

**ESTUDO DA REGENERAÇÃO NATURAL  
EM FLORESTA DE VÁRZEA COMO BASE  
PARA O MANEJO FLORESTAL**

**JOÃO RICARDO VASCONCELLOS GAMA**

**2000**

49344

MFV 34591

**JOÃO RICARDO VASCONCELLOS GAMA**

**ESTUDO DA REGENERAÇÃO NATURAL EM FLORESTA DE  
VÁRZEA COMO BASE PARA O MANEJO FLORESTAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Engenharia Florestal, na área de concentração em Produção Florestal, para obtenção do título de "Mestre".

Orientadora

Profª. Soraya Alvarenga Botelho

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2000

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

Gama, João Ricardo Vasconcellos

Estudo da regeneração natural em floresta de várzea como base para o manejo florestal / João Ricardo Vasconcellos Gama. -- Lavras : UFLA, 2000.

116 p. : il.

Orientador:

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Amazônia. 2. Floresta de várzea. 3. Regeneração natural. 4. Manejo florestal. 5. Tamanho ótimo de parcelo. 6. Suficiência amostral. 7. Estuário Amazônico. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-634.92

-634.956

JOÃO RICARDO VASCONCELLOS GAMA

**ESTUDO DA REGENERAÇÃO NATURAL EM FLORESTA DE  
VÁRZEA COMO BASE PARA O MANEJO FLORESTAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Engenharia Florestal, na área de concentração em Produção Florestal, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 11 de fevereiro de 2000

Prof. Waldenei Travassos de Queiroz - FCAP

Prof. José Roberto Soares Scolforo - UFLA

  
Prof. Soraya Alvarenga Botelho - UFLA  
Orientadora

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL

**A Deus, pela vida e por todas as graças alcançadas;**

**Aos meus pais, Claudett e Alberto;**

**Ao meu irmão Cláudio;**

**A minha esposa Michelliny.**

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciências Florestais pela oportunidade de realização do curso;

À Faculdade de Ciências Agrárias do Pará e à CAPES pela concessão da bolsa de estudo;

À Exportadora de Madeiras do Pará Ltda. - EMAPA pela concessão da área de estudo e todo o apoio necessário para o desenvolvimento deste trabalho;

À Professora Soraya Alvarenga Botelho pela orientação neste trabalho;

Ao Professor Manoel Malheiros Tourinho pela amizade, incentivo e credibilidade em minha capacidade profissional;

Ao Professor Francisco de Assis Oliveira por ter despertado a minha curiosidade científica;

Aos Professores Waldenei Travassos de Queiroz e José Roberto S. Scolforo pelos ensinamentos e co-orientação;

Aos Professores Sebastião do Amaral Machado e Nelson Venturin pela experiência transmitida;

Aos pesquisadores da Embrapa-CPATU, José Natalino Macedo Silva e João Olegário Pereira de Carvalho, pela cooperação para a realização deste trabalho;

A todos da Comunidade do Rio Santana de Afuá, e principalmente aos amigos Marivaldo e Miguel, que não mediram esforços na coleta dos dados; e ao Sr. Adrião pela amizade e paciência em me explicar as interdependências do ecossistema várzea;

À Bibliotecária Raquel C. C. dos Santos pela colaboração de sempre e a todos do Projeto VÁRZEA/FCAP pela amizade e idealismo;

Aos deuses, mestres e irmãos que acompanham a minha caminhada;

Aos amigos Rubens (“Matador”) e Frederico (“Lingüiça”) pelos momentos históricos compartilhados;

A todos os colegas da Pós-graduação pelos momentos alegres dentro e fora do Departamento, e em especial ao Ronaldo (“Ronaldinho”), João Mello (“João Melão”), Antônio (“Tuka”), Sebastião (“Tião”), Rubens Koloski (“Velho”), Luís Fernando (“Samurai”), Marcos Aurélio (“Cubatão”), Alessandro (“Batman”), Rodrigo (“Grande”), Nelson, Caixeta, José Hortêncio (“Zezinho”), Elizabeth, Rinã, Kayla, Luciana Magda, Vivette, Karem e Luciene.

Aos amigos Maria Floriana, Mário, Neuza Rezende e família, Rehilda Mello e família; Carla e D. Naná; Giovanna Silva e família, pelo acolhimento e amizade.

A Chica pela atenção e carisma de sempre;

A Terezinha, Lilian e Gláucia, pela ajuda e atenção em todos os momentos;

E a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.



## SUMÁRIO

	Página
RESUMO .....	i
ABSTRACT .....	iii
1 INTRODUÇÃO GERAL .....	001
2 REFERENCIAL TEÓRICO .....	002
2.1 Floresta Amazônica .....	002
2.2 Várzeas do Estuário Amazônico .....	003
2.3 Florestas de Várzea do Estuário Amazônico .....	005
2.4 Regeneração Natural .....	007
2.4.1 Fatores Condicionantes .....	008
2.4.2 Importância .....	009
2.4.3 Regeneração Natural em Florestas Tropicais .....	010
2.4.3.1 Estudos na Amazônia Brasileira .....	011
2.4.3.2 Estudos em Floresta de Várzea .....	015
2.4.4 Classes de Tamanho .....	017
2.5 Tamanho Ótimo de Parcela – TOP .....	018
2.5.1 Importância dos Estudos de TOP .....	018
2.5.2 Métodos para a definição do TOP .....	022
2.5.3 Estudos de TOP em Floresta Nativa .....	024
2.6 Forma da Parcela .....	026
2.7 Suficiência Amostral .....	027
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	029
<b>CAPÍTULO 1:</b>	
<b>ESTUDO DA REGENERAÇÃO NATURAL DE FLORESTAS DE VÁRZEA ALTA E BAIXA NO ESTUÁRIO AMAZÔNICO COMO BASE PARA O MANEJO FLORESTAL</b>	
RESUMO .....	038
ABSTRACT .....	040
1 INTRODUÇÃO .....	042
2 MATERIAL E MÉTODOS .....	043
2.1 Área de Estudo .....	043
2.2 Amostragem e Coleta dos Dados .....	045
2.3 Análise dos Dados .....	047
2.3.1 Parâmetros Estruturais Estimados .....	047
2.3.2 Diversidade de Espécies .....	050



2.3.3 Similaridade Florística .....	051
2.3.4 Padrão de Distribuição Espacial .....	051
2.3.5 Suficiência Amostral .....	052
2.3.6 Classificação Sucessional das Espécies .....	053
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>053</b>
3.1 Composição Florística .....	053
3.2 Suficiência Amostral .....	058
3.3 Análise da Estrutura da Regeneração Natural .....	059
3.4 Parâmetros Qualitativos da Regeneração Natural .....	077
3.5 Constituição da Regeneração Natural .....	078
3.6 Índice de Diversidade .....	080
3.7 Índice de Similaridade .....	081
<b>4 CONCLUSÃO .....</b>	<b>085</b>
<b>5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>087</b>

**CAPÍTULO 2:**

**TAMANHO ÓTIMO DE PARCELA E SUFICIÊNCIA AMOSTRAL PARA ESTUDO DA REGENERAÇÃO NATURAL EM FLORESTAS DE VÁRZEA ALTA E BAIXA NO ESTUÁRIO AMAZÔNICO**

<b>RESUMO .....</b>	<b>091</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>092</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>093</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>095</b>
2.1 Área de Estudo .....	095
2.2 Amostragem e Coleta dos Dados .....	096
2.3 Análise dos Dados .....	098
2.3.1 Tamanho Ótimo de Parcela .....	098
2.3.2 Suficiência Amostral .....	100
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>101</b>
3.1 Tamanho Ótimo de Parcela .....	101
3.2 Suficiência Amostral .....	105
<b>4 CONCLUSÃO .....</b>	<b>110</b>
<b>5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>111</b>

## RESUMO

GAMA, J. R. V. Estudo da regeneração natural em floresta de várzea como base para o manejo florestal. Lavras: UFLA, 2000. 114p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal)<sup>1</sup>

Este estudo teve como objetivos quantificar e avaliar a regeneração natural em uma floresta de várzea alta não explorada e uma floresta de várzea baixa que deixou de ser explorada por sete anos, a fim de fornecer uma base sólida sobre o conhecimento das espécies com estoque de regeneração natural suficiente para implementar possíveis planos de manejo florestal sustentado direcionados à área de estudo (Capítulo I); além de definir o tamanho ótimo de parcela e a suficiência amostral que fornecessem a melhor amostragem para inventários de regeneração natural em florestas de várzea do estuário amazônico (Capítulo II). O inventário foi conduzido na propriedade florestal da Exportadora de Madeira do Para Ltda. - EMAPA, localizada a 0°09'32"S e 50°23'31"W, na Microrregião dos Furos da ilha de Marajó, município de Afuá, ao Norte do Estado Pará. A amostragem foi realizada em 54 sub-parcelas de 100m<sup>2</sup>, localizadas dentro de 54 parcelas de 0,5ha, destinadas à amostragem do estrato arbóreo; sendo que deste total, 29 sub-parcelas foram lançadas na várzea alta e 25 na várzea baixa. Em cada sub-parcela de 100m<sup>2</sup>, mediu-se todos os indivíduos das espécies arbóreas e palmeiras com altura (h) ≥ 30cm e diâmetro à altura do peito (DAP) < 15,0cm, como também o diâmetro das espécies com h ≥ 3,0m e DAP < 15,0cm. Os resultados demonstraram a ocorrência de 30.969 indivíduos/ha na várzea alta pertencentes a 70 espécies, 57 gêneros e 28 famílias botânicas; enquanto na várzea baixa, ocorreram 13.380 indivíduos/ha distribuídos em 63 espécies, 51 gêneros e 26 famílias botânicas. As famílias que se destacaram quanto ao maior número de espécies, tanto na várzea alta como na várzea baixa, foram: Palmae, Mimosaceae, Caesalpiniaceae, Chrysobalanaceae e Guttiferae. As espécies com maior índice de valor de importância ampliado, na várzea alta foram: *Virola surinamensis*, *Euterpe oleracea*, *Astrocaryum murumuru*, *Geonoma laxiflora* e *Guarea guidonia*; já na várzea baixa, teve-se: *Euterpe oleracea*, *Astrocaryum murumuru*, *Crudia bracteata*, *Gustavia augusta* e *Inga edulis*. Mais de 60% das espécies estudadas nos dois ambientes apresentaram um padrão de distribuição agregado, e entre as mais importantes, todas apresentaram este padrão. O maior índice de diversidade foi encontrado na floresta de várzea baixa ( $H' = 3,05$ ). Ocorreu alta similaridade florística entre a regeneração natural da várzea alta e da várzea baixa (ISs = 0,85). A competição dos cipós com os indivíduos

arbóreos e as palmeiras indicou a necessidade de remoção destes nos dois ambientes estudados. A exploração que ocorreu na várzea baixa por 37 anos favoreceu o ingresso dos indivíduos para as maiores classes de tamanho, porém deve-se implementar tratamentos silviculturais que beneficiem principalmente a regeneração natural da *Virola surinamensis* e da *Carapa guianensis*, pois foram as espécies comerciais que apresentaram baixa dominância e alta densidade nas menores classes de tamanho; além disso, são as espécies mais comercializadas na região estudada. Para atingir os objetivos do Capítulo II, dividiu-se as sub-parcelas em 100 micro-parcelas de  $1\text{m}^2$ , considerando-se, nas análises, a várzea alta, a várzea baixa e a floresta de várzea sem estratificação (várzea alta + várzea baixa), utilizando, para tal, três classes de tamanho (CT1:  $0,3\text{m} \leq h < 1,5\text{m}$ ; CT2:  $h \geq 1,50\text{m}$  a  $\text{DAP} < 5,0\text{cm}$ ; e CT3:  $5,0\text{cm} \leq \text{DAP} < 15,0\text{cm}$ ) e toda a população amostrada – TPA ( $h \geq 0,3\text{m}$  a  $\text{DAP} < 15,0\text{cm}$ ). Para a definição do tamanho ótimo de parcela, foi empregado o método analítico. A análise da suficiência amostral foi realizada através do procedimento REGRELRP do programa SAEG. Os resultados indicaram os seguintes tamanhos ótimos de parcela:  $70\text{m}^2$  - CT1,  $80\text{m}^2$  - CT2,  $90\text{m}^2$  - CT3 e  $70\text{m}^2$  - TPA. Observou-se que são necessárias 19 sub-parcelas para inventariar a regeneração natural da várzea alta, 14 parcelas para a várzea baixa, enquanto que para a floresta de várzea sem estratificação, são necessárias 19 sub-parcelas para inventariar as espécies da CT1, assim como de toda a população amostrada (TPA), e que para a CT2 e a CT3, 39 sub-parcelas são suficientes.

