originados em terras baixas no terciário amazônico com baixo teor de sedimentos, enquanto os de água clara originam-se do Cretáceo dos escudos das Guianas e Brasileiro e possuem também baixo teor de sedimentos, em sua maioria (AYRES, 1995). Por outro lado, os rios de água branca carregam uma elevada carga de sedimentos ricos originados dos Andes e encostas pré-Andinas, depositando-os ao longo das margens (AYRES, 1995; JUNK et al., 2011; LIMA; TOURINHO, 1996; PRANCE, 1979; SIOLI, 1985).

Hierarquicamente o clima, hidrologia, propriedades químicas/sedimentais da água e critérios biológicos, respectivamente, foram usados por Junk et al. (2011) para classificarem as zonas úmidas amazônicas. Com isto, a várzea estuarina de marés (LIMA; TOURINHO, 1996), ingressou na categoria de “zonas úmidas de água doce indiretamente influenciada pela maré”, pertencente as “zonas úmidas de pulso de inundação curta com níveis de água oscilante”.

As várzeas sazonais da Amazônia central apresentam ciclos de inundações anuais que podem alcançar mais de 10 m de profundidade com duração próximas de 230 dias por ano durante os períodos de elevada precipitação (JUNK; BAYLEY; SPARKS, 1989; SCHÖNGART; JUNK, 2007; WITTMANN; JUNK; PIEDADE, 2004). A várzea do estuário amazônico, no entanto, é caracterizada pelo fluxo diário das marés, por sofrer influência tanto da descarga hídrica dos rios, quanto dos oceanos, com variações de profundidade que vão de 0,5 m na foz do rio Xingú a 3-4 m nas proximidades de Belém (PIRES; PRANCE, 1985). Em Belém, o processo de enchente e vazão ocorre durante aproximadamente 6,5 h, com intervalos de sete min, facilitando o depósito de sedimentos nas margens, dando origem à várzea alta e

baixa, de acordo com os maiores e menores níveis topográficos, respectivamente (CATTANIO; ANDERSON; CARVALHO, 2002; LIMA; TOURINHO, 1996). Em termos de regimes hidrológicos, a várzea baixa é inundada diariamente enquanto a várzea alta é inundada apenas durante as marés de lua nova conhecida como sizígias, ou nas marés de equinócios (LIMA; TOURINHO, 1996).

As diferenças topográficas e de condições de alagamento fazem com que a várzea baixa tenha menos espécies do que a várzea alta (CATTANIO; ANDERSON; CARVALHO, 2002; JARDIM; VIEIRA, 2001). Isto ocorre pelo fato do constante alagamento exigir condições bioquímicas, moleculares e morfológicas específicas em resposta à hipóxia e anóxia, tais como intensa troca de gases pelas lenticelas, abertura estomática, raízes tabulares, rizóforos, pneumatóros e haustórios, além de adaptações bióticas de fenologia, polinização e dispersão, em resposta às condições deste sistema (ALMEIDA; JARDIM, 2012; ALMEIDA et al., 2004; FRANGI; LUGO, 1985; LIMA; TOURINHO, 1996; LOBO; JOLY, 1998; PAROLIN, 2012). Estas características são menos frequentes na várzea alta por permanecer na maior parte do tempo com o solo úmido, porém não alagado, fazendo com que exista alguma similaridade florística desta com ambientes de terra-firme (GAMA et al., 2005).

### 1.1.2 Florística e estrutura de floresta de várzea estuarina

A várzea do estuário apresenta fisionomia heterogênea em função das exigências adaptativas que limitam o estabelecimento de espécies decorrente principalmente pela inundação, sendo as principais famílias representativas Fabaceae, Malvaceae, Euphorbiaceae e Arecaceae (ALMEIDA; JARDIM, 2012; ALMEIDA et al., 2004; BATISTA et al., 2011; CARIM; JARDIM; MEDEIROS, 2008; LAU; JARDIM, 2013; SANTOS et al., 2006). Com isso verifica-se a existência de poucas espécies as quais são representadas por muitos indivíduos, sendo a maioria de interesse econômico (ALMEIDA; JARDIM, 2011; ALMEIDA et al., 2004; CATTANIO; ANDERSON; CARVALHO, 2002). As espécies que comumente predominam em termos de valor de importância na maioria dos levantamentos fitossociológicos são: açaí (*E. oleracea*), murumuru (*Astrocaryum murumuru* Mart.), andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.), inajarana (*Quararibea guianensis* Aubl.), jarandeuva (*Pithecolobium laxiflorum* Rusby), cacau (*Theobroma cacao* L.), breu (*Protium krukoffii* Swart), ucuúba (*Virola surinamensis* (Rol. ex Rottb.) Warb.), seringueira (*Hevea*

*brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg.), açacu (*Hura crepitans* L.), pracuúba (*Mora paraensis* (Ducke) Ducke), munguba (*Pachira aquatica* Aubl.), caxinguba (*Ficus insipida* Willd.) e jutaí (*Hymenaea oblongifolia* Huber) (ALMEIDA; JARDIM, 2011; LAU; JARDIM, 2013; LIMA; TOURINHO, 1996; SALOMÃO; TEREZO; JARDIM, 2007).

O açaí apresenta adaptações que favorecem sua dominância em florestas de várzea. Entre elas a facilidade de proliferação em ambientes alagados através da capacidade de perfilhamento, formação de pneumatóforos, fixação de oxigênio pelo sistema radicular, florescimento e frutificação em todos os meses (JARDIM; VIEIRA, 2001; SANTOS; MIRANDA; TOURINHO, 2004). A dominância do açaí é apontada em diversos trabalhos que mostram seu alto índice de valor de importância (IVI) (ALMEIDA; JARDIM, 2011; BATISTA et al., 2011; CARIM; JARDIM; MEDEIROS, 2008; CUNHA FREIRE et al., 2013; LAU; JARDIM, 2013; SANTOS; MIRANDA; TOURINHO, 2004), fazendo com que se torne uma das espécies mais dominantes em todos os ecossistemas amazônicos (TER STEEGE et al., 2013).

Outro importante aspecto na análise da vegetação diz respeito à riqueza e diversidade de espécies da comunidade. A riqueza é muito variável e traz importantes informações sobre o estado de conservação, já que ambientes perturbados reduzem a diversidade e conduzem ao aumento do número de indivíduos (BOUTIN; HEVERT, 2002). Diversos estudos apontam a perda de riqueza interfere diretamente na fragmentação e perda de habitat na terra firme (ALBUQUERQUE; RUEDA, 2010; FAHRIG, 2003; THOMPSON et al., 2013), contudo poucos estudos tratam deste tema na várzea.

Estudos de degradação na várzea poderiam ser direcionados a partir da abordagem do adensamento do açaí e o processo denominado “desmatamento verde” (HOMMA et al., 2006) que consiste na adoção de práticas de substituição da maioria das espécies por maciços homogêneos de açazais pela maioria dos ribeirinhos. Esse procedimento interfere na estrutura e composição da várzea através do desbaste de espécies dicotiledôneas para redução do sombreamento e proliferação de *E. oleracea* (GROSSMANN et al., 2004; HOMMA et al., 2006; NOGUEIRA; FIGUEIRÊDO; MÜLLER, 2006; NOGUEIRA; HOMMA, 1998; WEINSTEIN; MOEGENBURG, 2004)

O adensamento do açaí também interfere na regeneração impedindo a recomposição florística e comprometendo a resiliência do ambiente. Weinstein e Moengeburg (2004) verificaram que locais caracterizados pelo manejo sem adensamento apresentaram quatro



vezes mais espécies recrutadas pelo banco de sementes em comparação às áreas com adensamento. Isso pode ocorrer em função da limpeza dos açais impedir a emergência das espécies competidoras com o açaí, além do fato do ambiente em regeneração dificultar o trânsito dos moradores durante a coleta (AZEVEDO; KATO, 2008; WEINSTEIN; MOEGENBURG, 2004).

### 1.1.3 Manejo e degradação em floresta de várzea do estuário

A exploração industrial madeireira existe há mais de 300 anos nas várzeas da Amazônia, desde o século XVI, quando madeiras nobres eram retiradas às margens dos rios e comercializadas nas metrópoles europeias (RANKIN, 1985; SALOMÃO; TEREZO; JARDIM, 2007). Com a instalação de serrarias ao longo dos rios houve um aumento significativo na exploração na década de 1950, o que correspondeu a 80% de toda madeira retirada da Amazônia (SALOMÃO; TEREZO; JARDIM, 2007). A facilidade para escoamento mediante as proximidades dos rios fez com que a floresta de várzea superasse a de terra firme em produção madeireira, principalmente no aproveitamento de espécies nobres como virola (*Virola surinamensis* (Rol. ex Rottb.) Warb.), andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.), pará-pará (*Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don), marupá (*Simarouba amara* Aubl.), cedro (*Cedrela odorata* L.) e macacaúba (*Platymiscium ulei* Harms) (FORTINI; ZARIN, 2011; RANKIN, 1985; SALOMÃO; TEREZO; JARDIM, 2007).

A extração de produtos florestais madeireiros destina-se principalmente a construção de moradias e produção de carvão vegetal, sendo o carvão aproveitado para preparação do alimento ou para fins comerciais como produção de tijolos e telha em olarias (TSUCHIYA; HIRAOKA; SILVA, 1997; TSUCHIYA; HIRAOKA, 1999). Em contrapartida, os Produtos Florestais Não Madeireiros (PFNM) representam plantas exóticas e nativas cultivadas nas proximidades das casas (quintais), podendo ser manejadas mais intensamente para fins de consumo e venda. Os perímetros mais distantes das casas geralmente são utilizados para caça, coleta de frutos silvestres e manutenção de plantas medicinais e geralmente apresentam maior diversidade, sendo chamada “floresta de várzea madura” (ANDERSON et al., 1995). Os arredores das casas nas várzeas habitadas por ribeirinhos possui, em geral, muitas plantas úteis para a fruticultura, inclusive o açaí, sendo conhecido por “quintais florestais” (HOMMA et al., 2006; WEINSTEIN; MOEGENBURG, 2004).

O açaí pode tomar grande parte da propriedade do caboclo, formando os “açaizais” ou “açaí enriquecido” dependendo do tipo de manejo empregado (WEINSTEIN; MOEGENBURG, 2004). Ultimamente, em função da valorização do mercado nas cidades amazônicas, este PFNM passou da condição de produto extrativo para cultivado em extensas áreas próximas a grandes centros consumidores, gerando melhores condições de renda e tornando-se o principal meio de subsistência dos povos do estuário amazônico (HOMMA et al., 2006; NOGUEIRA; HOMMA, 1998).

O aumento do consumo do fruto e palmito do açaí se deu em função da melhoria nas condições de mercado, fazendo com que esses se tornassem o principal produto explorado no estuário amazônico. O palmito foi amplamente cultivado nas décadas de 1970 e 1980 onde a grande presença de indústrias, muitas clandestinas no estuário, era impulsionada pela valorização do mercado devido à queda na produção de palmito no sudeste decorrente da ausência da palmeira juçara (*Euterpe edulis* Mart.) (HIRAOKA, 1995; POLLAK; MATTOS; UHL, 1995).

Além dos insumos provenientes do açaí, a cana-de-açúcar contribuiu para a modificação da paisagem do estuário, estando presente num contexto histórico e econômico para as várzeas de Abaetetuba e Igarapé-Miri até meados de 1990 (ANDERSON, 1991; HIRAOKA, 1995). Os mais de 60 engenhos existentes nas ilhas exigiram plantios cada vez mais intensificados, que variavam de 5 a 70 ha manejados em cada propriedade, porém com o declínio de tais engenhos, estas áreas previamente manejadas para produção de cana, foram sendo progressivamente substituídas pelo açaí (ANDERSON, 1991).

Conforme a demanda pelo fruto tornou-se maior, as atividades passaram a priorizar a manutenção desta população, ficando a extração de palmito como atividade secundária resultante do manejo dos estipes improdutivos (HIRAOKA, 1995; HOMMA et al., 2006; JARDIM, 2002; POLLAK; MATTOS; UHL, 1995; WEINSTEIN; MOEGENBURG, 2004). Contudo, algumas áreas distantes dos centros urbanos, ainda destinam a maior parte das reservas de açaí para a produção de palmitos.

Atualmente o fruto do açaí é o mais importante produto agroextrativista paraense (SAGRI, 2014), referência nacional com 706 mil toneladas produzidas em 2010, correspondendo a 88 % na produção nacional. Este contingente gerou uma receita de 1 030 milhões de reais e 18,6 milhões de dólares devido à exportação nacional e internacional, respectivamente. Esta valorização está associada ao mercado de suplementos energéticos,

vitaminas e sucos exportados, além de ser um importante componente da dieta da população local, onde o consumo diário já alcançou 471 mil litros na Região Metropolitana de Belém (SAGRI, 2014).

Essa intensificação na produção de PFNM era prevista há 20 anos, quando Anderson et al. (1995) estimavam a população do estuário amazônico em torno de 110 000 habitantes, correspondendo a 2,5 % da população residente na Amazônia Brasileira na época (IBGE, 1992). O tamanho total das áreas destinadas à extração de frutos de açaí em 2010 estava em torno de 77 627 ha, correspondendo a 3,1 % da várzea amazônica (LIMA; TOURINHO, 1996; SAGRI, 2014).

Este processo vem causando profundas transformações na vegetação original das áreas de várzea (NOGUEIRA; HOMMA, 1998; WEINSTEIN; MOEGENBURG, 2004), já que extratores executam diferentes formas de manejo, dependendo de suas necessidades (GROSSMANN et al., 2004). Uma delas consiste na eliminação das espécies consideradas sem valor comercial permitindo a coexistência, juntamente com os açaizeiros, apenas de espécies propícias à geração de renda adicional. Este processo é chamado raleamento da floresta (ANDERSON et al., 1995; HOMMA et al., 2006; NOGUEIRA; FIGUEIRÊDO; MÜLLER, 2006; NOGUEIRA; HOMMA, 1998) e permite a manutenção de espécies como seringueira (*H. brasiliensis*), cacaeiro (*T. cacao*), andirobeira (*C. guianensis*) jenipapeiro (*Genipa americana* L.), buritizeiro (*M. flexuosa*), taperebazeiro (*Spondias mombin* L.), ucuúba (*V. surinamensis*), samaumeira (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.), dentre outras (ANDERSON et al., 1995). Outra forma de manejo implica na retirada de espécies para formação de trilhas destinadas ao trânsito intenso de pessoas ou mesmo em locais onde não é realizado nenhum tipo de exploração (GROSSMANN et al., 2004).

Verifica-se que a várzea do estuário pode estar se tornando severamente alterada de sua condição natural, gerando grandes perdas de espécies e mudança de sua fisionomia com prevalência de espécies úteis. Isto pode resultar em um importante processo de degradação florestal similar à de terra firme, com redução e perda de hábitat em função da fragmentação (FAHRIG, 2003; LAURANCE; YENSEN, 1991; MOEGENBURG; LEVEY, 2002; PÜTZ et al., 2011).

A perda de espécies em função do aumento de áreas destinadas à exploração tanto para agricultura quanto para produtos madeireiros vem sendo discutido por muitos autores (EDWARDS et al., 2010; GREEN et al., 2005; PHALAN et al., 2011). Green et al. (2005)

relatam que a agricultura é a maior ameaça às espécies em extinção no presente e futuro, principalmente nos países em desenvolvimento, revelando a tendência para que haja uma redução de mais da metade de espécies de aves e árvores em florestas tropicais de países em desenvolvimento até 2050.

Buscando-se criar estratégias de mitigação da degradação em função do adensamento de açaí, a EMBRAPA têm se preocupado em desenvolver metodologias adequadas de manejo, principalmente relacionadas a melhorias de cultivo a partir do consórcio com espécies nativas, evitando-se a homogeneização por açaisais (NOGUEIRA; FIGUEIRÊDO; MÜLLER, 2006; NOGUEIRA; HOMMA, 1998; NOGUEIRA et al., 1995). Este tipo de procedimento permite que o manejo das touceiras de *E. oleracea* se dê conjuntamente com outros PFM, promovendo a manutenção da diversidade e a possibilidade de exploração de produtos alternativos, principalmente para o período de baixa produção (entressafra) (WEINSTEIN; MOEGENBURG, 2004). Contudo, poucos estudos vêm dando ênfase às implicações ecológicas decorrentes deste sistema de cultivo (ANDERSON et al., 1995; MOEGENBURG; LEVEY, 2002; WEINSTEIN; MOEGENBURG, 2004), mesmo com as preocupações de alguns autores em relação ao processo de adensamento do açaí e suas consequências para a ecologia da várzea (HOMMA et al., 2006; NOGUEIRA; HOMMA, 1998; QUEIROZ; MOCHIUTTI, 2001; WEINSTEIN; MOEGENBURG, 2004).

Portanto, existe uma nítida necessidade de melhores estudos a respeito das alterações que a várzea estuarina vem sofrendo em função do manejo de PFM, sendo complementado por melhores estudos que considerem as potencialidades econômicas e importância ecológica para a criação de estratégias que mantenham um ambiente sustentável.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, F. S.; RUEDA, M. Forest loss and fragmentation effects on woody plant species richness in Great Britain. **Forest Ecology and Management**, v. 260, n. 4, p. 472–479, 2010.
- ALMEIDA, A. F. F.; JARDIM, M. A. G. Florística e estrutura da comunidade arbórea de uma floresta de várzea na ilha de Sororoca, Ananindeua, Pará, Brasil. **Scientia Forestalis**, v. 39, n. 90, p. 191–198, 2011.
- ALMEIDA, A. F.; JARDIM, M. A. G. A utilização das espécies arbóreas da floresta de várzea da ilha de Sororoca, Ananindeua, Pará, Brasil por moradores locais. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, v. 23, p. 48–54, 2012.

ALMEIDA, S. S. et al. Análise florística e estrutura de florestas de várzea no estuário amazônico. **Acta Amazonica**, v. 34, n. 4, p. 513–524, 2004.

ANDERSON, A. B. et al. Forest management patterns in the floodplain of the Amazon estuary. **Conservation Biology**, v. 9, n. 1, p. 47–61, 1995.

ANDERSON, S. D. Engenhos na varzea: uma análise do declínio de um sistema de produção tradicional na Amazônia. In: LÉNA, P.; OLIVEIRA, A. E. DE (Eds.). **Amazônia: a fronteira agrícola 20 anos depois**. [s.l.] Governo do Brasil, SCT/CNPq, Museu Paraense Emílio Goeldi, p. 363, 1991.

AYRES, J. M. J. M. **As matas de varzea do Mamirauá: médio Rio Solimões**. [s.l.: s.n.]. p. 123

AZEVEDO, J. R. D. R. DE; KATO, O. R. R. **Sistema de manejo de açais nativos praticados por ribeirinhos das ilhas de Paquetá e ilha Grande, Belém, Pará** (A. H. Oster et al., Eds.) VII Encontro da Sociedade Brasileira de Sistemas de Produção. **Anais...Fortaleza - CE: Sociedade Brasileira de Sistemas de Produção**, 2008Disponível em: <ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/60409/1/23.pdf?>

BATISTA, F. DE J. et al. Comparação florística e estrutural de duas florestas de varzea no estuário amazônico, Pará, Brasil. **Revista Árvore**, v. 35, n. 2, p. 289–298, 2011.

BOUTIN, S.; HEVERT, D. Landscape ecology and forest management: developing an effective partnership. **Ecological Applications**, v. 12, n. 2, p. 390–397, 2002.

CARIM, M. D. J. V. D. J. V.; JARDIM, M. A. G. A. G.; MEDEIROS, T. D. S. D. S. Composição florística e estrutura de floresta de varzea no município de Mazagão, Estado do Amapá, Brasil. **Scientia Forestalis**, v. 36, n. 79, p. 191–201, 2008.

CARVALHO, C. J. R. et al. Relações hídricas do açazeiro em mata de várzea do estuário do Amazonas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 10, n. 3, p. 213–218, 1998.

CATTANIO, J. H.; ANDERSON, A. B.; CARVALHO, M. S. Floristic composition and topographic variation in a tidal floodplain forest in the Amazon Estuary. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n. 4, p. 419–430, 2002.

CUNHA FREIRE, A. S. et al. Analysis of the establishment of seedlings of açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) in the understory of a forest of amazon floodplain. **Earth Interactions**, v. 17, n. 9, p. 1–11, 2013.

EDWARDS, D. P. et al. Wildlife-friendly oil palm plantations fail to protect biodiversity effectively. **Conservation Letters**, v. 3, n. 4, p. 236–242, 5 mar. 2010.

FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 34, n. 1, p. 487–515, 2003.

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

FORTINI, L. B.; ZARIN, D. J. Population dynamics and management of Amazon tidal floodplain forests: Links to the past, present and future. **Forest Ecology and Management**, v. 261, n. 3, p. 551–561, fev. 2011.

FRANGI, J. L.; LUGO, A. E. Ecosystem dynamics of a subtropical floodplain forest. **Ecological Monographs**, v. 55, n. 3, p. 351–369, 1985.

GAMA, J. R. V. et al. Comparação entre florestas de varzea e de terra firme do Estado do Para. **Revista Árvore**, v. 29, n. 4, p. 607–616, 2005.

GREEN, R. E. et al. Farming and the fate of wild nature. *Science* (New York, N.Y.), v. 307, n. 5709, p. 550–5, 2005.

GROSSMANN, M. et al. Planejamento participativo visando a um manejo sustentável dos açais no estuário amazônico e regulamentações oficiais. In: JARDIM, M. A. G.; MOURÃO, L.; GROSSMAN, M. (Eds.). **Açaí (Euterpe oleracea Mart.): possibilidades e limites para o desenvolvimento sustentável no estuário amazônico**. Belem: Museu Paraense Emílio Geodi, 2004. p. 123–134.

GUARIGUATA, M. R.; OSTERTAG, R. Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. **Forest Ecology and Management**, v. 148, n. 1-3, p. 185–206, 2001.

HIRAOKA, M. Land use changes in the Amazon estuary. **Global Environmental Change**, v. 5, n. 4, p. 323–336, 1995.

HOMMA, A. K. O. et al. Açaí: novos desafios e tendências. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v. 1, n. 2, p. 7–23, 2006.

JARDIM, M. A. G. A cadeia produtiva do açaizeiro para frutos e palmito: implicações ecológicas e socioeconômicas no estado do Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Antropologia**, v. 18, n. 2, p. 287–305, 2002.

JARDIM, M. A. G.; VIEIRA, I. C. G. Composição florística e estrutura de uma floresta de várzea do estuário amazônico, ilha do Combu, Estado do Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Série Botânica**, v. 17, n. 2, p. 333–354, 2001.

JUNK, W. J. et al. A classification of major naturally - occurring amazonia lowland wetlands. **Wetlands**, v. 31, n. 4, p. 623–640, 2011.

JUNK, W. J.; BAYLEY, P. B.; SPARKS, R. E. **The flood pulse concept in river: floodplain systems** (D. P. Dodge, Ed.) Proceedings of the International Large River Symposium. *Anais...Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.*, 1989

LAU, A. V. V.; JARDIM, M. A. G. A. G. Florística e estrutura da comunidade arbórea em uma floresta de varzea na Área de Proteção Ambiental, Ilha do Combu, Belem, Para. **Biota Amazônia**, v. 3, n. 2, p. 88–93, 2013.

LAURANCE, W. F.; YENSEN, E. Predicting the impacts of edge effects in fragmented habitats. **Biological Conservation**, v. 55, n. 1, p. 77–92, 1991.

LIMA, R. R.; TOURINHO, M. M. **Várzeas do Rio Para: principais características e possibilidades agropecuárias**. Belem: FCAP. Serviços de Documentação e Informação, 1996.

LOBO, P. C.; JOLY, C. A. Tolerance to hypoxia and anoxia in neotropical tree species. In: SCARANO, F. R.; FRANCO, A. C. (Eds.). **ECcophysiological strategies of xerophytic and amphibious plants in the neotropics**. Rio de Janeiro: Series Oecologia Brasiliensis, vol. IV, p. 137–156, 1998.

MAPA. **Açaí-de-touceira: Euterpe oleraceae Mart.** MAPA/ACS, 2012. (Nota técnica).

MAUÉS, B. A. R. et al. Composição florística e estrutura do estrato inferior da floresta de varzea na Área de Proteção Ambiental ilha do Combu, Município de Belem, Estado do Para. **Revista Árvore**, v. 35, n. 3, p. 669–677, 2011.

MOEGBURG, S. M.; LEVEY, D. J. Prospects for conserving biodiversity in Amazonian extractive reserves. **Ecology Letters**, v. 5, n. 3, p. 320–324, 2002.

NOGUEIRA, O. L. et al. **A cultura do açaí**. Embrapa-SPI, 1995. (Nota técnica).

NOGUEIRA, O. L.; FIGUEIRÊDO, F. J. C.; MÜLLER, A. A. **Sistema de produção de açaí**. Disponível em: [http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Acai/SistemaProducaoAcai\\_2ed/index.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Acai/SistemaProducaoAcai_2ed/index.htm). Acesso em: 31 jan. 2014.

NOGUEIRA, O. L.; HOMMA, A. K. O. **Análise econômica de sistemas de manejo de açaizais nativos no estuário amazônico** Embrapa - CPATU, 1998. (Nota técnica).

PAROLIN, P. Diversity of adaptations to flooding in trees of amazonian floodplain. **Pesquisas, Botânica**, v. 63, p. 7–28, 2012.

PHALAN, B. et al. Reconciling food production and biodiversity conservation: land sharing and land sparing compared. **Science (New York, N.Y.)**, v. 333, n. 6047, p. 1289–91, 2 set. 2011.

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

POLLAK, H.; MATTOS, M.; UHL, C. A profile of palm heart extraction in the Amazon estuary. **Human Ecology**, v. 23, n. 3, p. 357–385, 1995.

PRANCE, G. T. Notes on the vegetation of Amazonia III. The terminology of Amazonian forest types subject to inundation. **Brittonia**, v. 31, n. 1, p. 26–38, 1979.

PÜTZ, S. et al. Fragmentation drives tropical forest fragments to early successional states: a modelling study for brazilian atlantic forest. **Ecological Modelling**, v. 222, n. 12, p. 1986–1997, 2011.

QUEIROZ, J. A. L.; MOCHIUTTI, S. **Manejo de mínimo impacto para produção de frutos em açaizais nativos no estuario amazônico** Embrapa Amapá, , 2001. (Nota técnica).

RANKIN, J. M. Forestry in the brazilian amazon. In: PRANCE, G. T.; LOVEJOY, T. M. (Eds.). **Amazon**. Oxford: Pergamon Press, p. 369–392, 1985.

SAGRI, S. DE E. DE A. **A fruticultura no Estado do Pará**. Disponível em: <<http://www.sagri.pa.gov.br/publicacoes>>. Acesso em: 1 fev. 2014.

SALOMÃO, R. P.; TEREZO, E. F. M.; JARDIM, M. A. G. **Manejo florestal nas várzeas: oportunidades e desafios**. Belem: MPEG, p. 210, 2007.

SANTOS, G. C. et al. Florística e estrutura do estrato arbóreo de uma floresta de varzea no município de Santa Bárbara do Pará, Estado do Pará, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 36, n. 4, p. 437–446, 2006.

SANTOS, S. R. M. DOS; MIRANDA, I. D. S.; TOURINHO, M. M. Análise florística e estrutural de sistemas agroflorestais das várzeas do rio Juba, Camaetá, Pará. **Acta Amazonica**, v. 34, n. 2, p. 251–263, 2004.

SCHÖNGART, J.; JUNK, W. J. Forecasting the flood-pulse in Central Amazonia by ENSO-indices. **Journal of Hydrology**, v. 335, n. 1-2, p. 124–132, 2007.

SIOLI, H. **Amazônia: fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais**. Petrópolis: Editora Vozes Ltda, p. 73, 1985.

TER STEEGE, H. et al. Hyperdominance in the Amazonian tree flora. *Science* (New York, N.Y.), v. 342, n. 6156, p. 325–342, 2013.

THOMPSON, I. D. et al. An Operational Framework for Defining and Monitoring Forest Degradation. **Ecology and Society**, v. 18, n. 2, p. 20, 2013.

TSUCHIYA, A.; HIRAOKA, M. Forest biomass and wood consumption in the lower course of the Amazon: a case study of the Urubéua island. **Acta Amazonica**, v. 29, n. 1, p. 79–95, 1999.

TSUCHIYA, A.; HIRAOKA, M.; SILVA, C. R. DA. Characterization and utilization of várzea and terra firme forests in the Amazon estuary. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Série Botânica**, v. 13, n. 2, p. 171–190, 1997.



WEINSTEIN, S.; MOEGENBURG, S. Açaí palm management in the Amazon estuary: course for conservation or passage to plantation? **Conservation & Society**, v. 2, n. 2, p. 315–346, 2004.

WITTMANN, F.; JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. . The várzea forests in Amazonia: flooding and the highly dynamic geomorphology interact with natural forest succession. **Forest Ecology and Management**, v. 196, n. 2-3, p. 199–212, 2004.

**2 Estrutura e florística de várzea manejada para produção de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) no estuário da Amazônia e suas implicações para a conservação\***

Madson Antonio Benjamin Freitas<sup>1,2</sup>; Ima Célia Guimarães Vieira<sup>1</sup>; Ana Luisa Kerti Mangabeira Albernaz<sup>1</sup>

---

\* Artigo a ser submetido à revista Forest Ecology and Management

<sup>1</sup>Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), Coordenação de Botânica, C.P. 399, CEP 66.040-170, Belém, Pará, Brasil.

<sup>2</sup>Autor para correspondência: madbiologo2014@gmail.com

## RESUMO

O enriquecimento de açai (*Euterpe oleracea* Mart.) tem se intensificado com o aumento do mercado, podendo levar a sérias consequências para a diversidade da várzea estuarina. Este trabalho buscou avaliar a implicação de diferentes modelos de intensidade de manejo para a composição e estrutura das várzeas do estuário e suas consequências para a conservação. Para isto, contrastaram-se três categorias de manejo: intensivo, moderado e sem manejo (controle), através de 12 parcelas amostrais de 10 x 100 m para cada categoria, verificando-se seus índices de valor de importância, dominância, diversidade, riqueza e similaridade de espécies arbóreas e da regeneração. Modelos Lineares Gerais (GLM) foram aplicados para quantificação dos melhores critérios para análise da degradação. O açai (*Euterpe oleracea* Mart.) foi a espécie mais comum em todas as classes, inclusive na sem manejo, indicando interferência dos centros urbanos na composição de ambientes manejados e conservados. Houve grande similaridade entre as categorias manejo moderado e intenso, demonstrando um comprometimento da paisagem do estuário por um processo de “desmatamento verde” com a perda de mais de 50 % das espécies. Isto mostra que os agroecossistemas representados por essas categorias comuns na várzea, não são uma boa alternativa para manutenção da biodiversidade. Desta forma percebeu-se que o enriquecimento do açai leva a um processo severo de perda de espécies e necessita de um modelo de plantio que viabilize retornos econômicos e manutenção da biodiversidade. Sugere-se áreas exclusivas para manutenção da diversidade sem perturbação semelhante à estratégia de “poupadores de terra” (*land sparing*). **Palavras-chave:** Manejo de Açai; Várzea estuarina alterada; Conservação da várzea estuarina

## 2.1 INTRODUÇÃO

A floresta de várzea Amazônica apresenta um histórico de antropização por populações ribeirinhas próximas a grandes centros urbanos (Anderson et al. 1995, Pollak et al. 1995, Tsuchiya e Hiraoka 1999). A população que vive nessas florestas corresponde a aproximadamente 6,5% do total de habitantes da Amazônia brasileira (Anderson et al., 1995), representando um contingente que historicamente tem protagonizado mudanças na estrutura deste tipo de floresta a partir da extração de produtos florestais madeireiros e não madeireiros como o açaí (Anderson et al. 1995, Weinstein e Moegenburg 2004, Salomão et al. 2007).

A palmeira açaí (*Euterpe oleracea* Mar.) é uma espécie de fácil cultivo em regiões alagadas, sobretudo na várzea estuarina (Almeida e Jardim 2011), onde o depósito de sedimentos é constante (Lima e Tourinho 1996, Almeida et al. 2004), exigindo características adaptativas como raízes aéreas, lenticelas e aerênquimas, além de adaptações fisiológicas das plântulas à hipóxia (Lobo e Joly 1998, Nogueira 2006). Desta forma, sua alta capacidade de rebrota facilita a proliferação em áreas sombreadas ou a pleno sol (Cunha Freire et al., 2013), fazem com que ribeirinhos optem por um tipo de manejo que favorece este desenvolvimento, e que implica na redução das espécies arbóreas que possam interferir na emergência dos estipes (Queiroz e Mochiutti 2001). Nes enfoque, Homma (2006) classificou esse processo de intensificação ou enriquecimento de açaí como “desmatamento verde”, conhecido também como “açaização”, por se tratar de um desmatamento camuflado, difícil de ser mensurado por imagens de satélites, mas que pode trazer consequências danosas por promover uma homogeneização das várzeas (Weinstein e Moegenburg 2004).

O enriquecimento das várzeas por açaí leva a uma ampla variação nos índices de diversidade registrados nas pesquisas desenvolvidas no estuário amazônico (Almeida et al., 2004; Batista et al., 2011; Carim et al., 2008; Rodrigues et al., 2006; Santos et al., 2004). Assim como possíveis efeitos sobre a regeneração em áreas manejadas para a produção de açaí (Gama et al., 2002; Maués et al., 2011), já que muitas espécies emergentes de estágio inicial de sucessão são eliminadas durante as limpezas promovidas pelos ribeirinhos (Weinstein e Moegenburg 2004). Com isto, a proliferação de populações de *E. oleracea* é imediata após o início do manejo e se intensifica conforme a exploração vai se tornando latente, diminuindo assim a capacidade de recrutamento das espécies dicotiledôneas heliófitas

que seriam importantes para recomposição das condições naturais desse ambiente (Weinstein e Moegenburg 2004, Queiroz et al. 2005).

O conhecimento da estrutura, composição, riqueza e diversidade de espécies em florestas tropicais é fundamental para a análise da degradação florestal (Gurevitch et al., 2009). No caso do manejo do açaí, as intervenções e práticas ribeirinhas podem levar a redução da riqueza das espécies lenhosas em função do desbaste e raleamento da floresta (Queiroz e Mochiutti 2001), podendo ocasionar severos danos aos serviços essenciais à manutenção da floresta, tais como a polinização, decomposição, dispersão de sementes e sequestro de carbono (Fahrig, 2003; Thompson et al., 2013). Estes efeitos se tornam difíceis de serem mensurados já que os ribeirinhos não interferem de maneira homogênea na modificação da paisagem estuarina (Azevedo e Kato 2008), mas adotam sistemas de manejo adequados a suas necessidades (Jardim 2002, Azevedo e Kato 2008), levando em consideração o contingente de pessoas necessárias para a limpeza e coleta dos frutos, a distância de centros consumidores e o lucro obtido com formas alternativas de renda (Grossmann et al. 2004, Weinstein e Moegenburg 2004, Azevedo e Kato 2008). Com isso, verifica-se a necessidade de estudos que categorizem de maneira mais precisa este tipo de manejo e suas consequências para a economia e a ecologia da várzea.

Alguns trabalhos buscaram categorizar os modelos de manejo de açaí adotados por ribeirinhos (Grossmann et al. 2004, Azevedo e Kato 2008), sendo que a maioria concentra-se em quatro tipologias: intenso, intermediário, moderado e sem manejo. Poucos trabalhos investigaram as consequências ecológicas dos tipos de manejos para a degradação da várzea (Jardim et al., 2004). Um exemplo mostrado foi que Queiroz e Mochiutti (2001) basearam-se em pesquisas intensas em áreas manejadas para propor um modelo de manejo viável ecológico e economicamente, buscando aliar a produção de açaí com o menor impacto possível para a integridade deste ecossistema. Porém, são necessários estudos que comprovem a eficácia deste modelo denominado de “mínimo impacto”, para a ecologia da várzea.