---

<sup>1</sup> Comitê Orientador: Soraya Alvarenga Botelho (Orientadora); José Roberto Soares Scolforo, José Márcio de Mello e Daniel Furtado Ferreira (Co-orientadores).

## ABSTRACT

GAMA, J. R. V. **Study of natural regeneration in floodplain forest as a basis to the forest management.** Lavras: UFLA, 2000. 114p. (Dissertation – Master in Forest Engineering)<sup>1</sup>

This study aimed to quantify and evaluate the natural regeneration structure in a high floodplain forest and in a down floodplain forest which had the exploitation stopped for seven years, in order to provide a solid knoweldgement about species with sufficient natural regeneration as a basis for possible sustainable management plans directed to the area of study (Chapter I); just as to determine an optimum plot size and the sample sufficiency for an accurate sampling of the natural regeneration of floodplain forests in Amazonian estuary (Chapter II). The inventory was accomplished at EMAPA forest lands, situated at 0°09'32"S and 50°23'31"W, 4m high from sea level, located in "Furos" micro-region of Marajó Island, Afuá county, North of Pará State. Sampling was carried out in 54 sub-plots of 100m<sup>2</sup> located into the 54 plots of 2500m<sup>2</sup> for adult vegetation sampling; of this total 29 sub-plots were located in a high floodplain forest and 25 in a down floodplain forest. In each sub-plot of 100m<sup>2</sup> all individuals with height (h) ≥ 0,30cm and diameter at 1,30m above ground level (DBH) ≤ 15,0cm were surveyed and had botanical identification, just as all the plants with (h) ≥ 3,0m and diameter at breast height (DBH) < 15,0cm. Results showed 30.069 individuals/ha belonging to 70 species, 57 genera e 28 botanical families occurred in high floodplain, while in down floodplain these numbers corresponded to 13.380 individuals/ha distributed in 63 species, 51 genera and 26 botanical families. Families with the highest number of species in both forests were: Palmae, Mimosaceae, Caesalpiniaceae, Chrysobalanaceae and Guttiferae. In high floodplain species with the highest amplified importance value index were: *Virola surinamensis*, *Euterpe oleracea*, *Astrocaryum murumuru*, *Geonoma laxiflora* and *Guarea guidonia*; in down floodplain forest these species were: *Euterpe oleracea*, *Astrocaryum murumuru*, *Crudia bracteata*, *Gustavia augusta* and *Inga edulis*. More than 60% of the total species found in the area showed a clustering distribution pattern, including all the most important species which presented this same pattern. The highest species diversity index was found in down floodplain forest (H' = 3,05). The highest floristic similarity index observed between the two areas occurred in the natural regeneration strata (IS<sub>G</sub> = 0,85). Competition between lianas with trees and palms in both surveyed areas suggests some silvicultural treatment in order to change this situation. The

exploitation carried out in down floodplain for 37 years contributed to the ingrowth of younger plants to the higher size classes of natural regeneration. Although, silvicultural treatments must be done to correct regeneration gaps of the commercial species *Viola surinamensis* and *Carapa guianensis* for they presented small values of dominance and high density values in the smaller class sizes and because they are the principle marketable species of the region. In order to reach the objectives of Chapter II, it was divided the sub-polts into 100 1m<sup>2</sup> micro-plots and the analysis was done considering the two areas separatedly and the forest without stratification. It was used three different class sizes: (CS1: 0,3m ≤ h < 1,5m; CS2: h ≥ 1,50m to DBH < 5,0cm; e CS3: 5,0cm ≤ DBH < 15,0cm), beyond the limit for all sampled population – ASP (h ≥ 0,3m to DBH < 15,0cm). Optimal class size was defined by the analytical method. The analysis of sample sufficiency was done through the REGRELRP procedure of SAEG statistical program. Results pointed out the following optimum plot sizes: 70m<sup>2</sup> - SC1, 80m<sup>2</sup> - SC2, 90m<sup>2</sup> - SC3 and 70m<sup>2</sup> - ASP. It was observed that 19 sub-plots are necessary to survey the natural regeneration of high floodplain, 14 sub-plots are suitable for down floodplained and for forest without stratification 19 sub-plots are indicated to survey the species of CS1 just as the species of all sampled population (ASP), and that for CS2 and CS3, 39 sub-plots are sufficient to have an accurate sample of the natural regeneration.

---

I Guidance Committee: Soraya Alvarenga Botelho (Adviser); José Roberto Soares Scolforo, José Márcio de Mello and Daniel Furtado Ferreira (Co-advisers).

# 1 INTRODUÇÃO GERAL

A Amazônia brasileira é a maior extensão de floresta tropical do mundo. A variedade dos recursos naturais ali existentes só é possível devido às diferentes associações vegetais, que crescem sob a influência de fatores ambientais intrínsecos a cada ecossistema que forma este bioma. Entre os ecossistemas que compõem a floresta equatorial amazônica está a várzea, cuja importância ecológica e sócio-econômica para a região é marcante desde o processo de ocupação inicial até os dias de hoje, mantendo populações ribeirinhas que praticam o extrativismo vegetal e animal, além da agricultura.

Nas várzeas do estuário amazônico, a exploração da madeira e do palmito de açaí apresentam-se como as atividades econômicas mais importantes. Estas florestas começaram a ser exploradas economicamente no início da década de 50, época dos primeiros trabalhos de inventário florestal, nos quais já se verificava a necessidade da inclusão da análise da estrutura da regeneração natural para melhor conhecer a estoque florestal.

As informações sobre a regeneração natural são básicas para a elaboração de planos de manejo florestal sob regime sustentado. Para uma avaliação confiável da regeneração natural é necessário utilizar o número e tamanho adequados de parcela a fim de garantir a precisão do método de amostragem, reduzir a variabilidade ambiental entre as unidades de amostra e proporcionar as informações desejadas a um custo mínimo.

Neste contexto, o objetivo deste estudo foi conhecer a composição florística, analisar a estrutura da regeneração natural e propor o tamanho e o número ótimos de parcelas para inventariar a regeneração natural em diferentes classes de tamanho em floresta de várzea no estuário amazônico.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Floresta Amazônica

A Amazônia brasileira abrange uma extensão de 4.978.247km<sup>2</sup>, o que corresponde a 60% do território nacional (Araújo *et al.*, 1986). É uma região de grande diversidade florística e faunística, que ainda nos dias de hoje apresenta muita carência de informações sobre a localização, a quantificação e a qualidade dos diferentes ecossistemas que a compõem.

A observação da paisagem amazônica, à primeira vista, dá a impressão de que ali ocorre uma grande fitomassa homogênea em termos estruturais. Na realidade, são inúmeros tipos de vegetação interagindo simultaneamente em diferentes dimensões e que formam micro-ambientes com características próprias (Ayres, 1989).

De acordo com Campbell *et. al.* (1986), não há uma floresta amazônica única, mas sim um mosaico de tipos florestais influenciados pela variação topográfica, padrões hidrológicos de solo, presença de clareiras e estágios sucessionais diferenciados.

Pires (1973) comenta que a planície amazônica é coberta por um maciço de floresta tropical primária intercalada por rios, igarapés, lagos, canais, pântanos, trechos de savanas, praias arenosas e outras formações. Segundo Goulding (1997), a Amazônia, cuja história geológica data de 20 milhões de anos, apresenta tipos de vegetação diferenciados devido as importantes mudanças geológicas ocorridas no passado, entre os quais constam as várzeas do estuário amazônico.



## 2.2 Várzeas do Estuário Amazônico

De acordo com a classificação de Prance (1979), várzeas são áreas inundáveis por água barrenta cujos solos são constantemente renovados devido à sedimentação durante o período que permanecem submersos, e nos quais desenvolvem-se plantas adaptadas fisiologicamente e morfológicamente, com características próprias, tais como madeira mais leve que as de espécies de terra firme.

As várzeas apresentam um grande significado histórico e econômico na história colonial da Amazônia e grande importância sócio-econômica para os ribeirinhos que dela dependem para praticar a agricultura, a pesca e o extrativismo de madeira e de produtos florestais não madeireiros (Kalliola *et al.*, 1993).

Ayres (1993) reporta que as matas inundadas de várzea há muito participam da história de ocupação da Amazônia devido ao grande potencial pesqueiro, facilidade de locomoção durante as cheias, fertilidade da terra além da presença de recursos naturais abundantes.

Diversos são os fatores que interferem na formação das várzeas, dentre os quais destacam-se: o regime de inundação, as diferenças no teor de sedimentos da água, a distância do ponto de origem dos sedimentos, a distância das várzeas das margens dos respectivos rios, a intensidade da inundação e a influência da maré e da água do mar (Tourinho, 1996).

Estes fatores determinam desigualdade significativa na vegetação, no solo e conseqüentemente na potencialidade econômica das várzeas. Por estas razões, Lima e Tourinho (1994) caracterizaram geograficamente seis tipos de várzea na região amazônica: várzeas da costa amapaense; várzeas do estuário do rio Amazonas; várzeas do rio Pará; várzeas do nordeste paraense e pré-

Amazônia maranhense; várzeas do baixo amazonas e várzeas do Solimões com seus afluentes e do rio Madeira.

A região de várzea considerada neste estudo foi a do estuário amazônico, onde, de modo geral, encontram-se dois tipos distintos em termos estruturais e funcionais: a várzea baixa, que permanece alagada durante todo o inverno (fevereiro a junho), e a várzea alta, que inunda devido às lançantes das marés e durante as chuvas intermitentes de inverno (Gama e Bentes-Gama, 1999).

As várzeas do estuário amazônico apresentam topografia plana a suavemente ondulada, os solos são originados da formação geológica do Quaternário e o material é composto de sedimentos holocênicos, com elevada fertilidade natural e conteúdo de bases trocáveis variáveis, estando enquadrados nos solos do tipo hidromórfico gleizado pouco húmico (Vieira, 1988).

Macedo (1996) também identificou, no estuário amazônico, a presença de solos gley pouco húmico eutróficos, com profundidade média de 57,5cm, textura argilosa (55,1%) em todos os horizontes e elevado teor de matéria orgânica (1,81%) na camada superficial do solo.

Segundo Tourinho (1996), as marés, que são movimentos alternados de ascensão e descida da água do mar observados durante duas vezes ao dia, constituem o elemento dominante da hidrografia das várzeas no estuário amazônico, porque exercem influência na direção da correnteza, na intensidade de sedimentação, na qualidade da água, no transporte de sementes e na oscilação no nível das inundações.

A grande diferença entre as várzeas do estuário amazônico e as demais está na dinâmica das marés, que exerce influência significativa até a foz do rio Xingu, a cerca de 400km do Oceano Atlântico. Lima (1956) cita que a variação das inundações chega a 3,5m em Belém e apenas a 0,5m na foz do rio Xingu.

Kalliola *et al.* (1993) também destacam que a dinâmica fluvial e a topografia influenciam diretamente a estrutura, a composição florística e o padrão de distribuição das espécies de floresta de várzea.

### 2.3 Florestas de Várzea do Estuário Amazônico

Kalliola *et al.* (1993) citam que a floresta de várzea é a vegetação ao longo dos rios e das planícies inundáveis que normalmente apresenta menor diversidade do que a terra firme e abriga animais e plantas adaptados a condições hidrológicas sazonais. Silva *et al.* (1992) comentam que esta baixa diversidade ocorre porque poucas espécies dispõem de mecanismos morfofisiológicos que tolerem o ritmo sazonal de inundação.

Conforme Goulding (1997), apesar destas florestas permanecerem inundadas por até 6 meses e sofrerem influência diária das marés, apresentam períodos de floração e frutificação muito similares ao de outras florestas de várzea da Amazônia.