Apesar da carência de pesquisa no assunto, trabalhos fitossociológicos revelam indiretamente algumas consequências ecológicas resultantes das práticas de manejo adotadas, principalmente o fato de que a excessiva introdução de açaí levará à perda de riqueza de espécies com baixo valor comercial, as quais são descartadas durante a limpeza e desbaste (Weinstein e Moegenburg 2004, Queiroz et al. 2005, Homma et al. 2006, Queiroz e Machado 2008). Isto pode resultar em um processo de dominância por espécies comuns, em sua maioria

as de interesse econômico, podendo levar a uma severa degradação deste ecossistema e inclusive à diminuição de produtividade de frutos de açaí, dada a deficiência na ciclagem de nutrientes (Gurevitch et al., 2009).

Embora haja evidências das consequências ecológicas do manejo de açaí para a integridade da várzea estuarina, estão faltando análises quantitativas que possam comprovar seu efeito na floresta, e assim poder projetar planos de manejo apropriados para compatibilizar produção e conservação. Este estudo objetivou analisar como diferentes tipos de manejo na várzea para a produção de açaí alteram a composição de espécies e a estrutura da floresta e identificar o nível da intensidade de manejo adequado para manter uma condição favorável, tanto para a produção de frutos quanto para a manutenção das funções ecológicas da várzea. Algumas seguinte pergunta foi realizadas a fim de embasar este estudo: Como a várzea estuarina responde a diferentes tipos de manejo para a produção de frutos de açaí, em termos de florística, estrutura e diversidade?

## 2.2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.2.3 Área de Estudo

O estudo foi realizado no delta do Rio Amazonas sob influência do Rio Pará, especificamente na Região Metropolitana de Belém (RMB) e nos municípios de Abaetetuba (53 km a sudoeste de Belém) e Barcarena (14 km a oeste de Belém) (Fig. 1), que juntos cobrem 376.000 km<sup>2</sup>.

As temperaturas médias mensais para o município de Belém obtido entre novembro/2012 e setembro/2013, ficaram entre 26 °C e 27 °C e a precipitação total máxima e mínima foram de 612,5 mm em fevereiro e 110,6 mm em setembro, respectivamente (INMET). O período de maior chuva para o estado do Pará compreende os meses de dezembro-julho e o de menor chuva ocorre entre agosto e novembro (Moraes et al., 1998). As maiores cotações do nível das marés no porto de Belém atingiram 3,6 m entre novembro/2012 e janeiro/2013 (Marinha, 2007).

O solo da várzea estuarina é do tipo gley pouco húmico, caracterizado por ser de deposição recente, mal drenado, fortemente ácido, com variação de pH entre 4,5 e 5,5, pouco profundo e de textura pesada dominante, com fertilidade de média a elevada, médio teor de matéria orgânica e boa capacidade de troca catiônica (Falesi e Silva 1999, Nogueira 2006).

Este tipo de solo apresenta condições hidromórficas, favorecendo a capacidade de oxirredução no perfil. Com isto os compostos férricos se reduzem a ferrosos ou se oxidam conforme a oscilação do lençol freático, além de sofrer influência da água salgada, o que promove maior fertilidade com presença de espécies típicas do manguezal (Lima e Tourinho 1996).

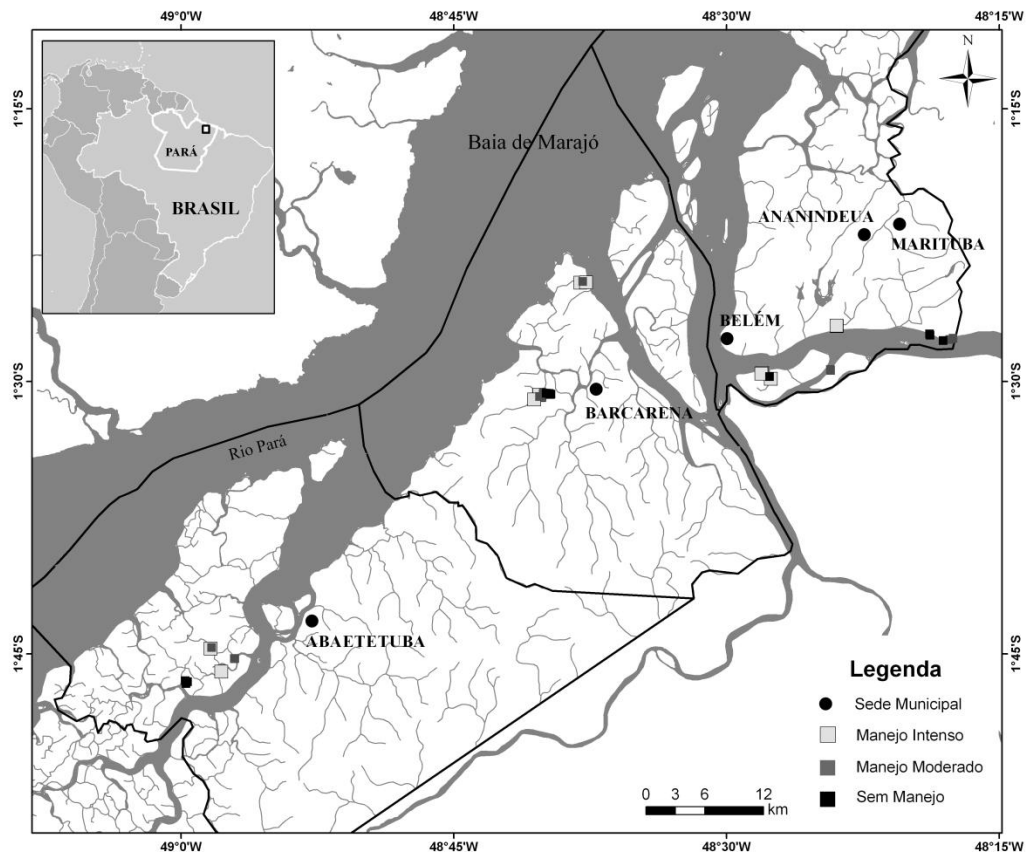


Figura 1. Mapa de localização das áreas de estudo: Abaetetuba, Barcarena e Região Metropolitana de Belém (RMB), composta por Belém, Ananindeua, Marituba e região insular. Símbolos sem escala, sendo que: bolas pretas indicam as sedes dos municípios estudados; quadrados em cinza claro indicam as áreas de manejo intenso; quadrados de cor cinza escuro indicam as áreas de manejo moderado; e quadrados em cor preta indicam as áreas sem manejo. Fonte: Projeto cenários para Amazônia – Relatório 2013.

#### 2.2.4 Categorização dos tipos de manejo de açazais

A categorização usada neste estudo fundamentou-se nos trabalhos de Grossmann et al. (2004) e Queiroz e Mochiutti (2001), os quais se basearam em entrevistas e dados fitossociológicos (Grossmann et al., 2004) para caracterizarem os tipos de manejo quanto ao número de estipes/touceiras, touceiras/ha e estipes/ha (Queiroz e Mochiutti 2001, Grossmann

et al. 2004), além de indivíduos e espécies de palmeiras e dicotiledôneas arbóreas/ha (Queiroz e Mochiutti 2001) (Tabela 1).

Tabela 1. Parâmetros da categorização dos tipos de manejo de açaí utilizada neste estudo. Npalm/ha: abundância de palmeiras por hectare; Spalm/ha: espécies de palmeiras por hectare; Ndic/ha: abundância de dicotiledôneas por hectare; Sdic/ha: espécies de dicotiledôneas por hectare <sup>3</sup>.

Classes	Estipe/ha	Touceira/ha	estipe/touceira	Npalm/ha	Spalm/ha	Ndic/ha	Sdic/ha
<b>Intenso</b>	1501-3000	501-800	02-03	0-80	1-2.	50-120	3-6.
<b>Moderado</b>	200-1500	150-500	03-04	81-600	3-5.	121-500	7-45.
<b>Sem manejo</b>	≤199	≤149	-	≥601	≥6	≥501	≥46

As áreas inventariadas foram selecionadas a partir de entrevistas prévias realizadas com moradores ribeirinhos em novembro/2012 nas várzeas de Abaetetuba, Barcarena e Região Metropolitana de Belém (RMB), buscando-se informações sobre o tamanho da propriedade e tipo de manejo para a produção de açaí adotado. Foram selecionadas as maiores propriedades que apresentavam características de pelo menos dois dos três tipos de manejos investigados, contudo, poucas áreas controle foram identificadas nestas propriedades, havendo a necessidade de encontrá-las em áreas conservadas próximas a essas localidades.

A partir dos descritores usados na categorização dos tipos de manejo publicados por Grossmann et al. (2004) e Queiroz e Mochiutti (2001), avaliou-se, neste trabalho, que tais descritores apresentam, em sua maioria, valores dentro dos limites pré-estabelecidos pelos autores, o que significa que esta categorização pôde ser usada nesta pesquisa, como base das análises (Tabela 2).

Tabela 2. Quantificação dos parâmetros de estrutura obtidos neste estudo. Npalm/ha: abundância de palmeiras por hectare; Spalm/ha: espécies de palmeiras por hectare; Ndic/há: abundância de dicotiledôneas por hectare; Sdic/ha: espécies de dicotiledôneas por hectare.

Parâmetros	Estipe/ha	Touceira/ha	estipe/touceira	Npalm/ha	Spalm/ha	Ndic/ha	Sdic/ha
<b>Intenso</b>	1556,92	635,83	2	10	4,16	220	33,30
<b>Moderado</b>	912,5	462,5	2	38,33	5,00	379.16	66.66
<b>Sem manejo</b>	160	78,33	1	56,66	5,83	775	100.00

<sup>3</sup> Adaptado de Grossmann et al. (2004) e Queiroz e Mochiutti (2001)



### 2.2.5 Inventários

Foram selecionadas 12 unidades amostrais com 0,1 ha (10m x 100m) para cada tipo de manejo de açaí (12 x 3 = 36) totalizando 3,6 ha de área, amostradas entre os meses de abril e junho/2013. Este tamanho de parcela tem sido amplamente utilizado devido à sua alta representatividade e eficiência para avaliar estrutura e florística em florestas tropicais (Gentry, 1988; Hawes et al., 2012; Laumonier et al., 2010; Phillips et al., 2003). Buscou-se alocar as parcelas equitativamente por local, ficando assim distribuídas: cinco na RMB, cinco em Barcarena e duas em Abaetetuba, para o manejo intenso; quatro na RMB, cinco em Barcarena e três em Abaetetuba para o manejo moderado; e quatro na RMB, cinco em Barcarena e três em Abaetetuba para o ambiente controle (sem manejo).

Foram quantificadas e identificadas todas as plantas lenhosas de crescimento independente (arbóreas e arbustivas) com DAP  $\geq 5$  cm, das quais foram medidos DAP e estimada a altura de acordo com Moro e Martins (2011). A média de altura e DAP de estipes por touceira foram utilizadas como parâmetro para cada indivíduo de *E. oleracea*, com o propósito de se evitar a superestimação da abundância de espécies (Batista et al., 2011), já que os estipes representam rebrotas a partir de uma planta matriz (Mourão 2004, Queiroz e Machado 2008).

A quantificação da regeneração foi feita por meio da identificação de todos os indivíduos  $\geq 1$ m de altura e  $\leq 5$  cm de DAP, em sub parcelas de 1 m x 1 m, alocadas a cada 10 m (10 parcelas de 1 m<sup>2</sup>) dentro de cada parcela (10 m x 100 m).

Os indivíduos foram identificados em campo por parobotânico do Museu Paraense Emílio Goeldi (Carlos Alberto, MPEG). O material fértil encontrado foi coletado para identificação no Herbário, quando necessário. As espécies foram sinonimizadas com base no sistema APG III (ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP III, 2009) para famílias, juntamente como o site Tropicos.org do Jardim Botânico de Missouri (“Tropicos.org,” 2013) para os nomes.

### 2.2.6 Abertura de dossel

A abertura de dossel foi medida para avaliar o efeito da intensidade luminosa na regeneração e, conseqüentemente, na riqueza e diversidade de indivíduos arbóreos, considerando os diferentes tipos de manejo. A fim de se espacializar de maneira adequada as

fotos dentro da parcela, optou-se por coletá-las nas extremidades de sub parcelas a cada 10 m, totalizando-se 32 fotografias hemisféricas da copa em cada parcela de 1000 m<sup>2</sup> com câmera digital Nikon® D40 e lente hemisférica fisheye®. Cada fotografia foi tirada a uma altura de 1 m do solo, entre os horários de 7:00 h e 9:00 h da manhã com o objetivo de evitar erros decorrentes da variação de luz incidente durante o dia. O cálculo de abertura de dossel foi realizado pelo software livre Gap Light Analyzer – GLA, Versão 2.0 (Frazer et al., 1999).

### 2.2.7 Análise de Dados

A estrutura foi avaliada a partir dos seguintes parâmetros fitossociológicos: densidade absoluta (N) e relativa (DR), frequência relativa (FR), dominância relativa (DoR) (áreas basais), e o valor de importância (IVI) (Moro e Martins 2011) para cada espécie e família nas três classes de manejo, com auxílio do programa FITOPAC 2 (Shepherd, 2010).

Curvas de dominância de Whittaker foram utilizadas para descrever como a intensidade do manejo altera os padrões de abundância relativa das espécies (Magurran, 2011). Para analisar possíveis mudanças na riqueza de espécies, primeiro foi testado o modelo de abundância relativa que melhor se ajustava aos dados. Usou-se dois modelos: o log-series e o log-normal, e verificou-se que 97% das amostras ajustaram-se ao modelo log-series (apenas uma parcela ajustou-se ao log-normal). Esse resultado levou a analisar a diversidade florística através do índice de diversidade alpha de Fisher de acordo com a fórmula:  $S = a \cdot \ln(1 + n/a)$ ; em que  $S$  é o número de espécies,  $N$  é número de indivíduos e  $a$  é o Alfa de Fisher. A suficiência do esforço empregado nas áreas amostradas foi avaliado através de curvas de rarefação para cada classe de manejo (Magurran, 2011), que também permitiu comparar a riqueza entre as diferentes intensidades de manejo. Para os modelos de abundância e as curvas de Whittaker e rarefação foi utilizado o programa BioDiversity Pro (McAleece et al., 1997) e os gráficos foram elaborados com auxílio do Excel 2010®.

A variação na composição de espécies entre as classes de manejo foi avaliada através do Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS), aplicado com duas dimensões utilizando-se matriz de associação de Bray-Curtis originada a partir de dados de abundância relativa. A análise foi feita com o software estatístico Systat 13® (Systat, 2009). A similaridade na composição entre as classes de manejo foi analisada por meio do método (ANOSIM – um fator), com a correção de Bonferroni sequencial, seguida da análise de

similaridade percentual (SIMPER) para quantificação das espécies que contribuíram para essa diferenciação florística, utilizando-se a similaridade de Bray-Curtis. Para essas análises foi utilizado o programa Past 2.16 (Hammer et al., 2001).

Para avaliar quais variáveis responderiam melhor às diferentes intensidades de manejo, foram gerados Modelos Lineares Gerais (GLM) a 5% de significância, incluindo a riqueza da regeneração (SR), a riqueza de espécies arbóreas (S) e a diversidade alfa de Fisher como variáveis resposta e a classe de manejo (CM), o local de alocação das parcelas (Loc) e a porcentagem média da abertura de dossel para cada unidade amostral (ADo) como variáveis preditoras. Dessa forma foi possível inferir quais modelos e variáveis são os melhores indicadores de degradação em resposta aos tipos de manejo praticado por ribeirinhos. Todas as correlações entre as variáveis foram testadas entre si e os melhores modelos foram ordenados de acordo com o Critério de Informação de Akaike (AIC).

## 2.3 RESULTADOS

### 2.3.1 Análises fitossociológicas

Foram registrados um total de 3168 indivíduos  $\geq 5$ cm de DAP, pertencentes a 43 famílias, 119 gêneros e 169 espécies (Anexo C). As famílias com maior número de espécies foram: Fabaceae (38 espécies), Malvaceae (12 espécies), Arecaceae (12) e Chrysobalanaceae (9). O maior valor de importância foi registrado para Arecaceae (24,7%), Fabaceae (19,2%) e Euphorbiaceae (7,2%). Nesta análise geral, as espécies que apresentaram maior IVI foram *E. oleracea* (55%), *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg. (10,72%), *Virola surinamensis* (Rol. ex Rottb.) Warb. (7,96%) e *Carapa guianensis* Aubl. (6,59%) (Tabela 3).

Tabela 3. Florística e estrutura das principais espécies em cada tipo de manejo. N = abundância, DR = Densidade Relativa, FR = Frequência Relativa, DoR = Dominância Relativa, IVI = Índice de Valor de Importância, IVC = Índice de Valor de Cobertura.

	Nome Científico	Família	N	DR%	FR%	DoR%	IVI	IVC
Intenso	<i>Euterpe oleracea</i>	Arecaceae	763	73.44	11.54	30.21	38.40	51.82
	<i>Virola surinamensis</i>	Myristicaceae	15	1.44	7.69	12.32	7.15	6.88
	<i>Carapa guianensis</i>	Meliaceae	27	2.60	7.69	7.74	6.01	5.17
	<i>Hevea brasiliensis</i>	Euphorbiaceae	19	1.83	5.77	10.29	5.96	6.06
	<i>Theobroma cacao</i>	Malvaceae	104	10.01	3.85	2.97	5.61	6.49
	Outras espécies (40)		111	10.68	63.46	36.46	36.87	23.57
Moderado	<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	Arecaceae	555	52.96	6.03	12.65	23.88	32.80
	<i>Hevea brasiliensis</i>	Euphorbiaceae	34	3.24	5.03	14.13	7.47	8.69

	<i>Virola surinamensis</i>	Myristicaceae	39	3.72	5.03	4.15	4.30	3.94
	<i>Mauritia flexuosa</i>	Arecaceae	18	1.72	2.51	6.44	3.56	4.08
	<i>Spondias mombin</i>	Anacardiaceae	19	1.81	3.02	5.21	3.34	3.51
	Outras espécies (82)		383	36.54	78.39	57.43	57.45	46.99
Sem manejo	<i>Swartzia acuminata</i>	Fabaceae	40	3.70	1.93	11.63	5.75	7.67
	<i>Taralea oppositifolia</i>	Fabaceae	49	4.53	2.48	7.22	4.74	5.88
	<i>Euterpe oleracea</i>	Arecaceae	94	8.70	3.31	1.10	4.37	4.90
	<i>Tapirira guianensis</i>	Anacardiaceae	8	0.74	1.10	10.32	4.05	5.53
	<i>Pentaclethra macroloba</i>	Fabaceae	62	5.74	2.48	2.98	3.73	4.36
	Outras espécies (122)		828	76.59	88.70	66.74	77.35	71.67

Nas amostras sob manejo intenso (MI), as espécies com maior IVI foram *E. oleracea* (38,4%), *V. surinamensis* (7,15%) e *C. guianensis* (6,01%) (Anexo C). Nesta categoria de manejo, as famílias que apresentaram maior número de espécies e IVI, respectivamente, foram: Fabaceae (14; 12,04%), Arecaceae (6; 41,29%), Malvaceae (5; 7,37%) e Myristicaceae (1,8; 14%). Nas amostras sob manejo moderado (MM), as espécies com maior IVI foram *E. oleracea* (23,87%), *H. brasiliensis* (7,46%) e *V. surinamensis* (4,29%), sendo Fabaceae (26; 17,44%), Arecaceae (8; 29,62%), Malvaceae (5; 3,27%) e Sapotaceae (5; 1,84%) as famílias com maior número de espécies e IVI, respectivamente. As áreas amostrais categorizadas como sem manejo (SM) apresentaram *Swartzia acuminata* Willd. ex Vogel (5,75%), *Taralea oppositifolia* Aubl. (4,74%), *E. oleracea* (4,36%) e *Tapirira guianensis* (4,05%) como as espécies com maior IVI, sendo que as famílias Fabaceae (26; 25,70%), Malvaceae (11; 7,11%), Arecaceae (8; 9,01%) e Meliaceae (8; 4,97%) apresentaram maior riqueza e IVI, respectivamente (Anexo C).

### 2.3.2 Abundância e diversidade de espécies arbóreas

A análise das curvas de rarefação mostrou que as amostras foram suficientes, pois as barras de erros das classes não se sobrepuseram. Houve uma estabilização para as categorias de MI e MM, no entanto, em decorrência do intenso incremento de espécies, a categoria SM mostrou-se menos estável, revelando a necessidade de mais amostras (Figura 3).

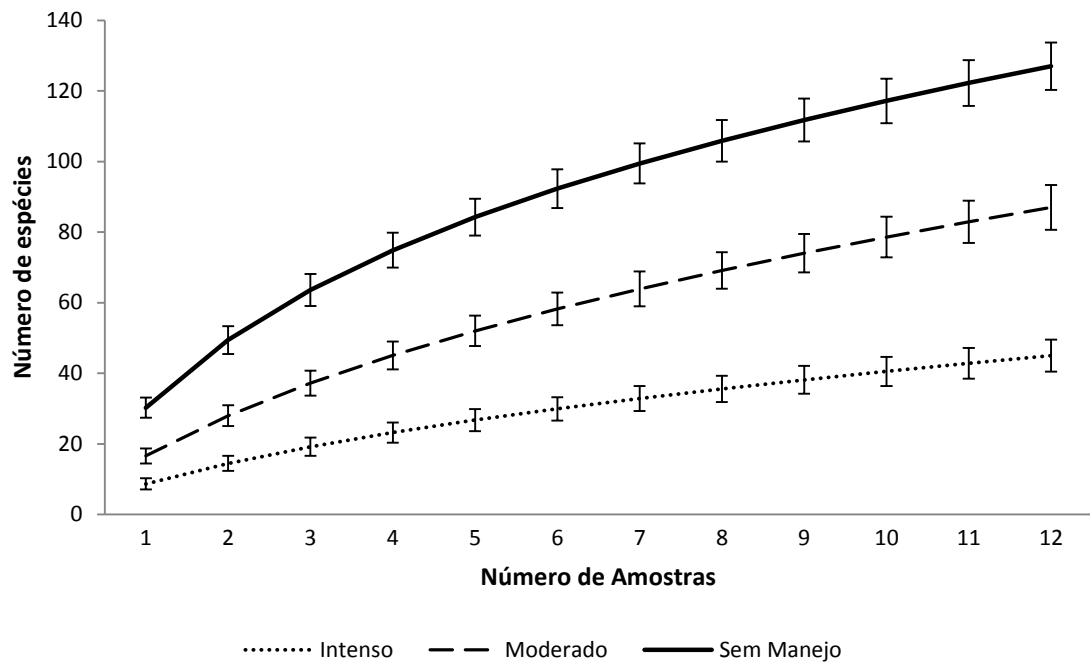


Figura 3. Curvas de rarefação por amostras para as três categorias de manejo de açaí investigadas nas várzeas do estuário amazônico.

A distribuição de abundância analisada pelo gráfico de Wittaker teve 97% das amostras ajustadas ao modelo log-series, demonstrando uma distribuição mais uniforme em decorrência da relação proporcional entre um menor número de espécies abundantes em relação à maior quantidade de espécies raras, principalmente na categoria sem manejo. A classe MI apresentou uma curva de dominância mais acentuada, fato que pode ser decorrente do nível de perturbação ocasionada pela retirada de espécies arbóreas para evitar o sombreamento do açaí, já a classe MM apresentou uma distribuição intermediária, favorecida pelo maior acúmulo de espécies (Figura 4).

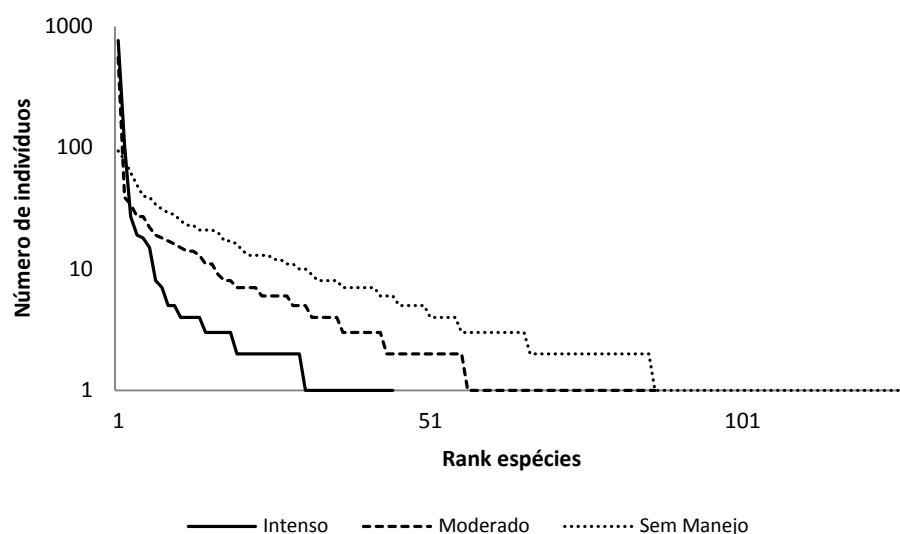


Figura 4. Curvas de Whittaker para as diferentes categorias de manejo de açai em florestas de várzea do estuário amazônico.

A riqueza e a diversidade de Fisher mostraram-se bem distintas entre as amostras categorizadas como MI, MM e SM, sendo que a maior diversidade esteve presente na amostra 34 (SM), com 41 espécies e um índice de diversidade de 36,3, representando 11% da riqueza entre todas as amostras (Anexo A). A classe MI obteve uma média de diversidade de apenas  $2,56 \pm 1,42$ , com variação de valores entre 0,61 e 4,91, já a classe MM apresentou média de  $6,42 \pm 2,6$ , com valores entre 2,66 e 10,81, enquanto o SM atingiu a média de  $17,74 \pm 7,9$ , com valores de diversidade entre 5,22 e 36,3.

### 2.3.3 Similaridade florística entre as classes de manejo

As análise de ordenação (NMDS) e de similaridade (ANOSIM e SIMPER) mostraram que, apesar da dissimilaridade não ser muito elevada (45,66%) houve distinção entre as classes MM e MI, que pode ser observada principalmente na 2ª dimensão da ordenação, (Figura 5, Anexo C). Já a classe SM distingue-se das demais classes principalmente ao longo da 1ª dimensão da ordenação, e apresenta uma alta dissimilaridade em relação às classes MM (79,6%) e MI (83,62%) (Tabela 4, Anexo C). Para essa classe, o NMDS também mostrou diferenciação florística entre os locais das amostras (Fig. 6).

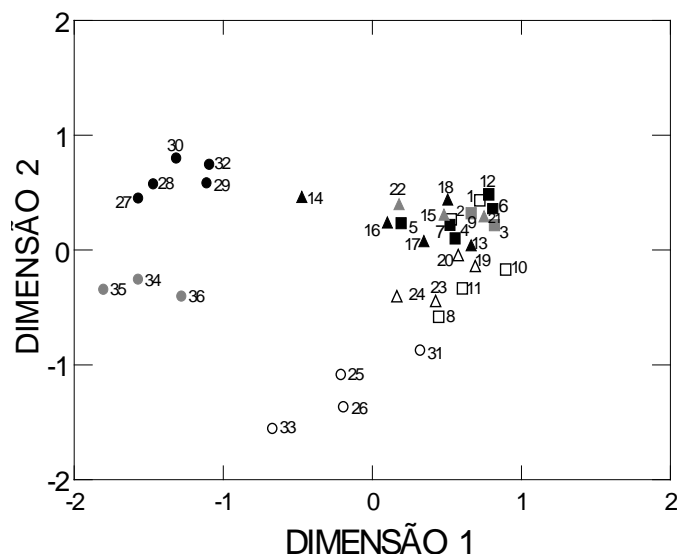


Figura 5. Análise de ordenação pelo método de Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS) para as unidades inventariadas no trabalho. As categorias de manejo são representadas por quadrados (MI), triângulos (MM) e círculos (SM). Os locais são representados pelas cores branco (RMB), cinza (Abaetetuba) e preto (Barcarena). Estresse: 0,105.

Com base na análise de percentagem de similaridade (SIMPER), verificou-se que *E. oleracea* foi a espécie de maior contribuição para a distinção entre as classes de manejo. As classes MM e MI apresentaram 31 espécies em comum, sendo o açaí responsável por 30,69% da dissimilaridade, seguida de *Theobroma cacao* (11,02%) e *Pterocarpus santalinoides* (3,68). As classes MM e SM apresentaram 51 espécies em comum, porém com uma alta dissimilaridade (79,6%). Para essas classes, observou-se que o açaí contribuiu com 27,27% para a distinção entre ambas, sendo as proporções de cacau (5,06%) e *P. macroloba* (3,34%) também importantes para a diferenciação (Anexo C).

Como esperado, as classes SM e MI apresentaram maior dissimilaridade percentual devido à sua distinção quanto ao nível de interferência dos ribeirinhos. Para essa distinção, o açaí contribuiu com 37,54% de contribuição, seguido do cacau (8,12%) e *P. macroloba* (3,41%). Quando as três classes foram analisadas simultaneamente, novamente o açaí (32,13%), *T. cacao* (7,61%) e *P. macroloba* (3,12%) foram as espécies com maior contribuição para a diferenciação entre as classes. Contudo, outras espécies de alto valor comercial como *V. surinamensis*, *C. guianensis* e *H. brasiliensis* também estiveram presente entre as que mais contribuíram para a dissimilaridade, principalmente entre as classes MI e MM.

### 2.3.4 Efeitos do manejo sobre a diversidade de espécies

Os Modelos Lineares Generalizados aplicados entre as variáveis dependentes (riqueza da regeneração, riqueza arbórea e diversidade alfa de Fisher) e independentes (classe de manejo, abertura de dossel e local) comprovaram que a Classe de manejo foi a variável com maior efeito sobre as variáveis dependentes testadas (Figura 6, Anexo B).

O modelo para riqueza da regeneração entre as classe de manejo (CM) foi o que apresentou maior poder explicativo ( $R^2 = 0,553$ ;  $AIC = 196,748$ ,  $p \leq 0,001$ ), o qual, apesar de não ser muito alto, indicou que as alterações na regeneração ocorrem em grande parte devido à intensidade do manejo praticado pelos ribeirinhos. Os modelos com as variáveis abertura de dossel (AD) e CM ( $R^2 = 0,553$ ,  $AIC = 199,450$ ,  $p \leq 0,001$ ) e o que incluiu a localidade de alocação das parcelas (LO), juntamente com CM tiveram poder explicativo semelhante ao primeiro ( $R^2 = 0,563$ ,  $AIC = 201,472$ ,  $p \leq 0,001$ ).

Para a riqueza das espécies arbóreas, o melhor modelo também foi o que incluiu CM ( $R^2 = 0,778$ ;  $AIC = 223,887$ ,  $p \leq 0,001$ ), que indicou haver um alto poder explicativo das classes de manejo sobre a riqueza arbórea. O modelo com AD e CM também apresentou resultados satisfatórios para as alterações na riqueza arbórea obtida ( $R^2 = 0,778$ ,  $AIC = 223,887$ ,  $p \leq 0,001$ ).

Para a diversidade alfa de Fisher também foi significativo o efeito das classes de CM ( $R^2 = 0,596$ ,  $AIC = 225,789$ ,  $p \leq 0,001$ ), sendo que este modelo foi bem semelhante ao que incluiu as variáveis AD e CM testadas conjuntamente, sem interação ( $R^2 = 0,598$ ,  $AIC = 231,187$ ,  $p \leq 0,001$ ) ou com interação ( $R^2 = 0,608$ ,  $AIC = 233,456$ ,  $p = 0,032$ ), assim como modelo com LO em associação à CM sem interação ( $R^2 = 0,598$ ,  $AIC = 231,187$ ,  $p \leq 0,001$ ).



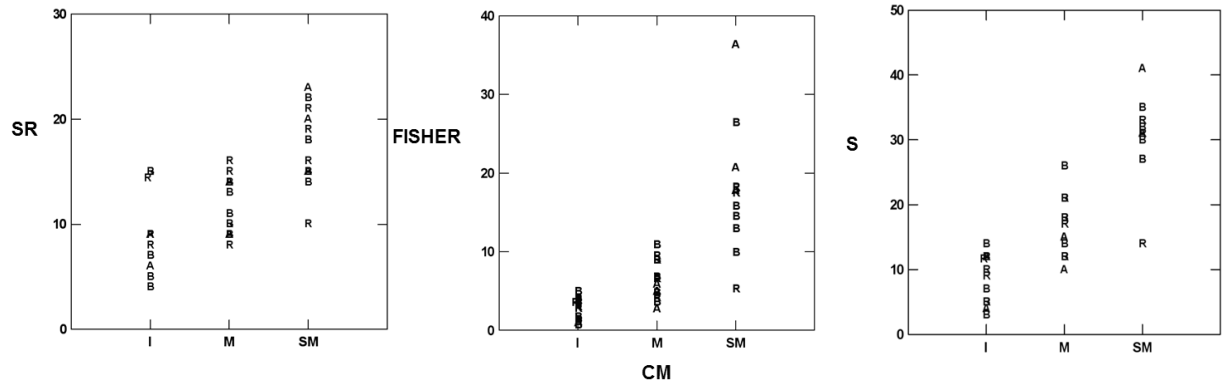


Figura 6. Gráfico de dispersão das variáveis dependentes (SR: Riqueza da Regeneração; S: Riqueza Arbórea-arbustiva; Fisher: Diversidade Alfa de Fisher) em função das classes de manejo (CM: I: Manejo Intenso; M: Manejo Moderado; SM: Sem Manejo). A: Abaetetuba; B: Barcarena; R: Região Metropolitana de Belém.

## 2.4 DISCUSSÃO

Os resultados apontam uma significativa perda de riqueza arbórea e da regeneração nos ambientes manejados para produção de açaí. Essa perda de espécies foi acentuada tanto nas áreas de manejo intenso como moderado e tanto para a comunidade atual (árvores) como para a futura (regeneração). Tal redução da riqueza é comparável às causadas pela exploração madeireira, por exemplo, que também resultam na homogeneização das comunidades vegetais (Boutin e Hevert 2002, Fahrig 2003). Na várzea essa homogeneização ocorre em função do desbaste de espécies dicotiledôneas que competem com o estabelecimento do açaí (Queiroz e Mochiutti 2001, Santos et al. 2004, Weinstein e Moegenburg 2004, Homma et al. 2006, Azevedo e Kato 2008, Gurevitch et al. 2009), corroborando as sugestões de Homma et al. (2006) e Nogueira (1998) sobre um possível “desmatamento verde” no estuário amazônico. Os dados aqui obtidos permitem estimar que a manutenção de 200 estipes/ha, que é a intensidade de manejo proposta pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente do Pará, a perda de riqueza poderia ser estimada em 52 e 63% para os adultos e a regeneração, respectivamente (Figura 7a e b).