De modo geral, as florestas de várzea apresentam um sub-bosque de fácil penetração, sendo que na várzea baixa a estrutura é caracterizada pela presença dos estratos superior e médio bem definidos, enquanto na várzea alta há também o estrato inferior. A várzea baixa apresenta árvores com altura menor, com um dossel que varia de fechado a pouco aberto, ocorrendo poucas árvores dominantes, com arbustos e herbáceas em menor densidade, enquanto as palmeiras são mais frequentes, destacando-se *Euterpe oleracea* – açai e *Mauritia flexuosa* - buriti; a várzea alta apresenta um dossel que varia de aberto a pouco fechado e as árvores são de maior porte (Gama e Bentes-Gama, 1999).

Concatenando informações de Bentes e Maciel (1994), Macedo (1996) e Bentes-Gama (2000), verificou-se que as famílias botânicas Leguminosae, Palmae, Chrysobalanaceae, Euphorbiaceae e Lecythidaceae dominam a composição florística das florestas de várzea no estuário amazônico.

Entre as espécies fitossociologicamente mais importantes, têm-se: *Euterpe oleracea* - açaí, *Mora paraensis* - pracuúba, *Pentaclethra macroloba* - pracaxi e *Astrocaryum murumuru* - muru-muru (Bentes e Maciel, 1994; Macedo, 1996). Já Bentes-Gama (2000) verificou que na várzea alta não explorada, as espécies mais importantes foram: *Virola surinamensis*, *Eschweilera coriacea* e *Swartzia racemosa*; e na várzea baixa explorada: *Virola surinamensis*, *Eschweilera coriacea*, *Symphonia globulifera* e *Astrocaryum murumuru*.

Apesar do grande potencial das várzeas para a agricultura, principalmente culturas de ciclo curto, a extração vegetal nas florestas de várzea do estuário amazônico se apresenta como a atividade mais importante, caracterizando-se principalmente pela exploração madeireira e do palmito de açaí (IBGE, 1991).

Gama e Bentes-Gama (1999) observaram que no estuário amazônico, as florestas de várzea alta são menos exploradas do que as de várzea baixa. Entretanto, quase toda a cobertura florestal já sofreu ação antrópica devido ao corte dos açaiçais nativos para a retirada do palmito, que eram abundantes às margens dos rios. Hoje, estas são as áreas mais alteradas do estuário, onde estão concentrados açaiçais de baixa produtividade, sem estoque para a exploração, sendo também o local em que os ribeirinhos estabelecem roçados e retiram madeira roliça para construções rústicas.

Quanto à exploração florestal, Macedo e Anderson (1993) afirmam que no estuário amazônico esta chega a ser tão seletiva como na terra firme e citam

o caso da virola, que em alguns locais chega a apresentar mais de 100 indivíduos/ha com DAP  $\geq$  30cm. Os autores consideram que a altíssima regeneração natural desta espécie faz com que os cortadores de madeira voltem todos os anos na mesma área, até acabarem com todo o seu estoque.

## 2.4 Regeneração Natural

Os estudos com amostragem da regeneração natural começaram em Burma, na Índia, no final do século XIX, porém o número de trabalhos nesta linha só aumentou depois da realização da “Conference of State Forest Officers”, em 1914 (Barnard, 1950 e Loetsch *et al.*, 1973 *apud* Jardim e Hosokawa, 1986/1987).

O termo regeneração natural como estoque florestal é conceituado por Finol (1971) como toda planta descendente de plantas arbóreas que se encontra entre 0,10m de altura até o limite de 10cm de diâmetro à altura do peito. Entretanto, Rollet (1969) e Volpato (1994) consideram como regeneração natural todos os indivíduos com DAP  $<$  5cm, sendo que indivíduos em classes de tamanho menores podem ser considerados como regeneração natural de indivíduos maiores.

A regeneração natural pode ser estudada do ponto de vista estático, através do número de plantas/unidade de área, distribuição espacial e riqueza florística; e/ou, do ponto de vista dinâmico, através de comparações entre locais diferentes, ou em época distintas (Rollet, 1969).

Este mesmo autor também comenta que a regeneração natural decorre da interação de processos naturais de restabelecimento do ecossistema florestal. Para Bongers (1995), a regeneração natural é parte do ciclo de crescimento da

floresta e refere-se às fases iniciais do seu estabelecimento e desenvolvimento e que, ainda, o seu estudo está fundamentado na análise das fases de desenvolvimento (classes de tamanho) de uma espécie ou de uma comunidade de plantas.

#### 2.4.1 Fatores Condicionantes

Daniel *et al.* (1982) reportam, como fatores condicionantes para o surgimento e estabelecimento da regeneração natural em florestas tropicais, a queda de árvores, que dá origem às clareiras, fazendo com que aumente a quantidade de luz no sub-bosque, permitindo a germinação e o crescimento de plântulas; e os fatores bióticos e abióticos do meio ambiente no interior da floresta, tais como a temperatura, a umidade, a fertilidade do solo, os patógenos, entre outros.

Considerando vários trabalhos, Yared (1996) destaca, entre outros fatores determinantes no processo de regeneração natural das espécies, a germinação e crescimento das plântulas, que dependem diretamente da disponibilidade de luz; a fenologia, que é muito influenciada por fatores climáticos; e a dispersão de sementes, que afeta o padrão de distribuição das espécies e depende em grande parte da fauna e da ação dos ventos.

Toriola *et al.* (1998) dizem que a dinâmica da regeneração natural após uma ação antrópica depende dos seguintes fatores: extensão e tipo de perturbação, proximidade das fontes de sementes, disponibilidade de dispersores, condições microclimáticas e dos aspectos físicos e químicos do solo.

## 2.4.2 Importância

A regeneração natural é a base para a sobrevivência e desenvolvimento do ecossistema florestal (Finol, 1975). O conhecimento da estrutura da regeneração natural dá subsídios para o desenvolvimento de planos de manejo adequadas à conservação da floresta remanescente, ou seja, permite a aplicação de técnicas silviculturais direcionadas ao aproveitamento contínuo da floresta (Blanchard e Prado, 1995), favorecendo o crescimento e maximizando o volume das espécies desejáveis por unidade de área (Fox, 1976).

O estudo da regeneração natural, antes de qualquer ação antrópica, é importante para o manejo florestal, pois possibilita a avaliação das espécies por classe de tamanho e permite conhecer a dinâmica da população (Alencar, 1984).

Carvalho (1982) esclarece que a análise da estrutura da regeneração fornece a relação e a quantidade de espécies que constituem o estoque da floresta, suas dimensões e sua distribuição na comunidade vegetal, fornecendo dados que permitem previsões sobre o comportamento e o desenvolvimento da floresta no futuro. Oliveira (1995) confirma que essas informações são importantes ao silvicultor, a fim de conduzir a densidade das espécies comerciais e a qualidade da estrutura da floresta.

Segundo Higuchi *et al.* (1985), através do estudo da regeneração natural, são obtidas informações sobre a autoecologia, composição florística e densidade das espécies no sub-bosque, a situação sucessional da área em estudo, os efeitos da exploração florestal, entre outras informações importantes que norteiam as intervenções silviculturais previstas nos planos de manejo.

De acordo com Jankauskis (1990), é importante estudar a regeneração natural porque a viabilidade e a condução de um projeto de manejo florestal baseado no sistema de corte seletivo depende diretamente da estocagem



adequada da mesma.

Segundo o autor, ao levar em consideração a regeneração natural, afasta-se a necessidade de atividades de enriquecimento e diminui-se os problemas de modificação na estrutura e na diversidade da floresta. Entretanto, para que a floresta tenha uma capacidade de suporte adequada, é indispensável a presença de árvores porta-sementes, já que estas exercem um papel regulador do estoque das espécies de interesse comercial.

Oliveira (1995) também comenta que no estrato inferior da floresta estão as espécies que irão compor a próxima colheita. Gama *et al.* (1999) ressaltam que é possível manter o estoque comercial da floresta através da análise da estrutura da regeneração natural, aliada às práticas silviculturais.

Seitz (1988) enfatiza que ao se estudar a regeneração natural, aumentam os custos do inventário, mas, por outro lado, melhora-se o nível de informação sobre as associações, potencial produtivo e a dinâmica das espécies, tornando possível compensar o investimento.

### **2.4.3 Regeneração Natural em Florestas Tropicais**

Vários são os aspectos que levam em conta o estudo da regeneração natural em florestas tropicais. Nwoboshi (1987) considera que o emprego de técnicas silviculturais que promovam o estabelecimento e o crescimento da regeneração natural das espécies de maior interesse local é essencial para a conservação das florestas tropicais úmidas que ocorrem no oeste da África, as quais desempenham um papel importante no desenvolvimento econômico daquelas regiões que necessitam de subsistência, abrigo e emprego.

Renes (1991) estudou, em Burkina Faso, África, a capacidade e a produtividade da regeneração natural após a exploração florestal em quatro sítios diferentes, e teve como resultados que todos os sítios regeneraram fortemente após a exploração; a taxa de mortalidade foi grande nos sítios sob condições climáticas menos satisfatórias, sendo que as menores taxas ocorreram nos sítios com solos melhores; e nos anos iniciais houve redução no crescimento em altura, devido à competição com arbustos e gramíneas.

Blanchard e Prado (1995), estudando os efeitos da pressão antrópica em florestas de mangue no nordeste do Equador, verificaram que para o desenvolvimento de técnicas de manejo adequadas, a fim de conservar a floresta remanescente, tem que se conhecer a capacidade de regeneração das espécies que compõem aquele ambiente.

Saulei e Kiapranis (1996) avaliaram a regeneração natural após as operações de exploração seletiva numa floresta inundável, em Papua Nova Guiné, e observaram que a estrutura da floresta em regeneração era similar a da floresta natural; o número total de espécies na floresta natural apresentou-se menor do que na floresta regenerada e a maioria destas espécies estava contida na menor classe de tamanho ( $h \leq 0,3m$ ), havendo, porém, mais espécies raras na floresta natural do que na floresta regenerada.

#### **2.4.3.1 Estudos na Amazônia Brasileira**

Até a primeira metade da década de 50, não se realizavam trabalhos na Amazônia que levassem em conta a estrutura da regeneração natural, mas sim apenas a estrutura da vegetação adulta (Cain *et al.*, 1956).

Verifica-se, em Pitt (1961), que os estudos de regeneração natural na

Amazônia começaram na FLONA de Curuá-Una-PA, em dezembro de 1957. Estudos pioneiros sobre o assunto na Amazônia também são os de Rodrigues (1961), que estudou a regeneração natural de uma floresta no baixo rio Negro-AM, e de Pitt (1969), que realizou experimentos na mesma linha, nos Estados do Pará e Amapá. Entretanto, os estudos realmente se intensificaram a partir da década de 80, com as publicações de Carvalho (1980 e 1982), Higuchi *et al.* (1985) e Jardim e Hosokawa (1986/1987).

Pitt (1961), considerando a produção e estimulação da regeneração natural na FLONA de Curuá-Una-PA, verificou que dois anos após a abertura do dossel, houve aumento no número de espécies e incentivo ao crescimento das plantas já estabelecidas e concluiu que a remoção parcial do dossel acelera o desenvolvimento da floresta.

Carvalho (1982), analisando a estrutura da regeneração natural numa área de 35 ha da FLONA do Tapajós-PA, concluiu que as famílias mais importantes foram: Annonaceae, Euphorbiaceae, Leguminosae, Lecythidaceae, Moraceae, Myristicaceae, Sapotaceae e Vochysiaceae e que em termos de distribuição espacial, 19,8% ocorrem agrupadas, 27,4% apresentam tendência a se agrupar e 52,8% ocorrem isoladas. Observou, também, que o número de espécies e de plantas decresce com o aumento das classes de tamanho e que entre as 20 espécies mais importantes, 75% eram de alto valor comercial.

Higuchi *et al.* (1985) realizaram um inventário diagnóstico da regeneração natural no Distrito Agropecuário da SUFRAMA, a 90Km ao Norte de Manaus-AM, e concluíram que as espécies comerciais com  $DAP < 5\text{cm}$  não apresentaram muitos indivíduos; por outro lado, os indivíduos das espécies comerciais com  $5,0\text{cm} \leq DAP < 30\text{cm}$  apresentaram alta densidade, contribuindo para alto índice de estocagem da floresta, implicando na viabilidade da exploração florestal.