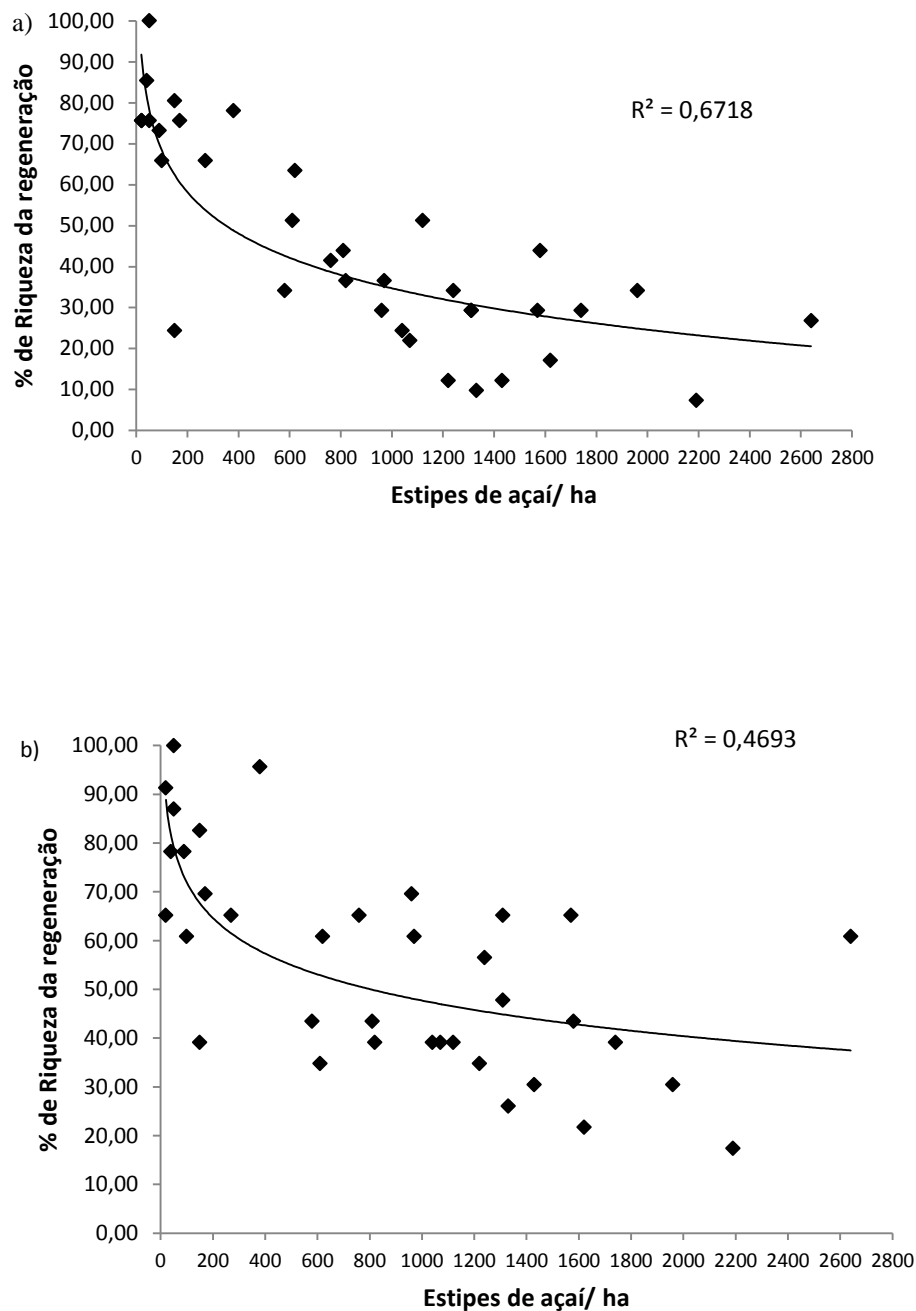


Figura 7. Relação entre (a) perda de riqueza arbórea e (b) riqueza da regeneração em função do adensamento do açaí em várzeas estuarinas.

A perda de espécies associada ao adensamento do açaí foi observada na maioria dos estudos em ambientes manejados e não manejados (Jardim et al. 2004, Queiroz e Machado 2008, Albernaz et al. 2012) (Figura 8). Em ambientes não manejados no estuário amazônico do Amapá, Albernaz et al. (2012) encontraram 41 touceiras de açaí por hectare e 150 espécies arbóreas, valores de riqueza acima dos registrados no presente estudo, de 105 espécies para 78

touceiras (9 % de açaí/ha). Apesar dessa diferença, a riqueza estimada neste estudo por meio da análise de rarefação foi comparável à obtida por Albernaz et al (2012).

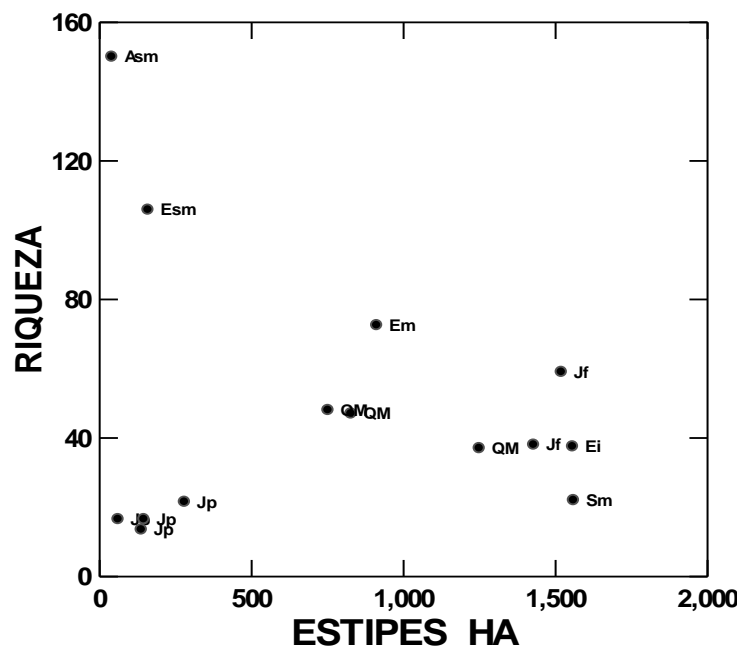


Fig. 8. Comparação entre diversos trabalhos realizados em várzea maneja e conservada no estuário amazônico. Esm: este estudo classe Sem Manejo; Em: este estudo classe Moderado; Ei: este estudo classe Manejo Intenso; Asm: Albernaz et al., (2012) classe sem manejo; QM: Queiroz e Machado (2008); Jp: Jardim et al. (2004) extração de palmito; Jf: Jardim et al. (2004) extração de frutos.

Os valores de riqueza registrados nos ambientes conservados tanto deste trabalho quanto no de Albernaz et al. (2012) estão bem abaixo dos estimados por Parolin (2000) para a várzea da Amazônia central (250-300), considerações que pode ser relacionado ao gradiente de aumento de riqueza do oeste para leste (Albernaz et al., 2012; Wittmann et al., 2006). Essa menor riqueza relativa pode ser atribuída à inundação diária relacionada às marés a que estas áreas estão sujeitas, além da inundação sazonal pelo rio (Lima e Tourinho 1996, Junk et al. 2011) ou a proximidade entre as áreas amostradas e centros urbanos consumidores de produtos naturais (Belém, Abaetetuba e Barcarena), os quais estão submetidos a um histórico de antropização e manejo (Hiraoka 1995, Pollak et al. 1995, Ferreira e Almeida 2005, Almeida e Jardim 2011, Amaral et al. 2012).

Devido à falta de estudos em áreas conservadas que permitam esclarecer as causas dessa menor riqueza, seria recomendável a realização de mais estudos em várzeas estuarinas

distantes dos centros urbanos, que poderiam ajudar a compreender melhor os efeitos antropogênicos na composição das espécies dessas várzeas.

Além do açaí, algumas espécies comumente manejadas na várzea estuarina, como andiroba (*Carapa guianensis*), ucuuba (*Virola surinamensis*), pracaxí (*Pentaclethra macroloba*) e cacau (*Theobroma cacao*), as quais apresentam importância econômica local como produtos madeireiros e não madeireiros (Moegenburg e Levey 2002, Santos et al. 2004, Weinstein e Moegenburg 2004, Salomão et al. 2007), também ocorreram em abundância neste estudo. Tais espécies são mantidas durante os manejos intenso e moderado, fazendo com esses ambientes passem a adquirir as características de agroecossistemas, devido ao adensamento das espécies úteis (Alves et al., 2002; Anderson et al., 1995; Azevedo and Kato, 2008; Grossmann et al., 2004; Homma et al., 2006; Nogueira and Homma, 1998; Yared et al., 1998).

Porém, mesmo com a manutenção destas espécies, a análise de ordenação mostrou uma maior homogeneização entre as áreas de manejo intenso e moderado, enquanto a categoria sem manejo apresentou uma maior dissimilaridade e heterogeneidade em relação às demais e entre as amostras. Apesar de muitos trabalhos considerarem este sistema viável tanto para a economia quanto para a manutenção da biodiversidade em várzeas manejadas (Anderson et al. 1995, Nogueira e Homma 1998, Queiroz e Mochiutti 2001, Santos et al. 2004), os resultados do presente estudo mostraram que os sistemas agroflorestais reduzem significativamente o número de espécies e causam a homogeneização das comunidades de várzea. Weinstein e Moegemburg (2004) já apontavam alterações ecológicas na várzea manejada, que estaria tendendo a se tornar um plantio consorciado, com importantes consequências para a diversidade de árvores e aves (Moegenburg e Levey 2002).

A conciliação entre manutenção da biodiversidade e atividades econômicas é objeto de estudo e discussão em diversas florestas tropicais (Edwards et al., 2010; Godfray, 2011; Green et al., 2005; Phalan et al., 2011). Green et al. (2005) discutem duas abordagens para a produção sustentável: a do compartilhamento de terra e a de poupar terra [land-sharing e land-sparing, respectivamente]. Na primeira, ocorre a produção agrícola em baixa intensidade e teoricamente compatível com a manutenção da biodiversidade, enquanto na segunda ocorre a produção intensa em área menor e a alocação de áreas exclusivas para a manutenção da flora e fauna (Green et al. 2005, Fischer et al. 2006, 2008. A mesma discussão foi proposta por Edwards et al. (2010, 2014). Os resultados desses autores revelaram que apesar do

compartilhamento de terra [land-sharing] promover maior resiliência, este modelo traz menor benefício econômico em relação à estratégia de poupadores de terra [land-sparing] (Green et al. 2005, Phalan et al. 2011). Para a exploração madeireira, os resultados indicam que a estratégia de land-sparing pode ser mais benéfica também para a conservação da biodiversidade (Edwards et al. 2014).

O manejo de açai praticado na várzea estuarina claramente segue o modelo de compartilhamento de terra proposto por Green et al (2005), e embora venha sendo considerado como uma atividade de “baixo impacto”, tem levado a uma considerável perda de riqueza, conduzindo-nos a questionar se a adoção da estratégia de poupadores de terra não seria mais viável para o ecossistema de várzea do estuário. No ambiente estudado, a manutenção de áreas conservadas juntas às degradadas pode ser uma maneira mais eficaz de maximizar a conservação da biodiversidade (Tabarelli e Gascon 2005, Ferreira et al. 2010) e manter estabilizada a capacidade funcional da floresta através da manutenção de serviços como ciclagem de nutrientes, polinização, decomposição, sequestro de carbono, redução de pragas e doenças, dispersão de sementes e recrutamento (Moegenburg e Levey 2002, Thompson et al. 2013).

No entanto, a várzea é um ambiente particularizado e sabe-se pouco sobre mínimo de hábitat necessário para a conservação da maioria das espécies, visto que a manutenção de espécies raras depende de áreas pouco perturbadas (Ferreira 2000, Ferreira et al. 2010; Boutin e Hevert 2002, Fahrig 2003, Groeneveld et al. 2009, Albuquerque e Rueda 2010, Pardini et al. 2010, Pütz et al. 2011). Essas considerações, no entanto, merecem melhores investigações quanto ao tamanho e configuração espacial das áreas destinadas ao manejo e à conservação, bem como de análises da viabilidade da implantação de um modelo do tipo poupadora de terra, já que o manejo por compartilhamento já é amplamente disseminado na região.

## 2.5 CONCLUSÃO

O adensamento do açai leva a perda de espécies e para que haja um melhor equilíbrio entre a produtividade econômica e a manutenção da biodiversidade, existe a necessidade de um modelo alternativo de manejo menos impactante. Para isto, sugere-se a adoção de práticas que viabilizem áreas exclusivas destinadas à conservação, semelhante à estratégia poupadora de terra. Para isso, percebe-se a necessidade de estudos que analisem os tamanhos apropriados

de habitats remanescentes para manterem grande parte das espécies da flora e fauna, considerando-se que a expansão econômica do mercado do fruto de *E. oleracea* poderá intensificar ainda mais a degradação da várzea do estuário. Alguns indicadores podem ajudar a descrever o panorama da degradação da várzea, tais como a riqueza arbórea e da regeneração e a diversidade, os quais poderão disponibilizar um coeficiente de perda de espécies para os ambientes manejados.

## 2.6 REFERÊNCIAS

- Albernaz, A.L., Pressey, R.L., Costa, L.R.F., Moreira, M.P., Ramos, J.F., Assunção, P.A., Franciscon, C.H., 2012. Tree species compositional change and conservation implications in the white-water flooded forests of the Brazilian Amazon. *J. Biogeogr.* 39, 869–883.
- Albuquerque, F.S. de, Rueda, M., 2010. Forest loss and fragmentation effects on woody plant species richness in Great Britain. *For. Ecol. Manage.* 260, 472–479.
- Almeida, A.F.F., Jardim, M.A.G., 2011. Florística e estrutura da comunidade arbórea de uma floresta de várzea na ilha de Sororoca, Ananindeua, Pará, Brasil. *Sci. For.* 39, 191–198.
- Almeida, S.S. De, Amaral, D.D. do, Silva, A.S.L. da, Dantas, D., Sérgio, A., 2004. Análise florística e estrutura de florestas de várzea no estuário amazônico. *Acta Amaz.* 34, 513–524.
- Alves, S., Armando, M.S., Bueno, Y.M., Alves, E.R. da S., Cavalcante, C.H., 2002. Agrofloresta para Agricultura Familiar. *Circ. Técnica, Embrapa Amaz. Orient.*
- Amaral, D.D. do, Vieira, I.C.G., Saolmão, R. de P., Almeida, S.S. de, Jardim, M.A.G., Salomão, R.P., 2012. The status of conservation of urban forests in eastern Amazonia. *Brazilian J. Biol.* 72, 257–65.
- Anderson, A.B., Magee, P., Gely, A., Augusto, M., Jardim, G., Jardim, M.A.G., 1995. Forest management patterns in the floodplain of the Amazon estuary. *Conserv. Biol.* 9, 47–61.
- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP III, A., 2009. An update of the angiosperm phylogeny classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Bot. J. Linn. Soc.* 161, 105–121.
- Azevedo, J.R.D.R. de, Kato, O.R.R., 2008. Sistema de manejo de açaizais nativos praticados por ribeirinhos das ilhas de Paquetá e ilha Grande, Belém, Pará, in: Oster, A.H., Vasconcelos, H.E.M., Araújo, J.B.C., Andrade, E.F. de (Eds.), VII Encontro Da Sociedade Brasileira de Sistemas de Produção. Sociedade Brasileira de Sistemas de Produção, Fortaleza - CE, p. 15.

- Batista, F. de J., Jardim, M.A.G., Medeiros, T.D.S., Lopes, I.L.M., 2011. Comparação florística e estrutural de duas florestas de varzea no estuário amazônico, Pará, Brasil. *Rev. Árvore* 35, 289–298.
- Boutin, S., Hevert, D., 2002. Landscape ecology and forest management: developing an effective partnership. *Ecol. Appl.* 12, 390–397.
- Carim, M.D.J.V.D.J.V., Jardim, M.A.G.A.G., Medeiros, T.D.S.D.S., 2008. Composição florística e estrutura de floresta de varzea no município de Mazagão, Estado do Amapá, Brasil. *Sci. For.* 36, 191–201.
- Cunha Freire, A.S., Vitorino, M.I., Gonçalves Jardim, M.A., Leão de Sousa, A.M., Quaresma, A.C., Gomes de Oliveira, F., Pereira, R.D.N., Freire, A.S.C., Jardim, M.A.G., de Sousa, A.M.L., de Oliveira, F.G., 2013. Analysis of the establishment of seedlings of açai (*Euterpe oleracea* Mart.) in the understory of a forest of amazon floodplain. *Earth Interact.* 17, 1–11.
- Edwards, D.P., Gilroy, J.J., Woodcock, P., Edwards, F. a, Larsen, T.H., Andrews, D.J.R., Derhé, M. a, Docherty, T.D.S., Hsu, W.W., Mitchell, S.L., Ota, T., Williams, L.J., Laurance, W.F., Hamer, K.C., Wilcove, D.S., 2014. Land-sharing versus land-sparing logging: reconciling timber extraction with biodiversity conservation. *Glob. Chang. Biol.* 20, 183–91.
- Edwards, D.P., Hodgson, J. a, Hamer, K.C., Mitchell, S.L., Ahmad, A.H., Cornell, S.J., Wilcove, D.S., 2010. Wildlife-friendly oil palm plantations fail to protect biodiversity effectively. *Conserv. Lett.* 3, 236–242.
- Fahrig, L., 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 34, 487–515.
- Falesi, I.C., Silva, B.N.R. da, 1999. Ecossistemas de varzea na região do baixo Amazonas, Belém: Embrapa Amazônia Oriental. Embrapa Amazônia Oriental, Belem.
- Ferreira, L.V., 2000. Effects of flooding duration on species richness , floristic composition and forest structure in river margin habitat in Amazonian blackwater floodplain forests : implications for future design of protected areas. *Biodivers. Conserv.* 9, 1–14.
- Ferreira, L.V., Almeida, S.S. De, 2005. Relação entre a altura de inundação, riqueza específica de plantas e o tamanho de clareiras naturais em um floresta inundável de igapo, na Amazônia central. *Rev. Árvore* 29, 445–453.
- Ferreira, L.V., Almeida, S.S. De, Parolin, P., 2010. Amazonian white- and blackwater floodplain forests in Brazil : large differences on a small scale. *Ecotropica* 16, 31–41.
- Fischer, J., Brosi, B., Daily, G.C., Ehrlich, P.R., Goldman, R., Goldstein, J., Lindenmayer, D.B., Manning, A.D., Mooney, H. a, Pejchar, L., Ranganathan, J., Tallis, H., 2008. Should agricultural policies encourage land sparing or wildlife-friendly farming? *Front. Ecol. Environ.* 6, 380–385.