Jardim e Hosokawa (1986/1987) avaliaram a regeneração natural (DAP < 20,0cm) de uma floresta de terra firme com 190ha, na Estação Experimental de Silvicultura Tropical do INPA, em Manaus-AM, utilizando seis classes de tamanho, e constataram uma riqueza florística de 244 espécies, sendo que as espécies que apresentaram 17,5% da densidade relativa foram: *Protium apiculatum* (5.630,41 ind./ha), *Duguetia* sp. (4.521,25 ind./ha), *Palicourea* sp. (1.479,99 ind./ha) e *Rinorea guianensis* (1128,33 ind./ha); sendo que as espécies listadas (comerciais e potenciais) que apresentaram indivíduos suficientes para repor o estoque de exploração no futuro foram: *Eschweilera odorata*, *Ocotea* sp., *Minguartia guianensis*, *Virola calophylla*, *Naucleopsis caloneura* e *Clarisia racemosa*.

Silva (1989), avaliando experimentos de manejo florestal na FLONA do Tapajós-PA, concluiu que uma extração de 75m<sup>3</sup>/ha, mesmo sendo considerada pesada para a floresta estudada, estimulou o desenvolvimento da regeneração natural.

Almeida (1989), estudando clareiras naturais na reserva Cabo Frio, município de Rio Preto da Eva-AM, confirmou que as clareiras favorecem o estabelecimento da regeneração das espécies pioneiras e que a população de cipós, herbáceas e epífitas não aumentou significativamente, quando se comparou a ocorrência destas formas de vida com as do sub-bosque de floresta primária.

Jankauskis (1990), avaliando os experimentos implantados em 1959 pela FAO, na FLONA de Curuá-Una-PA, observou que a floresta regenerou-se naturalmente, apresentando respostas diferenciadas dependendo da natureza qualitativa e quantitativa das atividades antrópicas implementadas. Porém, indicou que a capacidade de recuperação pode ser acelerada através de um sistema de manejo sustentado.

Garcia (1990), avaliando um ensaio com diferentes níveis de exploração na Reserva Florestal da CVRD, em Marabá-PA, observou que em todos os tratamentos a regeneração natural teve um aumento no número de espécies variando de 21,6 - 60,5%, sendo que a maior parte correspondia ao grupo das pioneiras e das secundárias iniciais.

França (1991), estudando a regeneração natural em áreas de sucessão secundária contíguas à mineração de cassiterita na Flona do Jamari-RO, verificou que as famílias mais importantes foram: Leguminosae, Moraceae e Palmae; que as espécies pioneiras apresentaram um padrão de distribuição agrupado, enquanto as secundárias e as clímax apresentaram um padrão aleatório; observou também que 80% das plantas concentraram-se na classe de tamanho entre  $5,0\text{cm} \leq \text{DAP} < 15,0\text{cm}$ .

Jesus e Garcia (1992) realizaram um experimento de manejo florestal em área pertencente à Mineração Rio do Norte, Município de Oriximiná-PA, no qual observaram que um ano após a exploração, houve predominância de espécies pioneiras e herbáceas na regeneração e que no quarto ano, o número de indivíduos arbóreos por hectare ficou muito próximo ao da floresta não explorada.

Oliveira e Gomide (1994), avaliando um experimento de manejo florestal da EMBRAPA-CPAF, de onde retiraram 36,6% do volume comercial, verificaram que no 1º e 4º ano após a exploração, a regeneração natural das espécies não comerciais diminuiu 37,4%, enquanto que a das espécies comerciais aumentou em 32,1%.

Oliveira (1995), avaliando a dinâmica do crescimento e regeneração natural numa área de 48ha de floresta secundária, no Planalto do Tapajós-PA, observou que na época menos chuvosa houve diminuição do ingresso e aumento do incremento em altura e da mortalidade dos indivíduos na classe de muda ( $h \geq$

0,3m a  $DAP < 2,5\text{cm}$ ); considerando os indivíduos na classe de vara ( $2,5\text{cm} \leq DAP < 5,0\text{cm}$ ), a autora observou que a baixa pluviosidade não afetou o número de ingressos e a mortalidade, todavia, o crescimento em diâmetro praticamente parou; concluiu, portanto, que a quantidade e distribuição da pluviosidade influencia significativamente a dinâmica da regeneração.

Araújo e Oliveira (1996) observaram que um ano depois da exploração, com a retirada de 25% do volume comercial, exceto de algumas espécies como a cerejeira (*Torresia* sp.), houve a manutenção de espécies comerciais na regeneração natural. Já Verissimo *et al.* (1996) verificaram que a regeneração da floresta em áreas manejadas cresce mais rápido e com melhor qualidade.

#### 2.4.3.2 Estudos em Floresta de Várzea

Os estudos de regeneração natural em florestas de várzea são muito incipientes devido às pesquisas serem mais voltadas para a terra firme. Entretanto, pode-se citar:

Rodrigues (1961), que realizou inventário da regeneração natural e do estrato arbóreo em floresta de várzea alta, numa ilha do arquipélago das Anavilhanas, no baixo rio Negro-AM, e verificou que a regeneração natural ( $0,1\text{m} \leq h < 10,0\text{m}$ ) apresentou 36.524 indivíduos arbóreo-arbustivos por hectare. O autor observou que a alta densidade de plântulas estava diretamente correlacionada com as condições edafoclimáticas e a época de frutificação das espécies.

Oliveira (1992) estudou uma floresta de várzea sob regime de exploração por mais de 20 anos no médio rio Purus-AM e verificou que após 10 anos de exploração ocorreram mudanças mais de ordem quantitativa do que

qualitativa, que não ocasionaram grandes modificações na composição da regeneração natural; no primeiro ano ocorreu redução dos indivíduos entre 1,5m de altura e 5,0cm de diâmetro, entretanto, a regeneração com altura inferior a 1,5m e as árvores com DAP  $\geq$  5cm quase não foram afetadas devido à combinação do corte direcionado com a extração, feitos quando o rio estava cheio.

Estudando as mudanças ecológicas associadas com a exploração na bacia do rio Preto, estuário amazônico, Macedo e Anderson (1993) verificaram que após a exploração, mesmo com o aumento do percentual de trepadeiras e herbáceas, a regeneração natural (DAP < 5,0cm) de virola (*Virola surinamensis*) continuou intensa (7.647 plantas/ha); porém, no quinto ano consecutivo de exploração, a regeneração ficou muito danificada, permanecendo apenas 75 indivíduos/ha com  $5,0\text{cm} \leq \text{DAP} < 30,0\text{cm}$  e 33 indivíduos/ha com DAP  $\geq$  30cm.

Higuchi *et al.* (1994), avaliando uma exploração predatória das várzeas do alto rio Purus-AM, em que 98,5% das espécies cortadas foram muiratinga (*Naucleopsis caloneura*), sumaúma (*Ceiba pentandra*) e copaíba (*Copaifera* sp.), verificaram que antes da exploração, a regeneração natural (DAP < 20cm) destas três espécies era praticamente ausente, sendo a muiratinga a melhor colocada (36°). Segundo os autores, estes resultados indicam que estas espécies levarão muito tempo para estarem entre as espécies com porte para exploração, ou tornar-se-ão espécies raras na área em que foram exploradas.

Macedo (1996), estudando a estrutura e diferentes níveis de intervenção em uma floresta de várzea no estuário amazônico, Gurupá-PA, instalou um experimento de manejo florestal sustentado, o qual foi avaliado após dois anos, e concluiu que a retirada de 50% da área basal maximiza o crescimento da regeneração natural das espécies comerciais.



#### 2.4.4 Classes de Tamanho

A classificação da regeneração natural é feita com base no seu tamanho, sem haver, até então, uma padronização aos limites de classes (Carvalho, 1982). Segundo este mesmo autor, as classes mais utilizadas e que servem como base para as adaptações em diversos estudos são originadas de:

- FAO (1971)

Classe R -  $h < 0,30\text{m}$ ;

Classe  $U_1$  -  $0,30\text{m} \leq h < 1,50\text{m}$ ;

Classe  $U_2$  -  $1,50\text{m} \leq h < 3,0\text{m}$ ;

Classe E -  $h \geq 3,00\text{m}$  a  $\text{DAP} < 5,0\text{cm}$ ;

Classe 1.A -  $5,0\text{cm} \leq \text{DAP} < 10,0\text{cm}$ ; e

Classe 1.B -  $10,0\text{cm} \leq \text{DAP} < 15,0\text{cm}$ .

- Pitt (1969):

Classe I - de  $0,1\text{m} \leq h < 0,3\text{m}$ ;

Classe II -  $h \geq 0,3\text{m}$  a  $\text{DAP} < 3,0\text{cm}$ ; e

Classe III -  $3,0\text{cm} \leq \text{DAP} < 10,0\text{cm}$ .

- Finol (1969 e 1971):

Classe I -  $0,1\text{m} \leq h < 1,0\text{m}$ ;

Classe II - de  $1,0\text{m} \leq h < 3,0\text{m}$ ; e

Classe III -  $h \geq 3,0\text{m}$  a  $\text{DAP} < 10,0\text{cm}$ .

- Förster (1973):

Classe I:  $0,1\text{m} \leq h < 1,5\text{m}$ ;

Classe II:  $1,5 \leq h < 3,0\text{m}$ ; e

Classe III:  $h \geq 3,0\text{m}$ .

- Longhi (1980):

Classe I:  $0,1\text{m} \leq h < 1,5\text{m}$ ;

Classe II:  $1,5\text{m} \leq h < 3,0\text{m}$ ; e

Classe III:  $h \geq 3,0\text{m}$  a  $\text{DAP} < 15,0 \text{ cm}$ .

Em florestas de várzea, as combinações de classes tamanho mais utilizadas têm sido as observadas nos trabalhos de Pitt (1969), Finol (1969 e 1971) e FAO (1971).

## **2.5 Tamanho Ótimo de Parcela - TOP**

Com a evolução da teoria da amostragem nos últimos 30 anos, é possível fazer inferências sobre uma população, com precisão aceitável, a partir da medição de apenas uma parte desta população. Porém, uma das questões a serem observadas pelos pesquisadores florestais é a definição adequada do tamanho e da quantidade de unidades amostrais a serem utilizadas nos levantamentos, já que estes influenciam a eficiência da amostragem (Péllico Neto e Brena, 1997).

### **2.5.1 Importância dos Estudos de TOP**

Os primeiros estudos sobre tamanho ótimo de parcela foram publicados no final do século XIX, direcionados à experimentação agrícola; entretanto, a partir da década de 50 começaram a se desenvolver diversos trabalhos na área florestal (Oliveira e Biava, 1982).

Condit *et al.* (1996) comentam que até os dias de hoje este estudo é importante para garantir a precisão do método de amostragem, principalmente em florestas tropicais, que são difíceis de se amostrar por causa de sua alta riqueza de espécies, baixa densidade de muitas espécies e a própria variação local da composição florística.

Souza (1989) destaca que se a distribuição espacial das árvores numa floresta nativa fosse completamente aleatória, a adoção de um determinado tamanho de parcela não teria nenhuma implicação estatística; porém, como isso não ocorre, o tamanho da unidade de amostra exerce um grande efeito sobre as estimativas amostrais. Rodrigues (1961) cita que uma amostra pequena com parcelas de tamanho pequeno faz com que muitas espécies importantes deixem de ser computadas no inventário.

De acordo com Higuchi *et al.* (1982), como o objetivo do inventário florestal é obter o máximo de informações, com a máxima precisão a um mínimo custo, a definição do tamanho, da forma e da suficiência amostral, são fundamentais para a elaboração de planos de manejo florestal.

Segundo Queiroz (1998), o objetivo do inventário florestal, o grau de precisão desejado e a variabilidade da variável resposta são fatores determinantes para definir o tamanho e forma da parcela, como também o dimensionamento da amostra.

Simplicio *et al.* (1996) destacam que um dos maiores problemas no desenvolvimento de pesquisas e na planificação de inventários florestais está na decisão sobre o tamanho de parcela a ser adotado para realizar estas atividades, a fim de reduzir a variabilidade ambiental e proporcionar as informações desejadas a um custo mínimo.

Scolforo *et al.* (1993) consideram que a unidade amostral deve representar as diversas condições da população e fornecer estimativas não tendenciosas e precisas dos parâmetros da população, a um menor custo.

Campbell *et al.* (1986) ressaltam que embora a literatura sobre inventários ecológicos quantitativos na floresta amazônica seja bastante ampla, é difícil comparar os resultados devido aos diversos métodos utilizados, tais como: uso de diferentes tamanhos de unidades amostrais, obtenção da curva espécie-área utilizando unidades amostrais insuficientes e utilização de técnicas estatísticas para extrapolar dados de pequenas parcelas a fim de indicar a riqueza de espécies.

Higuchi *et al.* (1982) estabelecem que a parcela tem que ser grande para incluir um número representativo de árvores e ao mesmo tempo pequena, para garantir o tempo mínimo de medição. A princípio, Chaves (1993) e Queiroz (1998) dizem que não existe problema de ordem teórica em se utilizar qualquer tamanho de parcela para obter estimativas não tendenciosas, desde que a distribuição seja adequada.

Acredita-se que este seja o motivo pelo qual os pesquisadores na Amazônia utilizam os mais variados tamanhos de parcela para amostragem da regeneração natural (Tabela 1), já que a maioria dos trabalhos não menciona o tipo de amostragem e nem justifica a razão da seleção dos tamanhos e formas de unidades amostrais.

Para Nash e Rogers (1975), a unidade de amostra deve ter um tamanho tal que pelo menos 7 árvores sejam medidas, e alertam ainda que à medida em que o tamanho da parcela diminui, o número total de árvores de bordadura aumenta, o que implica em maior necessidade de controle sobre as árvores limítrofes. Já Husch (1971) sugere que as parcelas devam ter pelo menos 20 árvores que atendam os objetivos do inventário.

TABELA 1. Formas e dimensões das parcelas por classe de tamanho, utilizadas em estudos de regeneração natural na Amazônia.

Dimensão	Classe de Tamanho	Fonte
<b>Quadrada</b>		
2 x 2m	$h < 1,5m$	Pitt (1969)
5 x 5m	$h \geq 1,5m$ a $DAP < 15cm$	Pitt (1969)
1 x 1m	$DAP < 10cm$	Jankauskis (1978)
5 x 5m	$h \geq 0,1m$ a $DAP < 15cm$	Carvalho (1982)
2 x 2m	$h \geq 0,5m$ a $DAP < 5cm$	Higuchi <i>et al.</i> (1985)
10 x 10m	$5,0cm \leq DAP < 30cm$	Higuchi <i>et al.</i> (1985)
10 x 10m	$5,0cm \leq DAP < 20cm$	Jardim e Hosokawa (1986/1987)
1 x 1m	$h < 2,0m$	Almeida (1989)
5 x 5m	$DAP < 5cm$	Ruokolainen <i>et al.</i> (1994)
5 x 5m	$2,5cm \leq DAP < 5,0cm$	Oliveira (1995)
2 x 2m	$DAP < 10cm$	Macedo (1996)
<b>Retangular</b>		
1 x 2m	$DAP < 15cm$	Pitt (1961)
2 x 10m	$h \geq 10,0m$ a $DAP < 5,0cm$	Jardim e Hosokawa (1986/1987)
10 x 50m	$5,0cm \leq DAP < 15,0cm$	França (1991)
5 x 45m	$DAP < 10,0cm$	Jesus e Garcia (1992)
2 x 10m	$h \geq 0,2m$ a $DAP < 5,0cm$	Macedo e Anderson (1993)
1 x 5m	$h \geq 0,3m$ a $DAP < 2,5cm$	Oliveira (1995)

Porém, é senso comum entre os pesquisadores florestais que o tamanho e número de parcelas está relacionado com os objetivos do trabalho. Considerando-se, então, um mesmo número de parcelas, quando o objetivo for obter maior precisão, deve-se medir mais área, e quando a intenção for obter baixo custo, deve-se medir menos área. No sentido de tentar encontrar um ponto

de equilíbrio entre estes dois aspectos, foram criados alguns métodos para definir o tamanho ótimo da unidade amostral.

### 2.5.2 Métodos para a definição do TOP

Há, na literatura, vários métodos para a determinação do tamanho e da forma da parcela; entretanto, Bueno Guzman (1991) destaca que o sucesso da escolha depende da utilização de um método aplicável a cada condição particular.

De acordo com Cordeiro *et al.* (1982), Simplicio (1987) e Bueno Guzman (1991), os métodos mais utilizados para a definição do TOP são:

- *Lei da Variância de Smith*: baseado na relação empírica entre o tamanho das parcelas e a variância das médias das parcelas;
- *Método de Hatheway*: é a combinação da fórmula de Cochran e Cox (1957) com a lei de variância de Smith, para se definir o tamanho da parcela;
- *Método da Otimização*: consiste em minimizar o coeficiente de variação, variando-se as dimensões (comprimento e largura) da parcela e admitindo-se que a variação do erro experimental é função da magnitude de ambas;
- *Método da Eficiência Relativa*: calculado através da variância de cada tamanho de parcela proposto, que em seguida é dividida pelo número de unidades básicas que a compõe, obtendo-se uma variância que seria comparável com a da unidade básica;

- *Método da Máxima Curvatura*: a partir da construção de um gráfico com o coeficiente de variação do parâmetro de interesse no eixo das ordenadas e o tamanho da parcela no eixo das abcissas, determina-se visualmente o ponto de máxima inflexão da curva, cujo valor na abcissa corresponderá ao tamanho ótimo de parcela.

Estes métodos relacionam os tamanhos das parcelas com a variância, desvio padrão, erro padrão da média ou coeficiente de variação entre elas e são voltados para dados quantitativos e variáveis contínuas.

No caso da análise da regeneração natural em que comumente considera-se o número de espécies, que é uma variável discreta, utiliza-se a relação espécie-área, que tem como fundamento o aumento do número de espécies em função do aumento da amostra até um espaço amostral finito.

Métodos baseados nesta teoria foram propostos por:

- Chaves (1993) - *Método da Razão*: que consiste na divisão do número médio de espécies da *i*-ésima parcela pelo número médio de espécies da *i*-ésima parcela menos uma parcela, determinando-se a área ótima da parcela quando houver estabilização desta relação;
- Nappo (1999) - *Método da Regressão Linear com Resposta em Platô*: que consiste na análise de modelos matemáticos descontínuos através do procedimento REGRELRP do Programa SAEG, para definir numericamente e graficamente o ponto de encontro entre a reta e o platô, no qual tem-se o tamanho ótimo de parcela.
- Barreira (1999) - *Método Analítico*: baseado no modelo polinomial de 3º grau, com a seguinte forma:

$$N = \beta_1 A_i + \beta_2 A_i^2 + \beta_3 A_i^3 + e_i \quad (1)$$



Em que:

$N$  = número médio de espécies;

$A_i$  = área da parcela;

$\beta_1$ ,  $\beta_2$  e  $\beta_3$  = parâmetros a serem estimados; e

$e_i$  = erro de estimativa.

Neste método, obtém-se a área que define o tamanho e a forma ótimos de parcela a partir da 2ª derivada do modelo, através da expressão:

$$A_i = -\frac{1}{3} \left( \frac{\beta_2}{\beta_3} \right) \quad (2)$$

Em que:

$A_i$  = área ótima da parcela; e

$\beta_2$  e  $\beta_3$  = parâmetros estimados;

Para obter a área ótima da parcela, basta ajustar o modelo polinomial de 3º grau (1) e substituir os parâmetros estimados  $\beta_2$  e  $\beta_3$  na expressão (2).

### 2.5.3 Estudos de TOP em Floresta Nativa

Embora a maioria dos trabalhos neste aspecto esteja voltada para as culturas de ciclo curto e florestas homogêneas, pode-se citar os seguintes trabalhos realizados em florestas nativas:

Queiroz (1977), estudando os efeitos da variação estrutural de unidades amostrais, no processo de amostragem em conglomerados na FLONA do Tapajós-PA, verificou que o coeficiente de variação decresceu exponencialmente com o aumento do tamanho da parcela, tendendo a estabilizar quando atingiu 0,32ha, tamanho que considerou ideal para as unidades de registro dos conglomerados.

Tello (1980), comparando a eficiência e os custos de diferentes formas e tamanhos de unidades de amostra em florestas de *Araucaria angustifolia*, no Sul do Brasil, concluiu que as unidades de 1.000m<sup>2</sup> foram mais eficientes que os demais tamanhos testados.

Silva (1980), estudando a eficiência de diversos tamanhos e formas de unidades de amostra na Floresta Nacional do Tapajós-PA, verificou que para as condições da região estudada (floresta de terra firme), as amostras quadradas de 900m<sup>2</sup> para  $15\text{cm} \leq \text{DAP} < 45,0\text{cm}$  e 2.500m<sup>2</sup> para  $\text{DAP} \geq 45\text{cm}$  foram mais eficientes que os demais tamanhos e formas testados.

Higuchi *et al.* (1982), definindo tamanho de parcela amostral para inventário florestal a partir de 25cm de diâmetro, em floresta de terra firme no Distrito Agropecuário da SUFRAMA-AM, verificaram que matematicamente as dimensões ideais de parcela foram 37,5 x 150m; entretanto, recomendaram o uso de parcelas a partir de 3.000m<sup>2</sup>.

Chaves (1993), determinando tamanho e forma ideal de parcela para fitossociologia e cálculo de volume de uma mata estacional semidecídua montana, no Estado de Minas Gerais, constatou que o tamanho mais eficiente foi de 20 x 115m para plantas com  $\text{DAP} \geq 5\text{cm}$ .

Nappo (1999), definindo suficiência amostral do inventário e tamanhos de parcela para diferentes classes de altura em sub-bosque de *Mimosa scabrella*, observou uma pequena variação entre tamanhos de parcela para as três classes de tamanho utilizadas ( $0,3\text{m} \leq h < 1,5\text{m}$ ;  $1,50\text{m} \leq h < 3,0\text{m}$  e  $h \geq 3,0\text{m}$ ); o autor não justificou o uso de parcelas de tamanhos diferentes e recomendou o uso de 19 parcelas de 41m<sup>2</sup>.

Barreira (1999), estudando tamanho ótimo de parcela e suficiência amostral para a regeneração natural de cerrado, concluiu que o tamanho ótimo de parcela foi de 32m<sup>2</sup> para plantas com altura inferior a 0,3m; de 34m<sup>2</sup> para

plantas com altura entre 0,3 e 1,5m e de 40m<sup>2</sup> quando toda a regeneração natural com menos que 3cm de diâmetro foi considerada, sugerindo que 13 parcelas de 40m<sup>2</sup> são suficientes para amostrar as espécies existentes em área de cerrado.

## 2.6 Forma da Parcela

Queiroz (1998) considera que a forma da parcela não influencia significativamente na precisão e na exatidão dos diversos métodos de amostragem e que os principais fatores que devem ser considerados são o perímetro e a facilidade do estabelecimento em campo. Chaves (1993) confirma que a forma da parcela não influencia o volume e nem o número de espécies.

Simplício (1987), estudando tamanho de parcelas experimentais em povoamentos de *Eucalyptus grandis*, diz que quando for necessário o uso de pequenas parcelas, as retangulares são mais eficazes do que as quadradas.

Condit *et al.* (1996) comentam que, intuitivamente, alguém poderia esperar que a riqueza de espécies fosse maior em parcelas retangulares ou transectos do que em parcelas quadradas de mesma área, porque as primeiras interceptam mais micro-habitats, porém esta tendência só ocorre em poucos locais das florestas tropicais.

Laurance *et al.* (1998), comparando a eficiência de parcelas quadradas (100 x 100m) com parcelas retangulares (40 x 250m) para a amostragem da composição florística e a estimativa da diversidade de árvores com DAP  $\geq$  10cm, em dois locais diferentes de floresta de terra firme, na Amazônia central, verificaram que não houve diferença significativa entre parcelas quadradas e retangulares em termos do número de espécies raras, espécies comuns e o total

de espécies. Como também, as diferenças entre a forma da parcela e a precisão da estimativa da diversidade de árvores não foram significativas. No entanto, as parcelas retangulares captaram mais espécies (2,2 – 6%) do que as quadradas.