- Fischer, J., Lindenmayer, D.B., Manning, A.D., 2006. Biodiversity, ecosystem function, and resilience: ten guiding principles for commodity production landscapes. *Front. Ecol. Environ.* 4, 80–86.
- Frazer, G.W., Canham, C.D., Lertzman, K.P., 1999. Gap Light Analyzer (GLA), Version 2.0: Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from truecolour fisheye photographs, users manual and program documentation.
- Gama, J.R.V., Botelho, S.A., Bentes-Gama, M. de M., 2002. Composição florística e estrutura da regeneração natural de floresta secundária de várzea baixa no estuário amazônico. *Rev. Árvore* 26, 559–566.
- Gentry, A.H., 1988. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 75, 1–34.
- Godfray, H.C.J., 2011. Ecology. Food and biodiversity. *Science* 333, 1231–2.
- Green, R.E., Cornell, S.J., Scharlemann, J.P.W., Balmford, A., 2005. Farming and the fate of wild nature. *Science* 307, 550–5.
- Groeneveld, J., Alves, L.F., Bernacci, L.C., Catharino, E.L.M., Knogge, C., Metzger, J.P., Pütz, S., Huth, a., 2009. The impact of fragmentation and density regulation on forest succession in the Atlantic rain forest. *Ecol. Modell.* 220, 2450–2459.
- Grossmann, M., Ferreira, F. de J.C., Lobo, G., Couto, R.C. do, Frossmann, M., 2004. Planejamento participativo visando a um manejo sustentável dos açais no estuário amazônico e regulamentações oficiais, in: Jardim, M.A.G., Mourão, L., Grossman, M. (Eds.), *Açaí (Euterpe Oleracea Mart.): Possibilidades E Limites Para O Desenvolvimento Sustentável No Estuário Amazônico*. Museu Paraense Emílio Geodi, Belem, pp. 123–134.
- Gurevitch, J., Scheiner, S.M., Fox, G.A., 2009. *Ecologia vegetal*, 2nd ed. Artmed, Porto Alegre.
- Hammer, O., Harper, D.A., Ryan, P.D., 2001. Past 2.16: paleontological statistics software pack for education and data analysis.
- Hawes, J.E., Peres, C.A., Riley, L.B., Hess, L.L., 2012. Forest Ecology and Management Landscape-scale variation in structure and biomass of Amazonian seasonally flooded and unflooded forests. *For. Ecol. Manage.* 281, 163–176.
- Hiraoka, M., 1995. Land use changes in the Amazon estuary. *Glob. Environ. Chang.* 5, 323–336.
- Homma, A.K.O., Nogueira, O.L., Menezes, A.J.E.A. de, Carvalho, J.E.U. de, Nicoli, C.M.L., Matos, G.B. de, 2006. Açaí: novos desafios e tendências. *Amaz. Ciência Desenvol.* 1, 7–23.



- Instituto Nacional de Meteorologia - INMET [WWW Document], 2013. . Minist. da Agric. Pecuária e Abast.
- Jardim, M.A.G., 2002. A cadeia produtiva do açaizeiro para frutos e palmito: implicações ecológicas e socioeconômicas no estado do Pará. *Bol. do Mus. Para. Emílio Goeldi, série Antropol.* 18, 287–305.
- Jardim, M.A.G., Amaral, D.D. do, Santos, G.C. dos, Medeiros, T.D.S., Silva, C.A. da, Francez, D. da C., Neto, S.V.C., 2004. Análise florística e estrutural para avaliação da fragmentação nas florestas de varzea do estuário amazônico, in: Jardim, M.A.G., Mourão, L., Grossmann, M. (Eds.), *Açaí (Euterpe Oleracea Mart.): Possibilidades E Limites Para O Desenvolvimento Sustentável No Estuário Amazônico*. Museu Paraense Emílio Geodi, Belem, pp. 101–122.
- Junk, W.J., Piedade, M.T.F., Schöngart, J., Cohn-Haft, M., Adeney, J.M., Wittmann, F., 2011. A classification of major naturally - occurring amazonia lowland wetlands. *Wetlands* 31, 623–640.
- Laumonier, Y., Edin, A., Kanninen, M., Munandar, A.W., 2010. Landscape-scale variation in the structure and biomass of the hill dipterocarp forest of Sumatra: Implications for carbon stock assessments. *For. Ecol. Manage.* 259, 505–513.
- Lima, R.R., Tourinho, M.M., 1996. Várzeas do Rio Para: principais característica e possibilidades agropecuárias. FCAP. Serviços de Documentação e Informação, Belem.
- Lobo, P.C., Joly, C.A., 1998. Tolerance to hypoxia and anoxia in neotropical tree species, in: Scarano, F.R., Franco, A.C. (Eds.), *ECcophysiological Strategies of Xerophytic and Amphibious Plants in the Neotropics*. Series Oecologia Brasiliensis, vol. IV, Rio de Janeiro, pp. 137–156.
- Magurran, A.E., 2011. Medindo a diversidade biológica. UFPR, Curitiba.
- Marinha, C. de H. da, 2007. Previsões de Mares [WWW Document]. Banco Nac. Dados Ocean. - BNDO. URL <http://www.mar.mil.br/dhn/chm/tabuas/> (accessed 12.20.13).
- Maués, B.A.R., Jardim, M.A.G., Batista, F. de J., Medeiros, T.D.S.D.S., Quaresma, A.C. da C., 2011. Composição florística e estrutura do estrato inferior da floresta de varzea na Área de Proteção Ambiental ilha do Combu, Município de Belem, Estado do Para. *Rev. Árvore* 35, 669–677.
- McAleece, N., Gage, J.D.G., Lambshead, P.J.D., Paterson, G.L.J., 1997. BioDiversity Professional statistics analysis software.
- Moegenburg, S.M., Levey, D.J., 2002. Prospects for conserving biodiversity in Amazonian extractive reserves. *Ecol. Lett.* 5, 320–324.
- Moraes, B.C. De, Costa, J.M.N. da, Costa, A.C.L. da, Costa, M.H., 1998. Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Pará. *Acta Amaz.* 35, 207–214.

- Moro, M.F., Martins, F.R., 2011. Métodos de levantamento do componente arbóreo-arbustivo, in: Felfili, J.M., Eisenlohr, P.V., Melo, M.M. da R.F. de, Andrade, L.A. de, Meira Neto, J.A.A. (Eds.), *Fitossociologia No Brasil: Métodos E Estudos de Caso Volume I*. UFV, Viçosa, pp. 174–212.
- Mourão, L., 2004. Açaizeiro: açaí e palmito no estuário amazônico, in: Jardim, M.A.G., Mourão, L., Grossman, M. (Eds.), *Açaí (Euterpe Oleracea Mart.): Possibilidades E Limites Para O Desenvolvimento Sustentável No Estuário Amazônico*. Museu Paraense Emílio Geodi, Belem, p. 274.
- Nogueira, O.L., 2006. Sistema de Produção do Açaí [WWW Document]. Embrapa Amaz. Orient. URL [http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Acai/SistemaProducaoAcai\\_2ed/](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Acai/SistemaProducaoAcai_2ed/) (accessed 12.20.13).
- Nogueira, O.L., Homma, A.K.O., 1998. Análise econômica de sistemas de manejo de açaizais nativos no estuário amazônico. Documentos.
- Pardini, R., Bueno, A.D.A., Gardner, T. a, Prado, P.I., Metzger, J.P., 2010. Beyond the fragmentation threshold hypothesis: regime shifts in biodiversity across fragmented landscapes. *PLoS One* 5, e13666.
- Parolin, P., 2000. Growth, productivity and use of trees in white- water floodplains, in: Junk, W.J., Ohly, J.J., Piedade, M.T.F., Soares, M.G.. (Eds.), *The Central Amazon Floodplain: Actual Use and Options for a Sustainable Management*. Backhuys Publisher, Leiden,, pp. 375–391.
- Phalan, B., Onial, M., Balmford, A., Green, R.E., 2011. Reconciling food production and biodiversity conservation: land sharing and land sparing compared. *Science* 333, 1289–91.
- Phillips, O.L., Vásquez Martínez, R., Núñez Vargas, P., Lorenzo Monteagudo, A., Chuspe Zans, M.-E., Galiano Sánchez, W., Peña Cruz, A., Timaná, M., Yli-Halla, M., Rose, S., 2003. Efficient plot-based floristic assessment of tropical forests. *J. Trop. Ecol.* 19, 629–645.
- Pollak, H., Mattos, M., Uhl, C., 1995. A profile of palm heart extraction in the Amazon estuary. *Hum. Ecol.* 23, 357–385.
- Pütz, S., Groeneveld, J., Alves, L.F., Metzger, J.P., Huth, A., 2011. Fragmentation drives tropical forest fragments to early successional states: a modelling study for brazilian atlantic forest. *Ecol. Modell.* 222, 1986–1997.
- Queiroz, J.A.L. de J.A.L. de, Machado, S. do A. do A., 2008. Fitossociologia em floresta de várzea do estuário amazônico no estado do Amapá. *Pesqui. Florest. Bras.* 57, 05–20.
- Queiroz, J.A.L. de, Mochiutti, S., 2001. Manejo de mínimo impacto para produção de frutos em açaizais nativos no estuário amazônico. *Comun. Técnico*.

- Queiroz, J.A.L. de, Mochiutti, S., Machado, S. do A., Galvão, F., Alta, V., Amazônica, E., Antonio, J., Queiroz, L. De, Machado, A., 2005. Composição florística e estrutura de floresta em várzea alta estuarina amazônica. *Floresta* 35, 41–56.
- Rodrigues, L.M.B., Lira, A.U. de S., Santos, F.A. dos, Jardim, M.A.G., 2006. Composição florística e usos das espécies vegetais de dois ambientes de floresta de várzea. *Rev. Bras. Farmácia* 87, 45–48.
- Salomão, R. de P., Terezo, E.F. de M., Jardim, M.A.G., 2007. Manejo florestal nas várzeas: oportunidades e desafios. MPEG, Belem.
- Santos, S.R.M. dos, Miranda, I.D.S., Tourinho, M.M., 2004. Análise florística e estrutural de sistemas agroflorestais das várzeas do rio Juba, Camaetá, Pará. *Acta Amaz.* 34, 251–263.
- Shepherd, G.L., 2010. Fitopac 2, versão 2.1.2.
- Systat, S., 2009. Systat 13 for Windows: More Statistics, More Graphs, Less Effort.
- Tabarelli, M., Gascon, C., 2005. Lições da pesquisa sobre fragmentação : aperfeiçoando políticas e diretrizes de manejo para a conservação da biodiversidade 1.
- Thompson, I.D., Guariguata, M.R., Okabe, K., Bahamondez, C., Nasi, R., Heymell, V., 2013. An Operational Framework for Defining and Monitoring Forest Degradation. *Ecol. Soc.* 18, 20.
- Tropicos.org [WWW Document], 2013. . Missouri Bot. Gard. URL <http://www.tropicos.org/> (accessed 7.6.13).
- Tsuchiya, A., Hiraoka, M., 1999. Forest biomass and wood consumption in the lower course of the Amazon: a case study of the Urubéua island. *Acta Amaz.* 29, 79–95.
- Weinstein, S., Moegenburg, S., 2004. Açaí palm management in the Amazon estuary: course for conservation or passage to plantation? *Conserv. Soc.* 2, 315–346.
- Wittmann, F., Schongart, J., Montero, J.C., Motzer, T., Junk, W.J., Piedade, M.T.F., Queiroz, H.L., Worbes, M., 2006. Tree species composition and diversity gradients in white-water forests across the Amazon Basin. *J. Biogeogr.* 33, 1334–1347.
- Yared, J.A.G., Junior, S.B., Marques, L.C.T., 1998. Agrossilvicultura: conceitos, classificação e oportunidades para aplicação na Amazônia brasileira. Documentos.

**ANEXO A – Material suplementar: Tabela S1**

Variáveis comparativas de estrutura e diversidade utilizadas na pesquisa. UA = Unidades amostrais (0,1 ha); MI = manejo intenso, MM = manejo moderado, RMB (Região Metropolitana de Belém), ABA (Abaetetuba), BAR (Barcarena); N (abundância); S (riqueza); S reg (riqueza da regeneração).

UA	Manejo	Local	Fam	Gên	N	S	Fisher	Dossel	S reg
1	MI	RMB	8	10	116	11	2,99	12,84	14
2	MI	RMB	6	12	84	12	3,83	14,00	15
3	MI	ABA	3	2	73	4	0,91	14,92	6
4	MI	BAR	5	4	58	5	1,31	22,12	7
5	MI	BAR	8	11	78	12	3,96	13,21	15
6	MI	BAR	3	3	82	3	0,61	19,75	4
7	MI	BAR	9	13	80	14	4,91	17,68	7
8	MI	RMB	8	9	70	9	2,75	13,01	9
9	MI	ABA	9	9	88	12	3,76	15,78	9
10	MI	RMB	3	4	114	5	1,07	21,77	8
11	MI	RMB	8	8	83	10	2,97	12,18	9
12	MI	BAR	5	7	113	7	1,65	10,40	5
13	MM	BAR	11	19	85	21	8,92	15,18	9
14	MM	BAR	11	24	109	26	10,81	21,85	14
15	MM	ABA	8	13	100	15	4,90	10,52	9
16	MM	BAR	9	16	91	18	6,72	11,35	10
17	MM	BAR	7	12	87	14	4,72	15,57	13
18	MM	BAR	6	12	101	12	3,55	16,30	11
19	MM	RMB	12	13	82	17	6,51	24,37	15
20	MM	RMB	8	11	72	12	4,11	17,34	16
21	MM	ABA	10	9	112	10	2,66	6,51	9
22	MM	ABA	10	11	71	15	5,81	12,81	14
23	MM	RMB	13	13	54	18	9,45	15,85	10
24	MM	RMB	12	26	84	21	8,92	18,24	8
25	SM	RMB	17	24	87	31	17,39	10,09	16
26	SM	RMB	16	27	94	33	18,09	10,37	19
27	SM	BAR	18	20	73	35	26,39	10,21	18
28	SM	BAR	15	27	90	30	15,75	17,54	18
29	SM	BAR	16	25	118	32	14,44	9,16	22
30	SM	BAR	12	22	92	27	12,87	7,76	14
31	SM	RMB	12	13	71	14	5,22	13,18	10
32	SM	BAR	14	23	142	27	9,88	5,18	15
33	SM	RMB	14	25	82	31	18,15	7,32	21
34	SM	ABA	21	32	76	41	36,30	9,78	23
35	SM	ABA	14	24	84	31	17,75	8,81	15
36	SM	ABA	14	26	72	31	20,65	7,60	20

### ANEXO B – Material suplementar: Tabela S2

Modelos Lineares Generalizados obtidos entre as variáveis dependentes (VD): Riqueza da Regeneração (SR), Abundância da regeneração (NR), Riqueza (S), Alfa de Fisher (Fisher), Abundância (N), Biomassa (Bio) e variáveis independentes (VI): classe de manejo (CM), abertura de dossel (ADo), local (Loc) (Tabela 6). Os modelos foram hierarquizados a partir do menor valor obtido pelo critério de Akaike (AIC), seguido de melhor significância ( $R^2$ ) num intervalo de 95% de confiança ( $p$ ).

VD	VI	$R^2$	AIC	$p$
<b>SR</b>	CM	0,553	196,748	0,000
	ADo, CM	0,553	199,450	0,000
	loc, CM	0,563	201,472	0,000
	ADo, CM, ADo*CM	0,524	207,716	0,000
	loc, CM, loc*CM	0,609	211,371	0,000
	loc, CM, ADo, loc*CM*ADo	0,619	214,655	0,000
	ADo	0,165	216,650	0,000
	ADo, loc	0,181	221,207	0,000
	loc	0,009	225,386	0,000
	ADo, loc, ADo*loc	0,195	226,584	0,000
<b>S</b>	CM	0,778	223,887	0,000
	ADo, CM	0,778	226,567	0,000
	ADo, CM, ADo*CM	0,807	227,574	0,000
	loc, CM	0,779	229,244	0,000
	loc, CM, loc*CM	0,815	236,841	0,000
	loc, CM, ADo, loc*CM*ADo	0,821	239,839	0,000
	ADo	0,22	266,527	0,000
	ADo, loc	0,229	271,367	0,000
	ADo, loc, ADo*loc	0,246	276,566	0,000
	loc	0,01	277,647	0,000
<b>Fisher</b>	CM	0,596	225,783	0,000
	ADo, CM	0,6	228,184	0,036
	loc, CM	0,598	231,187	0,000
	ADo, CM, ADo*CM	0,608	233,456	0,032
	loc, CM, loc*CM	0,634	241,799	0,000
	loc, CM, ADo, loc*CM*ADo	0,643	245,065	0,060
	ADo	0,149	250,070	0,000
	ADo, loc	0,15	255,277	0,000
	loc	0,011	258,029	0,000
	ADo, loc, ADo*loc	0,158	260,960	0,000

### ANEXO C – Material suplementar: Tabela S3

Análises de florística, estrutura e similaridade por classe de manejo. I = Manejo Intenso, M = Manejo Moderado, SM = Sem Manejo, N = número de indivíduos, IVI – Índice de Valor de Importância.

Espécie	Família	Manejo Intenso		SIMPER <sup>4</sup>		Manejo Moderado		SIMPER <sup>4</sup>		Sem Manejo	
		N	IVI (%)	I x M (45,66%) <sup>5</sup>	I x SM (83,62%) <sup>5</sup>	N	IVI (%)	M x SM (79,60%) <sup>5</sup>	I x M x SM (69,63%) <sup>5</sup>	N	IVI (%)
<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	Arecaceae	763	38,40	30,69	37,54	555	23,88	27,27	32,13	94	4,37
<i>Theobroma cacao</i> L.	Malvaceae	104	5,61	11,02	8,18	6	0,88	5,07	7,62	79	3,10
<i>Pentaclethra macroloba</i> (Willd.) Kuntze	Fabaceae	2	0,84	2,21	3,42	22	2,50	3,34	3,12	62	3,73
<i>Taralea oppositifolia</i> Aubl.	Fabaceae	3	1,91	1,09	2,62	9	1,64	2,83	2,37	49	4,74
<i>Swartzia acuminata</i> Willd. ex Vogel	Fabaceae	2	0,57	0,93	2,16	8	1,02	2,32	1,95	40	5,75
<i>Allantoma lineata</i> (Mart. & Berg) Miers	Lecythidaceae	-	-	0,12	2,09	1	0,95	2,18	1,69	39	2,61
<i>Caraipa grandifolia</i> Mart.	Calophyllaceae	-	-	0,66	1,77	7	0,65	1,99	1,61	34	1,74
<i>Pterocarpus santalinoides</i> L'Hér. ex DC.	Fabaceae	18	4,93	3,69	1,73	27	2,70	2,10	2,30	23	1,82
<i>Ormosia coutinhoi</i> Ducke	Fabaceae	2	0,93	0,75	1,62	6	0,85	1,71	1,46	31	2,85
<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	Meliaceae	27	6,01	3,48	1,56	27	3,20	1,84	2,09	29	2,82
<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	Clusiaceae	7	2,64	1,43	1,36	11	1,93	1,51	1,43	25	1,97
<i>Hevea brasiliensis</i> (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg.	Euphorbiaceae	19	5,96	3,20	1,27	34	7,47	1,49	1,77	23	2,91
<i>Virola surinamensis</i> (Rol. ex Rottb.) Warb.	Myristicaceae	15	7,15	3,64	1,26	39	4,30	2,26	2,16	28	2,90
<i>Quararibea guianensis</i> Aubl.	Malvaceae	1	0,36	0,40	1,25	3	0,43	1,37	1,11	21	1,45
<i>Licania macrophylla</i> Benth.	Chrysobalanaceae	-	-	0,00	1,17	-	-	1,22	0,93	21	1,57

<sup>4</sup> Porcentagem de contribuição de cada espécie para a dissimilaridade entre as classes.