De modo geral, as parcelas retangulares oferecem apenas vantagens modestas sobre as parcelas quadradas de área igual, a menos que as parcelas usadas sejam muito compridas. Por isso, Laurance *et al.* (1998) consideram que dependendo dos objetivos do inventário florestal, p.e., correlacionar as comunidades de plantas com variáveis ambientais locais ou amostrar áreas mais compactas e homogêneas, as parcelas quadradas são mais indicadas.

Observa-se, assim, que o mais importante é utilizar um número adequado de parcelas para captar melhor a variabilidade da floresta, sendo necessário, para isso, considerar os aspectos da suficiência amostral.

## **2.7 Suficiência Amostral**

Segundo Queiroz (1998), o inventário florestal deve englobar todas as espécies existentes na área. Portanto, o tamanho da amostra deve ser aquele em que aumentando-se a área amostrada, a probabilidade de ocorrer novas espécies seja nula. Neste sentido, através da suficiência amostral, pode-se saber se a amostragem está representando adequadamente a variável resposta em estudo.

Braun Blanquet (1950) observou, empiricamente, que após a pronunciada ascensão da curva espécie-área, a amostra da composição florística tornava-se representativa.

Oliveira-Filho (1990) afirma que a curva espécie-área nunca atinge a horizontalidade e que a área mínima para uma amostragem satisfatória pode ser considerada quando um acréscimo de 10% na área amostrada corresponder a

um acréscimo de no máximo 10% do número de indivíduos.

Para reduzir a subjetividade e padronizar o método, Ferreira (1988) recomendou a utilização do procedimento REGRELRP, do Sistema para Análise Estatística e Genética - SAEG, desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa. É um método que parte de uma regressão linear, com resposta em platô, para a determinação do tamanho da amostra ou número de parcelas suficientes para se representar a composição florística.

Este método de determinação da suficiência amostral já foi utilizado por Costa-Neto (1990), Ferreira e Vale (1992), Lobão (1993), Volpato (1994), Rezende (1995), Yared (1996), Lima (1997), Nappo (1999), Barreira (1999) entre outros autores.

### 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALENCAR, J. da C. Estudos silviculturais de uma população natural de *Copaifera multijuga* Hayne - Leguminosae, na Amazônia central - 3. Distribuição espacial da regeneração natural pré-existente. *Acta Amazonica*, Manaus, v.14, n.1/2, p.255-279, mar./jun. 1984.
- ALMEIDA, S. S. de. **Clareiras naturais na Amazônia central: abundância, distribuição, estrutura e aspectos da colonização vegetal.** Manaus: INPA/FUA, 1989.125p. (Dissertação - Mestrado em Ciências Biológicas).
- ARAÚJO, A. P. de; JORDY FILHO, S.; FONSECA, W. N. da. A vegetação da Amazônia brasileira. In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1., 1986, Belém. *Anais...* Belém: EMBRAPA-CPATU, 1986. 493p. p.135-152. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 36).
- ARAÚJO, H. J. B. de; OLIVEIRA, L. C. de. **Manejo florestal sustentado em áreas de reserva legal de pequenas propriedades rurais do PC Pedro Peixoto-Acre.** Rio Branco: EMBRAPA/CPAF, 1996. p.1-7. (EMBRAPA/CPAF. Pesquisa em Andamento, 89).
- AYRES, J. M. **A Questão Ecológica na Amazônia.** Belém: Instituto de Desenvolvimento Econômico e Social do Estado do Pará, 1989. p.129-136. 208p.
- BARREIRA, S. **Estudo da regeneração natural de cerrado como base para o manejo florestal.** Lavras: UFLA, 1999. 113p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal).
- BENTES, M. P. de M.; MACIEL, U. N. **Composição Florística, Estrutura e Multipropósito de Espécies Arbóreas de Mata de Várzea no Município de Afuá, Arquipélago de Marajó, PA.** Belém: MPEG/DBO, 1994. 30p.
- BENTES-GAMA, M. de M. **Estrutura arbórea, valoração e opções de manejo sustentado para uma floresta de várzea no estuário amazônico.** Lavras: UFLA, 2000. 206p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal).
- BLANCHARD, J.; PRADO, G. **Natural regeneration of *Rizophora mangle* in strip clearcuts in Northwest Ecuador.** *Biotropica*, Lawrence, v.27, n.2, p.160-167, June 1995.

- BONGERS, F. Natural regeneration of natural and semi-natural forest ecosystems. In: FREIBERG, H. (ed.) *ETFRN News*. Bonn: European Tropical Forest Research Net Work, 1995. p.12-18.
- BRAUN BLANQUET, J. *Sociologia Vegetal: estudio de las comunidades vegetales*. Buenos Aires: ACME AGENCY, 1950. 444p.
- BUENO GUZMAN, G. A. *Tamanho e forma da unidade amostral na avaliação da disponibilidade de matéria seca em pastagens de Viçosa/MG*. Viçosa: UFV, 1991. 98p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia).
- CAIN, S. A.; OLIVEIRA CASTRO, G. M. de; PIRES, J. M.; SILVA, N. T. da. Application of some phytosociological techniques to Brazilian rain forest. *American Journal of Botany*, Columbus, v.43, p.911-941, 1956.
- CAMPBELL, D. G.; DALY, D.C.; PRANCE, G.T.; MACIEL, U.N. Quantitative ecological inventory of terra firme and várzea tropical forest on the Rio Xingu, Brazilian Amazon. *Brittonia*, New York, v.38, n.4, p.369-393, 1986.
- CARVALHO, J. O. P. de. *Análise estrutural da regeneração natural em floresta tropical densa na região do Tapajós no Estado do Pará*. Curitiba: UFPR, 1982. 128p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal). --
- CARVALHO, J. O. P. de. *Inventário diagnóstico da regeneração natural da vegetação em área da floresta Nacional do Tapajós*. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1980. 20 p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 2).
- CHAVES, A. L. *Determinação de tamanho e forma ideal de parcela para fitossociologia e cálculo de volume de uma mata estacional semidecídua montana na micro-região de Lavras, MG*. Lavras: ESAL, 1993. 39p. (Monografia).
- COCHRAN, W. G.; COX, G. M. *Experimental designs*. 2. ed. New York: J. Wiley, 1957. 611p.
- CONDIT, R.; HUBBELL, S. P.; La FRANKIE, J. V.; SUKUMAR, R.; MAROKARAN, N.; ROSTER, R. B.; ASHTON, P. S. Species-area and species-individual relationships for tropical trees: a comparison of three 50 ha plots. *Journal of Ecology*, Oxford, v.84, n.4, p.549-562, Aug. 1996.

- CORDEIRO, C. M. T.; MIRANDA, J. E. C.; CAMPOS, J. Tamanho de parcelas e número de repetições em experimento de batata Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.17, n.9, p.1341-1348, set. 1982.
- COSTA-NETO, F. Subsídios técnicos para um plano de manejo sustentado em áreas de cerrado. Viçosa: UFV, 1990. 142p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal).
- DANIEL, T. W.; HELMS, J. A.; BACKER, F. S. Principios de silvicultura. 2. Ed. México: McGraw-Hill, 1982. 487p.
- FAO. Silvicultural research in the Amazon. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1971. 192p. (Technical Report, 3).
- FERREIRA, R. L. C. Análise estrutural da vegetação da Estação Florestal e Experimental de Açú-RN, como subsídio básico para o manejo florestal. Viçosa: UFV, 1988. 90 p. (Dissertação – Mestrado em Engenharia Florestal).
- FERREIRA, R. L. C.; VALE, A. B. do. Subsídios básicos para o manejo florestal da caatinga. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. Anais... São Paulo: Instituto Florestal, 1992. p.368-375.
- FINOL U. H. Nuevos parametros a considerarse en el analisis estructural de las selvas virgenes tropicales. Revista Forestal Venezolana, Merida, v.14, n.21, p.29-42, 1971.
- FINOL, U. H. Possibilidades de manejo silvicultural para las reservas forestales de la región occidental. Revista Forestal Venezolana, Merida, v.12, n.17, p.81-107, 1969.
- FINOL U. H. La silvicultura en la Orinoquia Venezolana. Revista Forestal Venezolana, Merida, v.18, n.25, p.37-114, 1975.
- FOX, J. E. D. Constraints on the natural regeneration of tropical moist forest. Forest Ecology and Management, Amsterdam, v.1, p.37-65, 1976.
- FRANÇA, J. T. Estudo da sucessão secundária em áreas contíguas a mineração de cassiterita na Floresta Nacional de Jamari-RO. Piracicaba: ESALQ, 1991. 167p. (Dissertação - Mestrado em Ciências Florestais).
- GAMA, J. R. V., BENTES-GAMA, M. de M. Sistemas de uso da terra, aspectos culturais e sócio-econômicos de uma comunidade florestal ribeirinha da Amazônia. Belém: FCAP/Projeto VÁRZEA, 1999. 45p. (Relatório Técnico, 3).



\* { GAMA, J.R.V.; BENTES-GAMA, M. de M.; TSUKAMOTO FILHO, A.; RONDON NETO, R. M. Sistema de corte seletivo. In : CONGRESSO INTERNACIONAL DE COMPENSADO E MADEIRA TROPICAL, 4., FEIRA DE MÁQUINAS E PRODUTOS DO SETOR MADEIREIRO, 3., 1999, Belém. Anais... Belém: AIMEX, 1999.

GARCIA, A. **Influência de diferentes níveis de exploração florestal em uma floresta tropical na região de Marabá-PA.** Piracicaba: ESALQ, 1990. 149p. (Dissertação - Mestrado em Ciências Florestais).

GOULDING, M. **História natural dos rios amazônicos.** Tradução de Antônio Carlos de Albuquerque dos Santos e Míriam Leal Carvalho. Brasília: Sociedade Civil Mamirauá/CNPq/Rainforest Alliance, 1997. 208p.

{ HIGUCHI, N.; HUMMEL, A. C.; FREITAS J. V. de.; MALINOVSKI, J. R. STOKES, B. J. Exploração florestal nas várzeas do Estado do Amazonas: seleção de árvores, derruba e transporte. In: UPDATING SEMINAR ON HARVESTING AND WOOD TRANSPORTATION, 8., 1994, Curitiba, Anais... Curitiba: UFPr, 1994. p.168-193.

HIGUCHI, N.; JARDIM, F. C. S.; SANTOS, J. dos; ALENCAR, J. da C. **Bacia 3 - Inventário diagnóstico da regeneração natural.** Acta Amazonica, Manaus, v.15, n.1/2, p.199-233, jan./mar. 1985.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J. dos; JARDIM, F. C. S. **Tamanho de parcela amostral para inventários florestais.** In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4., 1982, São Paulo. Anais... São Paulo: SBS, 1982. p. 649-656.

HUSCH, B. **Planificación de un inventario forestal.** Roma: FAO, 1971. 135p.

IBGE. **Sinopse Preliminar do Censo Demográfico.** Rio de Janeiro: IBGE, v.6, n.5, p.1-74, 1991.

JANKAUSKIS, J. **Avaliação de técnicas de manejo florestal.** Belém: SUDAM, 1990. 143p.

JANKAUSKIS, J. **Recuperação de florestas tropicais mecanicamente exploradas.** Belém: SUDAM, 1978. 58p.

JARDIM, F. C. S.; HOSOKAWA, R. T. **Estrutura da floresta equatorial úmida da Estação Experimental de Silvicultura Tropical do INPA.** Acta Amazonica, Manaus, v.16/17, p.411-508, 1986/87.

JESUS, R. M. de; GARCIA, A. Manejo florestal no baixo Amazonas. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 1992. p. 661-664.

KALLIOLA, R.; PUHAKKA, M.; DANJOY, W. **Amazônia Peruana: vegetación húmeda tropical en el llano sudandino.** Finlândia: Gummerus Printing, 1993. 265p.

LAURANCE, W. F.; FERREIRA, L. V.; MERONA, J. M. R. de; HUTCHINGS, R. W. Influence of plot shape on estimates of tree diversity and community composition in Central Amazonia **Biotropica**, Lawrence, v.30, n.4, p.662-665. Dec. 1998.

LIMA, C. S. de A. **Desenvolvimento de um modelo para manejo sustentado do cerrado.** Lavras: UFLA, 1997. 159p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal).

LIMA, R. R. **A agricultura nas várzeas do estuário do Amazonas.** Belém: Instituto Agrônômico do Norte, 1956. 164p. (Boletim Técnico, 3).

LIMA, R. R.; TOURINHO, M. M. **Várzeas da Amazônia brasileira: principais características e possibilidades agropecuárias.** Belém: FCAP. Serviço de Documentação e Informação, 1994. 20 p.

LOBÃO, D. E. V. P. **O emprego do método de quadrantes na análise fitossociológica de um fragmento de Mata Atlântica, no sudeste da Bahia.** Viçosa: UFV, 1993. 121p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal).

LONGHI, S. J. **A estrutura de uma floresta natural de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze, no Sul do Brasil.** Curitiba: UFPr. SCA, 1980. 198 p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal).

MACEDO, D. S. M. dos S. **Estrutura e manejo de uma floresta de várzea do estuário amazônico.** Piracicaba: ESALQ/USP, 1996. 117p. (Dissertação - Mestrado em Ciências Florestais).

MACEDO, D. S. M. dos S.; ANDERSON, A. B. Early ecological changes associated with logging in na Amazon floodplain. **Biotropica**, Lawrence, v.25, n.2, p.151-163, june 1993.

- NAPPO, M. E. **Inventário florístico e estrutural da regeneração natural no sub-bosque de povoamentos homogêneos de *Mimosa scabrella* Benthام implantados em áreas mineradas, em poços de caldas, Minas Gerais.** Lavras: UFLA, 1999. 87p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal).
- NASH, A. J.; ROGERS, B. **Inventory and evaluation of the forest resources in the State of Pará.** Belém: IDESP/USAID, 1975. 188 p.
- NWOBOSHI, L. C. **Regeneration success of natural management, enrichment planting, and plantations of native species in West Africa.** In: MERGEN, F., VICENT, J. R. (ed.) **Natural management of tropical moist forests: silvicultural and management prospect of sustained utilization.** New Haven: School of Forestry and Environmental Studies, 1987. p. 71-91.
- OLIVEIRA, E. B.; BIAVA, M. L. **Bibliografia sobre tamanho e forma de parcelas experimentais.** Brasília: EMBRAPA-DID, 1982.
- OLIVEIRA, L. C. de **Dinâmica de crescimento e regeneração natural de uma floresta secundária no Estado do Pará.** Belém: UFPa, 1995. 126p. (Dissertação - Mestrado em Ciências Biológicas).
- OLIVEIRA, M. V. d'. **Exploração de madeira em várzea pelo método tradicional no paraná Abufari no médio rio Purus.** Rio Branco: EMBRAPA-CPAF, 1992. 15p.(Boletim de Pesquisa, 7).
- OLIVEIRA, M. V. N. d'; GOMIDE, G. L. A. **Regeneração natural em clareiras originadas por exploração mecanizada, em floresta aberta no Estado do Acre.** In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE ESTUDOS AMBIENTAIS SOBRE ECOSISTEMAS FLORESTAIS - FOREST'94, 3., 1994, Porto Alegre, Anais... Rio de Janeiro: BIOSFERA, 1994. 44-46p.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T. **Ecologia florestal.** Lavras: UFLA, 1990. 174p. (Apostila).
- PÉLLICO NETO, S.; BRENA, D.A. **Inventário Florestal.** Curitiba: Editado pelos autores, 1997. 316 p.
- PIRES, J. M. **Tipos de vegetação da Amazônia.** Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, v.20, p.179-202, 1973. (Publicação Avulsa ).
- PITT, J. **Possible methods of regenerating and improving some of the Amazon forests.** Caribbean Forester, Mayaguez, v.22, n.1/2, p.26-32, 1961.

- PITT, J. **Relatório ao governo do Brasil sobre aplicação de métodos silviculturais a algumas florestas da Amazônia**. Belém: SUDAM, 1969. 245p.
- PRANCE, G. T. Notes on the vegetation of Amazonia III: the terminology of Amazon forest types subject to inundation. *Brittonia*, New York, v.31, p.26-38, 1979.
- QUEIROZ, V. T. **Efeitos da variação estrutural em unidades amostrais na aplicação do processo de amostragem em conglomerados nas florestas do planalto do Tapajós**. Curitiba: UFPr, 1977. 109p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal).
- QUEIROZ, W. T. de. **Técnicas de amostragem em inventário florestal nos trópicos**. Belém: FCAP. Serviço de Documentação e Informação, 1998. 147p.
- RENES, G. J. B. Regeneration capacity and productivity of natural forest in Burkina Faso. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v.41, p.291-308, 1991.
- REZENDE, M. L. **Regeneração natural de espécies florestais em sub-bosque de um povoamento de *Eucalyptus grandis* e mata secundária, no Município de Viçosa, Zona da Mata - MG**. Viçosa: UFV, 1995. 116p.-(Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal).
- RODRIGUES, W. A. **Estudo preliminar de mata de várzea alta de uma ilha do baixo rio Negro de solo argiloso e úmido**. Manaus: INPA, 1961. 50 p. (Série Botânica, 10).
- ROLLET, B. **La regeneración natural en bosque denso siempreverde de llanura de la Guayana Venezolana**. Guayana Venezolana: Centro de Documentación y Publicaciones del IFLAIC, 1969. p.39-73. (IFLAIC, 124).
- RUOKOLAINEN, K.; TUOMISTO, H.; RÍOS, R.; TORRES, A.; GARCIA, M. Comparación florística de doce parcelas en bosque de tierra firme en la Amazonia Peruana. *Acta Amazonica*, Manaus, v.24, n.1/2, p.31-48, mar./jun. 1994.
- SAULEI, S. M.; KIAPRANIS, R. Forest regeneration following selective logging operations in a lowland rainforest in Papua New Guinea. *Science in New Guinea*, Papua, v.22, n.1, p.27-37, 1996.

- SCOLFORO, J. R. S.; CHAVES, A. L.; MELLO, J. M. Definição de tamanho de parcela para inventário florestal em floresta semidecídua montana. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1., 1993, Curitiba. Anais... Curitiba: SBS-SBEF, 1993. 333-337p.
- SEITZ, R. A. A análise do povoamento: o primeiro passo. *Floresta*, Curitiba, v.18, n.1/2, p.4-11, jun./dez. 1988.
- SILVA, J. N. M. *The behaviour of the tropical rain forest of the Brazilian Amazon after logging*. Oxford: University of Oxford, 1989. 302p. (Thesis - Forestry Science).
- SILVA, J. N. M. *Eficiência de diversos tamanhos e formas de unidades de amostras aplicadas em inventário florestal na região do baixo Tapajós*. Curitiba: UFPR, 1980. 83p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal).
- SILVA, S. M.; SILVA, F. C.; VIEIRA, A. O. S.; NAKAJIMA, J. N.; PIMENTA, J. A.; COLLI, S. Composição florística e fitossociológica do componente arbóreo das florestas ciliares da bacia do rio Tibagi, Paraná: 2. Várzea do rio Bitumirim, Município de Ipiranga, PR. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. Anais... São Paulo: Instituto Florestal, 1992. p. 192-198.
- SIMPLÍCIO, E. *Determinação do tamanho de parcelas experimentais em povoamentos de Eucalyptus grandis Hill ex-Maiden*. Lavras: UFLA, 1987. 67p. (Dissertação - Mestrado em Agronomia).
- SIMPLÍCIO, E.; MUNIZ, J. A.; AQUINO, L. H. de; SOARES, A. R. *Determinação do tamanho de parcelas experimentais em povoamentos de Eucalyptus grandis Hill ex-Maiden: I - Parcelas retangulares*. *Cerne*, Lavras, v.2, n.1, p.53-65, 1996.
- SOUZA, A. L. de. *Análise multivariada para manejo de florestas naturais: alternativas de produção sustentada de madeiras para serraria*. Curitiba: UFPR, 1989. 255 p. (Tese - Doutorado em Engenharia Florestal)
- TELLO, J. C. R. *Eficiência e custos de diferentes formas e tamanhos de unidades de amostra em floresta nativa de Araucaria angustifolia (Bert) O. Ktze no Sul do Brasil*. Curitiba: UFPR, 1980. 144p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal).

TORIOLA, D.; CHAREYRE, P.; BUTTLER, A. Distribution of a primary forest plant species in a 19-year old secondary forest in French Guiana. *Journal of Tropical Ecology*, New York, v.14, n.3, p.323-340, 1998.

TOURINHO, M. M. Potencialidades econômicas das várzeas da Amazônia. In: WORKSHOP SOBRE AS POTENCIALIDADES DE USO DO ECOSSISTEMA DE VÁRZEA DA AMAZÔNIA, 1., 1996, Boa Vista. *Anais...* Manaus: EMBRAPA-CPAA, 1996. 149p. p. 9-16. (EMBRAPA-CPAA Documentos, 7).

VERÍSSIMO, A.; UHL, C.; MATTOS, M.; BRANDINO, Z.; VIEIRA, I. Impactos sociais, econômicos e ecológicos da exploração seletiva de madeiras numa região de fronteira na Amazônia oriental: o caso de Tailândia. In: BARROS, A. C.; VERÍSSIMO, A. (eds). *A expansão da atividade madeireira na Amazônia: impactos e perspectivas para o desenvolvimento do setor florestal no Pará*. Belém: IMAZON, 1996. 168p. \*

VIEIRA, L. S. *Manual da Ciência do Solo: com ênfase aos solos tropicais*. 2. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1988. 464p.

VOLPATO, M. M. L. *Regeneração natural em uma floresta secundária no domínio de mata Atlântica: uma análise fitossociológica*. Viçosa: UFV, 1994. 123 p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal).

\* } YARED, J. A. G. *Efeitos de sistemas silviculturais na florística e na estrutura de florestas secundárias e primárias na Amazônia Oriental*. Viçosa: UFV, 1996. 179 p. (Tese - Doutorado em Engenharia Florestal).

## CAPÍTULO I

### RESUMO

GAMA, J. R. V. **Estudo da regeneração natural de florestas de várzea alta e baixa no estuário amazônico como base para o manejo florestal.** Lavras: UFLA, 2000. 53p.(Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal)<sup>1</sup>

Foi realizado um inventário da regeneração natural de uma área de floresta de várzea pertencente à Exportadora de Madeira do Pará Ltda.-EMAPA, localizada a 0°09'32"S e 50°23'31"W, a 4m acima do nível do mar, na Microrregião dos Furos da ilha de Marajó, município de Afuá, ao Norte do Estado do Pará. O objetivo foi quantificar e avaliar a estrutura da regeneração natural de uma floresta de várzea alta não explorada e uma floresta de várzea baixa que deixou de ser explorada por sete anos, a fim de fornecer uma base sólida sobre o conhecimento das espécies com estoque de regeneração natural suficiente para implementar possíveis planos de manejo florestal sustentado direcionados à área de estudo. A amostragem foi realizada em 54 sub-parcelas de 100m<sup>2</sup>, localizadas dentro de 54 parcelas de 0,5ha destinadas à amostragem do estrato arbóreo; sendo que, deste total, 29 sub-parcelas foram lançadas em várzea alta e 25 em várzea baixa. Em cada sub-parcela de 100m<sup>2</sup>, mediu-se a altura de todos os indivíduos das espécies arbóreas e palmeiras com altura (h) ≥ 0,30m e diâmetro a 1,30m do nível do solo (DAP) < 15,0cm, como também o diâmetro das espécies com h ≥ 3,0m e DAP < 15,0cm. Foram amostrados 30.969 indivíduos/ha, na várzea alta, pertencentes a 70 espécies, 57 gêneros e 28 famílias botânicas; enquanto na várzea baixa, este número correspondeu a 13.380 indivíduos/ha, distribuídos em 63 espécies, 51 gêneros e 26 famílias botânicas. As famílias que se destacaram quanto ao maior número de espécies, tanto na várzea alta como na baixa, foram: Palmae, Mimosaceae, Caesalpiniaceae, Chrysobalanaceae e Guttiferae. As espécies com maior índice de valor de importância ampliado, na várzea alta, foram: *Virola surinamensis*, *Euterpe oleracea*, *Astrocaryum murumuru*, *Geonoma laxiflora* e *Guarea guidonia*; já na várzea baixa teve-se: *Euterpe oleracea*, *Astrocaryum murumuru*, *Crudia bracteata*, *Gustavia augusta* e *Inga edulis*. Entre as demais espécies que estão bem distribuídas nas áreas estudadas e nas classes de tamanho pode-se destacar: *Tachigalia mymercophila*, *Sarcaulus brasiliensis* e *Nectandra cf. risi*.