<sup>5</sup> Dissimilaridade média geral.

Espécie	Família	Manejo Intenso		SIMPER <sup>4</sup>		Manejo Moderado		SIMPER <sup>4</sup>		Sem Manejo	
		N	IVI (%)	I x M (45,66%) <sup>5</sup>	I x SM (83,62%) <sup>5</sup>	N	IVI (%)	M x SM (79,60%) <sup>5</sup>	I x M x SM (69,63%) <sup>5</sup>	N	IVI (%)
<i>Swartzia racemosa</i> Benth.	Fabaceae	-	-	0,70	1,16	7	0,95	1,18	1,06	21	1,70
<i>Astrocaryum murumuru</i> Mart.	Arecaceae	4	0,91	1,83	1,12	14	1,02	1,67	1,48	17	1,08
<i>Macrolobium bifolium</i> (Aubl.) Pers.	Fabaceae	3	0,59	0,77	1,05	5	0,74	1,18	1,04	20	1,39
<i>Sarcaulus brasiliensis</i> (A. DC.) Eyma	Sapotaceae	-	-	0,10	0,99	1	0,31	1,04	0,81	17	1,35
<i>Gustavia augusta</i> L.	Lecythidaceae	-	-	0,42	0,97	4	0,51	1,07	0,89	16	1,19
<i>Inga edulis</i> Mart.	Fabaceae	4	1,44	1,85	0,89	16	1,95	1,42	1,30	14	1,09
<i>Spondias mombin</i> L.	Anacardiaceae	5	2,77	2,05	0,84	19	3,34	1,37	1,30	13	1,33
<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	Arecaceae	3	1,11	1,90	0,76	18	3,56	1,35	1,23	13	1,82
<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H. Wendl.	Arecaceae	-	-	0,00	0,76	-	-	0,79	0,61	13	1,34
<i>Inga capitata</i> Desv.	Fabaceae	1	0,36	1,37	0,68	13	1,47	1,04	0,97	12	1,53
<i>Vatairea guianensis</i> Aubl.	Fabaceae	-	-	0,57	0,67	6	0,75	0,85	0,72	13	1,43
<i>Licania heteromorpha</i> Benth.	Chrysobalanaceae	-	-	0,00	0,66	-	-	0,68	0,52	11	1,11
<i>Caryocar microcarpum</i> Ducke	Caryocaraceae	-	-	0,51	0,64	5	0,77	0,80	0,67	12	1,22
<i>Mouriri grandiflora</i> DC.	Melastomataceae	-	-	0,00	0,63	-	-	0,66	0,51	11	0,81
<i>Attalea maripa</i> (Aubl.) Mart.	Arecaceae	2	1,06	0,25	0,61	1	0,26	0,63	0,54	10	1,16
<i>Tovomita brevistaminea</i> Engl.	Clusiaceae	-	-	0,09	0,53	1	0,21	0,58	0,45	10	0,70
<i>Protium krukoffii</i> Swart	Burseraceae	-	-	0,32	0,53	3	0,30	0,64	0,53	9	0,91
<i>Hura crepitans</i> L.	Euphorbiaceae	4	0,97	2,00	0,52	17	3,34	1,16	1,09	6	0,83
<i>Genipa americana</i> L.	Rubiaceae	8	1,83	1,17	0,49	4	0,61	0,25	0,55	-	-
<i>Campsiandra laurifolia</i> Benth.	Fabaceae	-	-	0,23	0,49	2	0,31	0,57	0,47	8	0,99
<i>Terminalia dichotoma</i> G. Mey.	Combretaceae	-	-	0,00	0,49	-	-	0,51	0,39	8	2,58
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Anacardiaceae	-	-	0,53	0,48	5	0,84	0,64	0,55	8	4,05
<i>Trichilia micrantha</i> Benth.	Meliaceae	-	-	0,11	0,45	1	0,21	0,49	0,39	8	0,71
<i>Hydrochorea</i>	Fabaceae	-	-	0,20	0,43	2	1,25	0,48	0,40	7	1,30

Espécie	Família	Manejo Intenso		SIMPER <sup>4</sup>		Manejo Moderado		SIMPER <sup>4</sup>		Sem Manejo	
		N	IVI (%)	I x M (45,66%) <sup>5</sup>	I x SM (83,62%) <sup>5</sup>	N	IVI (%)	M x SM (79,60%) <sup>5</sup>	I x M x SM (69,63%) <sup>5</sup>	N	IVI (%)
<i>corymbosa</i> (Rich.) Barneby & J.W. Grimes											
<i>Theobroma speciosum</i> Willd.ex Spreng.	Malvaceae	-	-	0,00	0,43	-	-	0,45	0,34	7	0,52
<i>Eschweilera collina</i> Eyma	Lecythidaceae	-	-	0,00	0,42	-	-	0,44	0,34	1	0,12
<i>Zygia latifolia</i> (L.) Fawc. & Rendle	Fabaceae	-	-	1,20	0,42	11	1,58	0,82	0,74	7	0,75
<i>Sloanea grandiflora</i> Sm.	Elaeocarpaceae	-	-	0,00	0,40	-	-	0,42	0,32	7	0,63
<i>Theobroma subincanum</i> Mart.	Malvaceae	-	-	0,00	0,40	-	-	0,42	0,32	7	0,56
<i>Trichanthera gigantea</i> (Bonpl.) Nees	Acanthaceae	-	-	0,79	0,35	7	0,63	0,68	0,57	6	0,56
<i>Licania longistyla</i> (Hook. f.) Fritsch	Chrysobalanaceae	-	-	0,42	0,34	4	0,67	0,46	0,40	6	0,68
<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	Fabaceae	2	0,44	0,90	0,33	7	1,12	0,58	0,55	5	0,37
<i>Mora paraensis</i> (Ducke) Ducke	Fabaceae	1	0,49	0,09	0,32	-	-	0,30	0,26	5	0,39
<i>Clitoria fairchildiana</i> R.A. Howard	Fabaceae	5	0,94	0,68	0,31	1	0,35	0,07	0,30	-	-
<i>Trichilia quadrijuga</i> (Miq.) Kunth	Meliaceae	-	-	0,00	0,30	-	-	0,31	0,24	5	0,48
<i>Pouteria macrocarpa</i> (Mart.) Dietr.	Sapotaceae	-	-	0,00	0,29	-	-	0,30	0,23	5	0,57
<i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A. Rich. ex DC.	Rubiaceae	2	0,72	0,22	0,28	-	-	0,19	0,24	3	0,21
<i>Cordia scabrifolia</i> A. DC.	Boraginaceae	-	-	0,00	0,28	-	-	0,30	0,23	5	0,40
<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	Sapotaceae	-	-	0,13	0,26	1	0,22	0,33	0,26	4	0,26
<i>Inga thibaudiana</i> DC.	Fabaceae	-	-	0,00	0,25	-	-	0,26	0,20	4	0,49
<i>Eriotheca longipedicellata</i> (Ducke) A. Robyns	Malvaceae	-	-	0,00	0,24	-	-	0,25	0,19	4	0,43
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	Meliaceae	-	-	0,00	0,24	-	-	0,25	0,19	4	0,36



Espécie	Família	Manejo Intenso		SIMPER <sup>4</sup>		Manejo Moderado		SIMPER <sup>4</sup>		Sem Manejo	
		N	IVI (%)	I x M (45,66%) <sup>5</sup>	I x SM (83,62%) <sup>5</sup>	N	IVI (%)	M x SM (79,60%) <sup>5</sup>	I x M x SM (69,63%) <sup>5</sup>	N	IVI (%)
<i>Licania guianensis</i> (Aubl.) Griseb.	Chrysobalanaceae	2	0,40	0,21	0,22	-	-	0,13	0,18	2	0,42
<i>Theobroma grandiflorum</i> (Willd. ex Spreng.) K. Schum.	Malvaceae	4	0,49	0,48	0,20	1	0,20	0,07	0,21	-	-
<i>Heisteria acuminata</i> (Humb.& Bonpl.) Engl.	Olacaceae	-	-	0,00	0,19	-	-	0,20	0,15	3	0,34
<i>Tetragastris altissima</i> (Aubl.) Swart	Burseraceae	-	-	0,00	0,19	-	-	0,19	0,15	3	0,20
<i>Cecropia distachya</i> Huber	Urticaceae	3	1,09	1,70	0,18	14	1,29	0,88	0,78	-	-
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	Burseraceae	-	-	0,00	0,18	-	-	0,19	0,14	3	0,31
<i>Parkia multijuga</i> Benth.	Fabaceae	-	-	0,00	0,18	-	-	0,19	0,14	3	0,71
<i>Sterculia pruriens</i> (Aubl.) K. Schum.	Malvaceae	-	-	0,00	0,18	-	-	0,19	0,14	3	0,26
<i>Bactris maraja</i> Mart.	Arecaceae	-	-	0,11	0,18	1	0,21	0,22	0,18	3	0,29
<i>Dodecastigma integrifolium</i> (Lanj.) Lanj. & Sandwith	Euphorbiaceae	-	-	0,00	0,18	-	-	0,18	0,14	4	0,23
<i>Macrolobium pendulum</i> Willd. ex Vogel	Fabaceae	3	1,00	0,48	0,17	2	0,24	0,11	0,21	-	-
<i>Inga brachyrhachis</i> Harms	Fabaceae	-	-	0,30	0,17	3	0,62	0,26	0,23	3	0,39
<i>Sterculia speciosa</i> K. Schum.	Malvaceae	-	-	0,00	0,17	-	-	0,18	0,14	3	0,31
<i>Erisma uncinatum</i> Warm.	Vochysiaceae	-	-	0,10	0,16	1	0,22	0,21	0,17	3	0,36
<i>Crudia oblonga</i> Benth.	Fabaceae	1	0,46	0,11	0,16	-	-	0,12	0,13	2	0,34
<i>Rheedia macrophylla</i> (Mart.) Planch. & Triana	Clusiaceae	1	0,44	0,17	0,15	1	0,21	0,16	0,16	2	0,26
<i>Humiria balsamifera</i> Aubl.	Humiriaceae	-	-	0,00	0,15	-	-	0,15	0,12	3	0,21
<i>Licania apetala</i> (E. Mey.) Fritsch	Chrysobalanaceae	-	-	0,00	0,13	-	-	0,13	0,10	2	0,33
<i>Miconia gratissima</i> Benth. ex	Melastomataceae	-	-	0,00	0,12	-	-	0,13	0,10	2	0,16

Espécie	Família	Manejo Intenso		SIMPER <sup>4</sup>		Manejo Moderado		SIMPER <sup>4</sup>		Sem Manejo	
		N	IVI (%)	I x M (45,66%) <sup>5</sup>	I x SM (83,62%) <sup>5</sup>	N	IVI (%)	M x SM (79,60%) <sup>5</sup>	I x M x SM (69,63) <sup>5</sup>	N	IVI (%)
Triana											
<i>Ocotea canaliculata</i> (Rich.) Mez	Lauraceae	-	-	0,00	0,12	-	-	0,13	0,10	2	0,16
<i>Vochysia inundata</i> Ducke	Vochysiaceae	-	-	0,00	0,12	-	-	0,13	0,10	2	0,19
<i>Mezilaurus mahuba</i> (A. Samp.) van der Werff	Lauraceae	-	-	0,00	0,12	-	-	0,13	0,10	2	0,30
<i>Diospyros guianensis</i> (Aubl.) Gürke	Ebenaceae	-	-	0,00	0,12	-	-	0,13	0,10	2	0,28
<i>Xylopia nitida</i> Dunal	Annonaceae	-	-	0,00	0,12	-	-	0,13	0,10	2	0,28
<i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge)Schult.	Rubiaceae	-	-	0,00	0,12	-	-	0,12	0,10	2	0,25
<i>Brosimum acutifolium</i> Huber	Moraceae	-	-	0,00	0,12	2	0,22	0,12	0,09	-	-
<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	Urticaceae	2	0,40	0,31	0,12	1	0,21	0,06	0,14	-	-
<i>Micropholis guyanensis</i> (A. DC.) Pierre	Sapotaceae	-	-	0,11	0,12	1	0,20	0,16	0,13	2	0,26
<i>Mangifera indica</i> L.	Anacardiaceae	2	0,93	0,57	0,12	4	0,68	0,24	0,26	-	-
<i>Anacardium giganteum</i> W. Hancock ex Engl.	Anacardiaceae	-	-	0,09	0,12	1	0,24	0,16	0,13	2	0,40
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Fabaceae	-	-	0,12	0,11	1	0,44	0,16	0,13	2	0,25
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Meliaceae	-	-	0,67	0,11	6	0,89	0,43	0,36	2	0,28
<i>Laetia procera</i> (Poepp.) Eichler	Salicaceae	-	-	0,00	0,11	-	-	0,12	0,09	2	0,32
<i>Apeiba echinata</i> Gaertn.	Malvaceae	1	0,38	0,11	0,11	-	-	0,07	0,09	1	0,12
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Simaroubaceae	-	-	0,00	0,11	-	-	0,12	0,09	2	0,17
<i>Cedrela odorata</i> L.	Meliaceae	1	0,83	0,11	0,11	-	-	0,07	0,09	1	0,16
<i>Eschweilera grandiflora</i> (Aubl.)Standwith	Lecythidaceae	-	-	0,09	0,10	-	-	0,07	0,09	7	0,61
<i>Inga umbratica</i> Poepp.& Endl.	Fabaceae	1	0,36	0,11	0,10	-	-	0,06	0,09	1	0,13
<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.	Fabaceae	2	0,59	0,18	0,10	-	-	0,00	0,08	-	-
<i>Bactris gasipaes</i> Kunth	Arecaceae	2	0,49	0,18	0,10	-	-	0,00	0,08	-	-

Espécie	Família	Manejo Intenso		SIMPER <sup>4</sup>		Manejo Moderado		SIMPER <sup>4</sup>		Sem Manejo	
		N	IVI (%)	I x M (45,66%) <sup>5</sup>	I x SM (83,62%) <sup>5</sup>	N	IVI (%)	M x SM (79,60%) <sup>5</sup>	I x M x SM (69,63) <sup>5</sup>	N	IVI (%)
<i>Parkia nitida</i> Miq.	Fabaceae	-	-	0,00	0,10	-	-	0,10	0,08	2	0,19
<i>Xylopia amazonica</i> R.E. Fr.	Annonaceae	-	-	0,00	0,09	-	-	0,10	0,07	2	0,28
<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae	-	-	0,00	0,06	-	-	0,07	0,05	1	0,13
<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.	Rubiaceae	-	-	0,00	0,06	-	-	0,07	0,05	1	0,13
<i>Astrocaryum gynacanthum</i> Mart.	Arecaceae	-	-	0,00	0,06	-	-	0,07	0,05	1	0,12
<i>Minquartia guianensis</i> Aubl.	Olacaceae	-	-	0,00	0,06	-	-	0,07	0,05	1	0,13
<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber	Moraceae	-	-	0,00	0,06	-	-	0,07	0,05	1	0,13
<i>Goupia glabra</i> Aubl.	Goupiaceae	-	-	0,00	0,06	-	-	0,07	0,05	1	0,13
<i>Macrolobium multijugum</i> (DC.) Benth.	Fabaceae	-	-	0,00	0,06	-	-	0,07	0,05	1	0,23
<i>Cassipourea guianensis</i> Aubl.	Rhizophoraceae	-	-	0,00	0,06	-	-	0,06	0,05	1	0,13
<i>Cecropia obtusa</i> Trécul	Urticaceae	-	-	0,00	0,06	-	-	0,06	0,05	1	0,17
<i>Compsonura ulei</i> Warb.ex Pilg.	Myristicaceae	-	-	0,00	0,06	-	-	0,06	0,05	1	0,13
<i>Couratari guianensis</i> Aubl.	Lecythidaceae	-	-	0,00	0,06	-	-	0,06	0,05	1	0,12
<i>Dysoxylum excelsum</i> Blume	Meliaceae	-	-	0,00	0,06	-	-	0,06	0,05	1	0,17
<i>Eschweilera pedicellata</i> (Rich.)S.A.Mori	Lecythidaceae	1	0,60	0,00	0,06	-	-	0,06	0,05	1	0,12
<i>Ficus maxima</i> Mill.	Moraceae	-	-	0,22	0,06	2	1,05	0,17	0,14	1	0,12
<i>Hieronyma laxiflora</i> (Tul.) Müll. Arg.	Phyllanthaceae	-	-	0,00	0,06	-	-	0,06	0,05	1	0,14
<i>Himatanthus sucuuba</i> (Spruce ex Müll.Arg.) Woodson	Apocynaceae	-	-	0,00	0,06	-	-	0,06	0,05	1	0,14
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.)Maguire. Steyer. & Frodin	Araliaceae	-	-	0,21	0,06	2	0,31	0,17	0,14	1	0,14
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	Calophyllaceae	1	0,59	0,11	0,06	-	-	0,00	0,05	-	-
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Malvaceae	-	-	0,00	0,06	-	-	0,06	0,05	1	0,21

Espécie	Família	Manejo Intenso		SIMPER <sup>4</sup>		Manejo Moderado		SIMPER <sup>4</sup>		Sem Manejo	
		N	IVI (%)	I x M (45,66%) <sup>5</sup>	I x SM (83,62%) <sup>5</sup>	N	IVI (%)	M x SM (79,60%) <sup>5</sup>	I x M x SM (69,63%) <sup>5</sup>	N	IVI (%)
<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	Fabaceae	-	-	0,00	0,06	-	-	0,06	0,05	1	0,13
<i>Sacoglottis guianensis</i> Benth.	Humiriaceae	-	-	0,00	0,06	-	-	0,06	0,05	1	0,41
<i>Guatteria schomburgkiana</i> Mart.	Annonaceae	1	0,40	0,11	0,06	-	-	0,00	0,05	-	-
<i>Onychopetalum amazonicum</i> R.E. Fr.	Annonaceae	-	-	0,00	0,06	-	-	0,06	0,05	1	0,13
<i>Poraqueiba guianensis</i> Aubl.	Icacinaceae	-	-	0,00	0,06	-	-	0,06	0,05	1	0,13
<i>Citharexylum macrophyllum</i> Poir	Verbenaceae	1	0,36	0,29	0,06	2	0,56	0,12	0,13	-	-
<i>Oenocarpus bacaba</i> Mart.	Arecaceae	1	0,16	0,90	0,06	8	0,96	0,47	0,40	-	-
<i>Ficus gomelleira</i> Kunth & C.D. Bouché	Moraceae	-	-	0,00	0,06	-	-	0,06	0,05	1	0,87
<i>Sterculia elata</i> Ducke	Malvaceae	-	-	0,00	0,06	-	-	0,06	0,05	1	0,25
<i>Unonopsis guatteroides</i> R.E. Fr.	Annonaceae	-	-	0,00	0,06	-	-	0,06	0,05	1	0,15
<i>Licania membranacea</i> Sagot ex Laness.	Chrysobalanaceae	-	-	0,00	0,06	-	-	0,06	0,05	1	0,15
<i>Margaritaria nobilis</i> L.f.	Phyllanthaceae	1	0,37	0,11	0,06	-	-	0,00	0,05	-	-
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	Myrtaceae	1	0,47	0,11	0,06	-	-	0,00	0,05	-	-
<i>Maytenus myrsinoides</i> Reissek	Celastraceae	-	-	0,00	0,06	-	-	0,06	0,04	1	0,15
<i>Trichilia schomburgkii</i> C. DC.	Meliaceae	-	-	0,00	0,06	-	-	0,06	0,04	1	0,12
<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S.A.Mori	Lecythidaceae	-	-	0,00	0,06	-	-	0,06	0,04	1	0,12
<i>Parkia discolor</i> Spruce ex Benth.	Fabaceae	-	-	0,00	0,06	-	-	0,06	0,04	1	0,12
<i>Swartzia brachyrachis</i> Harms	Fabaceae	-	-	0,00	0,06	-	-	0,06	0,04	1	0,12
<i>Vantanea parviflora</i> Lam.	Humiriaceae	-	-	0,00	0,06	-	-	0,06	0,04	1	0,19
<i>Eugenia patrisii</i> Vahl	Myrtaceae	-	-	0,00	0,05	-	-	0,05	0,04	1	0,13
<i>Parinari montana</i> Aubl.	Chrysobalanaceae	-	-	0,12	0,05	1	0,22	0,11	0,09	1	0,16
<i>Tachigali myrmecophila</i> (Ducke) Ducke	Fabaceae	-	-	0,21	0,05	2	0,53	0,15	0,12	1	0,13

Espécie	Família	Manejo Intenso		SIMPER <sup>4</sup>		Manejo Moderado		SIMPER <sup>4</sup>		Sem Manejo	
		N	IVI (%)	I x M (45,66%) <sup>5</sup>	I x SM (83,62%) <sup>5</sup>	N	IVI (%)	M x SM (79,60%) <sup>5</sup>	I x M x SM (69,63%) <sup>5</sup>	N	IVI (%)
<i>Oenocarpus bataua</i> Mart.	Arecaceae	-	-	0,00	0,05	-	-	0,05	0,04	1	0,14
<i>Rhizophora racemosa</i> G.Mey.	Rhizophoraceae	-	-	0,12	0,04	1	0,20	0,10	0,08	1	0,14
<i>Abarema jupunba</i> (Willd.) Britton & Killip	Fabaceae	0	0,29	0,11	0,00	1	0,29	0,06	0,05	-	-
<i>Aniba guianensis</i> Aubl.	Lauraceae	-	-	0,12	0,00	1	0,22	0,07	0,05	-	-
<i>Annona paludosa</i> Aubl.	Annonaceae	-	-	0,11	0,00	1	0,21	0,06	0,05	-	-
<i>Astrocaryum vulgare</i> Mart.	Arecaceae	-	-	0,32	0,00	3	0,30	0,18	0,14	-	-
<i>Attalea phalerata</i> Mart.ex Spreng.	Arecaceae	-	-	0,11	0,00	1	0,39	0,06	0,05	-	-
<i>Bellucia grossularioides</i> (L.) Triana	Melastomataceae	-	-	0,11	0,00	1	0,21	0,06	0,05	-	-
<i>Byrsonima crispa</i> A. Juss.	Malpighiaceae	-	-	0,21	0,00	2	0,40	0,12	0,09	-	-
<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook.f. ex K. Schum.	Calophyllaceae	-	-	1,41	0,00	15	1,43	0,79	0,61	-	-
<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	Fabaceae	-	-	0,11	0,00	1	0,21	0,06	0,05	-	-
<i>Chrysobalanus icaco</i> L.	Chrysobalanaceae	-	-	0,09	0,00	1	0,22	0,05	0,04	-	-
<i>Coccoloba mollis</i> Casar.	Polygonaceae	-	-	0,13	0,00	1	0,21	0,07	0,06	-	-
<i>Croton matourensis</i> Aubl.	Euphorbiaceae	-	-	0,21	0,00	2	0,29	0,12	0,09	-	-
<i>Diploptropis martiusii</i> Benth.	Fabaceae	-	-	0,34	0,00	3	0,54	0,19	0,15	-	-
<i>Eugenia malaccensis</i> L.	Myrtaceae	-	-	0,13	0,00	1	0,22	0,07	0,06	-	-
<i>Eugenia tapacumensis</i> O. Berg	Myrtaceae	-	-	0,19	0,00	2	0,33	0,11	0,08	-	-
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Malvaceae	-	-	0,11	0,00	1	0,32	0,06	0,05	-	-
<i>Inga grandiflora</i> Wall.	Fabaceae	-	-	0,22	0,00	2	0,24	0,12	0,09	-	-
<i>Inga heterophylla</i> Willd.	Fabaceae	-	-	0,11	0,00	1	0,21	0,06	0,05	-	-
<i>Inga umbellifera</i> (Vahl) DC.	Fabaceae	-	-	0,33	0,00	3	1,72	0,18	0,14	-	-
<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D.Don	Bignoniaceae	-	-	0,26	0,00	2	0,30	0,15	0,11	-	-

Espécie	Família	Manejo Intenso		SIMPER <sup>4</sup>		Manejo Moderado		SIMPER <sup>4</sup>		Sem Manejo	
		N	IVI (%)	I x M (45,66%) <sup>5</sup>	I x SM (83,62%) <sup>5</sup>	N	IVI (%)	M x SM (79,60%) <sup>5</sup>	I x M x SM (69,63) <sup>5</sup>	N	IVI (%)
<i>Licania oblongifolia</i> Standl.	Chrysobalanaceae	-	-	0,10	0,00	1	0,21	0,06	0,04	-	-
<i>Ormosia nobilis</i> Tul.	Fabaceae	-	-	0,43	0,00	4	0,44	0,24	0,19	-	-
<i>Pouteria guianensis</i> Aubl.	Sapotaceae	-	-	0,11	0,00	1	0,29	0,06	0,05	-	-
<i>Pouteria oppositifolia</i> (Ducke) Baehni	Sapotaceae	-	-	0,19	0,00	2	0,24	0,10	0,08	-	-
<i>Tachigali paniculata</i> Aubl.	Fabaceae	-	-	0,56	0,00	6	0,85	0,32	0,24	-	-
<i>Terminalia catappa</i> L.	Combretaceae	-	-	0,30	0,00	3	0,28	0,17	0,13	-	-
<i>Toulicia guianensis</i> Aubl.	Sapindaceae	-	-	0,12	0,00	1	0,28	0,07	0,05	-	-

## **ANEXO D - Normas da revista Forest Ecology and Management**

### Article structure

#### Subdivision

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to "the text". Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

#### Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

#### Material and methods

Provide sufficient detail to allow the work to be reproduced. Methods already published should be indicated by a reference: only relevant modifications should be described.

#### Results

Results should be clear and concise.

#### Discussion

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature.

#### Conclusions

The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion section.

#### Appendices

If there is more than one appendix, they should be identified as A, B, etc. Formulae and equations in appendices should be given separate numbering: Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc.; in a subsequent appendix, Eq. (B.1) and so on. Similarly for tables and figures: Table A.1; Fig. A.1, etc.

#### Essential title page information

- Title. Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- Author names and affiliations. Where the family name may be ambiguous (e.g., a double name), please indicate this clearly. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.
- Corresponding author. Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. Ensure that phone numbers (with country and area code) are provided in addition to the e-mail address and the complete postal address. Contact details must be kept up to date by the corresponding author.
- Present/permanent address. If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

#### Abstract

A concise and factual abstract is required (not longer than 400 words). The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself



### Graphical abstract

A Graphical abstract is optional and should summarize the contents of the article in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a wide readership online. Authors must provide images that clearly represent the work described in the article. Graphical abstracts should be submitted as a separate file in the online submission system. Image size: Please provide an image with a minimum of  $531 \times 1328$  pixels (h  $\times$  w) or proportionally more. The image should be readable at a size of  $5 \times 13$  cm using a regular screen resolution of 96 dpi. Preferred file types: TIFF, EPS, PDF or MS Office files. See <http://www.elsevier.com/graphicalabstracts> for examples.

Authors can make use of Elsevier's Illustration and Enhancement service to ensure the best presentation of their images also in accordance with all technical requirements: Illustration Service.

### Highlights

Highlights are mandatory for this journal. They consist of a short collection of bullet points that convey the core findings of the article and should be submitted in a separate file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point). See <http://www.elsevier.com/highlights> for examples.

### Keywords

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

### Abbreviations

Define abbreviations that are not standard in this field in a footnote to be placed on the first page of the article. Such abbreviations that are unavoidable in the abstract must be defined at their first mention there, as well as in the footnote. Ensure consistency of abbreviations throughout the article.

## Acknowledgements

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

## Units

SI (Système International d'unités) should be used for all units except where common usage dictates otherwise. Examples of non-SI that may be more appropriate (depending on context) in many ecological and forestry measurements are ha rather than m<sup>2</sup>, year rather than second. Use Mg ha<sup>-1</sup>, not tonnes ha<sup>-1</sup>, and use &mgr;g g<sup>-1</sup>, not ppm (or for volume, &mgr;L L<sup>-1</sup> or equivalent). Tree diameter will generally be in cm (an approved SI unit) rather than m. Units should be in the following style: kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>, kg m<sup>-3</sup>. Non-SI units should be spelled in full (e.g. year). Do not insert 'non-units' within compound units: for example, write 300 kg ha<sup>-1</sup> of nitrogen (or N), not 300 kg N ha<sup>-1</sup>.

## Math formulae

Present simple formulae in the line of normal text where possible and use the solidus (/) instead of a horizontal line for small fractional terms, e.g., X/Y. In principle, variables are to be presented in italics. Powers of e are often more conveniently denoted by exp. Number consecutively any equations that have to be displayed separately from the text (if referred to explicitly in the text).

## Footnotes

Footnotes should be used sparingly. Number them consecutively throughout the article. Many wordprocessors build footnotes into the text, and this feature may be used. Should this not be the case, indicate the position of footnotes in the text and present the footnotes themselves separately at the end of the article. Do not include footnotes in the Reference list.

## Table footnotes

Indicate each footnote in a table with a superscript lowercase letter.

## Artwork

## Electronic artwork

### General points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Preferred fonts: Arial (or Helvetica), Times New Roman (or Times), Symbol, Courier.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Indicate per figure if it is a single, 1.5 or 2-column fitting image.
- For Word submissions only, you may still provide figures and their captions, and tables within a single file at the revision stage.
- Please note that individual figure files larger than 10 MB must be provided in separate source files.

A detailed guide on electronic artwork is available on our website:

<http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

### Formats

Regardless of the application used, when your electronic artwork is finalized, please 'save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS (or PDF): Vector drawings. Embed the font or save the text as 'graphics'.

TIFF (or JPG): Color or grayscale photographs (halftones): always use a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPG): Bitmapped line drawings: use a minimum of 1000 dpi.

TIFF (or JPG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale): a minimum of 500 dpi is required.

Please do not:

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); the resolution is too low.
- Supply files that are too low in resolution.
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

### Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or JPEG), EPS (or PDF), or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted

article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color on the Web (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article. Please indicate your preference for color: in print or on the Web only. For further information on the preparation of electronic artwork, please see <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

Please note: Because of technical complications which can arise by converting color figures to 'gray scale' (for the printed version should you not opt for color in print) please submit in addition usable black and white versions of all the color illustrations.

### Figure captions

Ensure that each illustration has a caption. A caption should comprise a brief title (not on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

### Tables

Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text. Place footnotes to tables below the table body and indicate them with superscript lowercase letters. Avoid vertical rules. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in tables do not duplicate results described elsewhere in the article.

### References

#### Citation in text

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication.

### Reference links

Increased discoverability of research and high quality peer review are ensured by online links to the sources cited. In order to allow us to create links to abstracting and indexing services, such as Scopus, CrossRef and PubMed, please ensure that data provided in the references are correct. Please note that incorrect surnames, journal/book titles, publication year and pagination may prevent link creation. When copying references, please be careful as they may already contain errors. Use of the DOI is encouraged.

### Web references

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

### References in a special issue

Please ensure that the words 'this issue' are added to any references in the list (and any citations in the text) to other articles in the same Special Issue.

### Reference management software

This journal has standard templates available in key reference management packages EndNote (<http://www.endnote.com/support/enstyles.asp>) and Reference Manager (<http://refman.com/support/rmstyles.asp>). Using plug-ins to wordprocessing packages, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article and the list of references and citations to these will be formatted according to the journal style which is described below.

### Reference formatting

There are no strict requirements on reference formatting at submission. References can be in any style or format as long as the style is consistent. Where applicable, author(s) name(s), journal title/book title, chapter title/article title, year of publication, volume number/book chapter and the pagination must be present. Use of DOI is highly encouraged. The reference style used by the journal will be applied to the accepted article by Elsevier at the proof stage.

Note that missing data will be highlighted at proof stage for the author to correct. If you do wish to format the references yourself they should be arranged according to the following examples:

#### Reference style

Text: All citations in the text should refer to:

1. Single author: the author's name (without initials, unless there is ambiguity) and the year of publication;
2. Two authors: both authors' names and the year of publication;
3. Three or more authors: first author's name followed by 'et al.' and the year of publication.

Citations may be made directly (or parenthetically). Groups of references should be listed first alphabetically, then chronologically.

Examples: 'as demonstrated (Allan, 2000a, 2000b, 1999; Allan and Jones, 1999). Kramer et al. (2010) have recently shown ....'

List: References should be arranged first alphabetically and then further sorted chronologically if necessary. More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters 'a', 'b', 'c', etc., placed after the year of publication.

Examples:

Reference to a journal publication:

Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2010. The art of writing a scientific article. *J. Sci. Commun.* 163, 51–59.

Reference to a book:

Strunk Jr., W., White, E.B., 2000. *The Elements of Style*, fourth ed. Longman, New York.

Reference to a chapter in an edited book:

Mettam, G.R., Adams, L.B., 2009. How to prepare an electronic version of your article, in: Jones, B.S., Smith, R.Z. (Eds.), *Introduction to the Electronic Age*. E-Publishing Inc., New York, pp. 281–304.

#### Journal abbreviations source

Journal names should be abbreviated according to the List of Title Word Abbreviations: <http://www.issn.org/services/online-services/access-to-the-ltwa/>.

## Video data

Elsevier accepts video material and animation sequences to support and enhance your scientific research. Authors who have video or animation files that they wish to submit with their article are strongly encouraged to include links to these within the body of the article. This can be done in the same way as a figure or table by referring to the video or animation content and noting in the body text where it should be placed. All submitted files should be properly labeled so that they directly relate to the video file's content. In order to ensure that your video or animation material is directly usable, please provide the files in one of our recommended file formats with a preferred maximum size of 50 MB. Video and animation files supplied will be published online in the electronic version of your article in Elsevier Web products, including ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>. Please supply 'stills' with your files: you can choose any frame from the video or animation or make a separate image. These will be used instead of standard icons and will personalize the link to your video data. For more detailed instructions please visit our video instruction pages at <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>. Note: since video and animation cannot be embedded in the print version of the journal, please provide text for both the electronic and the print version for the portions of the article that refer to this content.

## AudioSlides

The journal encourages authors to create an AudioSlides presentation with their published article. AudioSlides are brief, webinar-style presentations that are shown next to the online article on ScienceDirect. This gives authors the opportunity to summarize their research in their own words and to help readers understand what the paper is about. More information and examples are available at <http://www.elsevier.com/audioslides>. Authors of this journal will automatically receive an invitation e-mail to create an AudioSlides presentation after acceptance of their paper.

## Supplementary data

Elsevier accepts electronic supplementary material to support and enhance your scientific research. Supplementary files offer the author additional possibilities to publish supporting applications, high-resolution images, background datasets, sound clips and more.

Supplementary files supplied will be published online alongside the electronic version of your article in Elsevier Web products, including ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>. In order to ensure that your submitted material is directly usable, please provide the data in one of our recommended file formats. Authors should submit the material in electronic format together with the article and supply a concise and descriptive caption for each file. For more detailed instructions please visit our artwork instruction pages at <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

### Submission checklist

The following list will be useful during the final checking of an article prior to sending it to the journal for review. Please consult this Guide for Authors for further details of any item.

Ensure that the following items are present:

One author has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address
- Full postal address
- Telephone

All necessary files have been uploaded, and contain:

- Keywords
- All figure captions
- All tables (including title, description, footnotes)

Further considerations

- Manuscript has been 'spell-checked' and 'grammar-checked'
- All references mentioned in the Reference list are cited in the text, and vice versa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Web)
- Color figures are clearly marked as being intended for color reproduction on the Web (free of charge) and in print, or to be reproduced in color on the Web (free of charge) and in black-and-white in print
- If only color on the Web is required, black-and-white versions of the figures are also supplied for printing purposes

For any further information please visit our customer support site at <http://support.elsevier.com>.