Estas são importantes para a manutenção da fauna, e também fornecem madeira e outros produtos florestais não madeireiros para a subsistência dos ribeirinhos. Mais de 60% das espécies estudadas nos dois ambientes apresentaram um padrão de distribuição agregado, e entre as mais importantes, todas apresentaram este padrão. O maior índice de diversidade foi encontrado na floresta de várzea baixa ( $H' = 3,05$ ). Ocorreu alta similaridade florística entre a regeneração natural da várzea alta e da várzea baixa ( $ISs = 0,85$ ). De maneira geral, os cipós estão competindo com os indivíduos arbóreos e palmeiras nas duas áreas estudadas; portanto, é indicada a realização de cortes de cipós. A exploração que ocorreu na várzea baixa por 37 anos favoreceu o ingresso dos indivíduos para as maiores classes de tamanho; porém, deve-se implementar tratamentos silviculturais que beneficiem principalmente a regeneração natural da *Virola surinamensis* e da *Carapa guianensis*, pois estas foram as espécies comerciais que apresentaram alta densidade nas menores classes de tamanho, além disso, são as espécies mais comercializadas na região estudada.

---

<sup>1</sup> Comitê Orientador: Soraya Alvarenga Botelho (Orientadora); José Roberto Soares Scolforo, José Márcio de Mello e Daniel Furtado Ferreira (Co-orientadores).



## CHAPTER I

### ABSTRACT

**GAMA, J. R. V. Natural regeneration study of high and down floodplain forests in Amazonian estuary as a basis to the forest management. Lavras: UFLA, 2000. 53p. (Dissertation – Master in Forest Engineering)<sup>1</sup>**

It was carried out a natural regeneration survey in two different kind of floodplain forests at EMAPA forest lands, situated at 0°09'32"S and 50°23'31"W, 4m high from sea level, located in "Furos" micro-region of Marajó Island, Afuá county, North of Pará State, with the objectives of quantifying and evaluating the natural regeneration structure of a high floodplain forest and a down floodplain forest which had the exploitation stopped for seven years; in order to provide a solid knoweldgement about species with sufficient natural regeneration as a basis for possible sustainable management plans directed to the studied areas. Sampling was accomplished in 54 sub-plots of 100m<sup>2</sup> located into the 54 plots of 2500m<sup>2</sup> for adult vegetation sampling; of this total 29 sub-plots were located in a high floodplain forest and 25 in a down floodplain forest. In each sub-plot of 100m<sup>2</sup> all individuals with height (h) ≥ 0,30cm and diameter at 1,30m above ground level (DBH) ≤ 15,0cm were surveyed and had botannical identification, just as all the plants with (h) ≥ 3,0m and diameter at 1,30m above ground level (DBH) < 15,0cm. It was sampled 30.069 individuals/ha in high floodplain belonging to 70 species, 57 genera e 28 botannical families, while in down floodplain these numbers were 13.380 individuals/ha distributed in 63 species, 51 genera and 26 botannical families. Families with the highest number of species in both forests, were: Palmae, Mimosaceae, Caesalpinaceae, Chrysobalanaceae and Guttiferae. Species with the highest amplyed importance value index in high floodplain, were: *Virola surinamensis*, *Euterpe oleracea*, *Astrocaryum murumuru*, *Geonoma laxiflora* and *Guarea guidonia*; in down floodplain forest these especies were: *Euterpe oleracea*, *Astrocaryum murumuru*, *Crudia bracteata*, *Gustavia augusta* and *Inga edulis*. *Tachigalia mymercophilla*, *Sarcaulus brasiliensis* and *Nectandra* cf. *risi* were species well distributed around the studied areas, just as in the observed class sizes and are considered important for wildlife population mantainance and for non-forest products which are commonly used by riverine

communities. More than 60% of the total species found in the area showed a clustering distribution pattern, including all the most important species which presented this same pattern. The highest species diversity index was found in down floodplain forest ( $H' = 3,05$ ). The highest floristic similarity index observed between the two areas occurred in the natural regeneration strata ( $IS_S = 0,85$ ). In a general way, climbers are competing with trees and palms in the two surveyed areas, so it is suggested some silvicultural treatment in order to change this situation. The exploitation carried out in down floodplain for 37 years contributed to the ingrowth of younger plants to the higher class sizes of natural regeneration. Although, silvicultural treatments must be done to correct regeneration gaps of the commercial species *Virola surinamensis* and *Carapa guianensis* for they presented high density values in the smaller size classes and because they are the principle marketable species of the region.

---

<sup>1</sup> Guidance Committee: Soraya Alvarenga Botelho (Adviser); José Roberto Soares Scolforo, José Márcio de Mello and Daniel Furtado Ferreira (Co-advisers).

## 1 INTRODUÇÃO

A regeneração natural decorre da interação de processos naturais de restabelecimento do ecossistema florestal (Rollet, 1969). É, portanto, parte do ciclo de crescimento da floresta e refere-se às fases iniciais do seu estabelecimento e desenvolvimento (Bongers, 1995).

O estudo da regeneração natural permite a realização de previsões sobre o futuro comportamento e desenvolvimento da floresta, pois fornece a relação e a quantidade de espécies que constituem o estoque da mesma, além de suas dimensões e distribuição na área (Carvalho, 1982). Com estas informações, o silvicultor pode incentivar o crescimento e maximizar o volume das espécies desejáveis por unidade de área (Fox, 1976).

Para Jankauskis (1990), o conhecimento da estrutura da regeneração natural é importante porque pode eliminar a necessidade de atividades de enriquecimento e auxiliar na definição de técnicas silviculturais previstas no plano de manejo.

Segundo Higuchi *et al.* (1985), através do estudo da regeneração natural, são obtidas informações sobre a autoecologia, composição florística e densidade das espécies no sub-bosque, a situação sucessional da área em estudo, os efeitos da exploração florestal, entre outras informações importantes que norteiam as intervenções silviculturais previstas nos planos de manejo.

A regeneração natural pode ser estudada do ponto de vista estático através do número de plantas/unidade de área, distribuição espacial e riqueza florística; e/ou, do ponto de vista dinâmico, através de comparações entre locais diferentes ou em época distintas (Rollet, 1969).

Na atualidade, os estudos a respeito da estrutura da regeneração natural nos ecossistemas amazônicos se restringem basicamente às formações florestais

de terra firme. Em se tratando de florestas de várzea, poucos estudos foram realizados. Dentre estes pode-se citar os trabalhos de Oliveira (1992), Higuchi *et al.* (1994) e Macedo (1996). Portanto, o conhecimento da estrutura da regeneração natural das florestas de várzea é de suma importância para o planejamento do manejo e a utilização de práticas silviculturais a fim de aumentar a produtividade florestal nestas áreas.

O presente estudo teve como objetivo conhecer a composição florística, analisar a estrutura e a distribuição espacial da regeneração natural em uma floresta de várzea alta não explorada e uma floresta de várzea baixa, após o sétimo ano de exploração, na região do estuário amazônico no Estado do Pará.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área de Estudo

A área de estudo está localizada na propriedade florestal da Exportadora de Madeira do Pará Ltda. - EMAPA, no município de Afuá, Estuário Amazônico, Estado do Pará (Figura 1). A área total é de 1.200ha, dos quais 80ha são de floresta de várzea baixa, que sofreu exploração madeireira no período de 1955 até 1992, e de palmito de açaí (*Euterpe oleracea*), dos anos 70 até 1992; e 1.120ha são de floresta de várzea alta, onde foi explorado o palmito de açaí até 1992, sendo que, deste total 500ha foram utilizados em projetos de enriquecimento florestal e os demais 620ha foram reservados a programas de manejo florestal.

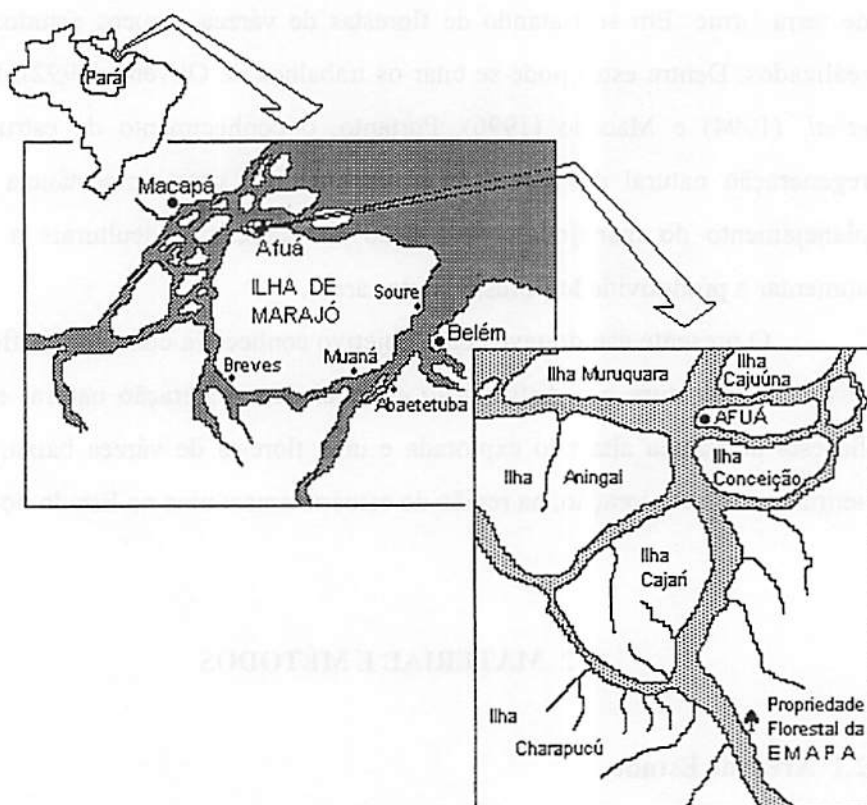


FIGURA 1. Croqui de localização da área de estudo, município de Afuá, Pará.

O clima predominante na região é do tipo *A<sub>mi</sub>*, de acordo com a classificação climática, segundo o método de Köppen; a precipitação média anual é de 2.500mm; a temperatura média anual e a umidade relativa do ar correspondem a 26°C e 85%, respectivamente; o trimestre mais seco corresponde ao período de setembro a novembro e o mais chuvoso, de fevereiro a abril; a altitude média da região é de 4m (SUDAM, 1984).

A região apresenta uma extensa rede hidrográfica, com topografia plana a suavemente ondulada. Os solos são originados de formação geológica do quaternário e o material que os compõem é oriundo de sedimentos holocênicos, com elevada fertilidade natural e conteúdo de bases trocáveis variáveis; na

classificação de Vieira (1988), são solos hidromórficos gleizados pouco húmicos.

## 2.2 Amostragem e Coleta dos Dados

A partir do mapa da área, foi delimitado nos 80ha de floresta de várzea baixa, um talhão de 60ha (600 x 1.000m), e nos 620ha de floresta de várzea alta, destinados a projetos de manejo florestal, foram delimitados 10 talhões de mesma área, sorteando-se o que seria inventariado, para as avaliações e comparações entre estes dois ambientes.

Em cada talhão, foram distribuídas sistematicamente parcelas de 20 x 250m (0,5ha) no sentido Norte - Sul, que continham uma sub-parcela de 10 x 10m para o inventário da regeneração natural. Devido à presença de muitos rios e igarapés entrecortando o local, o número de sub-parcelas possíveis de serem lançadas na várzea alta foi 29, enquanto na várzea baixa, foi 25. O croqui de arranjo das unidades amostrais no campo é ilustrado na Figura 2.

Em cada parcela de 100m<sup>2</sup>, foram mensurados todos os indivíduos das espécies arborescentes (arbóreas e palmeiras) com altura (h) ≥ 0,3m a diâmetro à 1,30m de altura do solo (DAP) < 15,0cm, dos quais foram anotadas as seguintes informações:

- a. Nome regional das espécies, com base na experiência de um mateiro;
- b. Diâmetro das espécies com h ≥ 3,0m a DAP < 15cm, medido com o auxílio de uma fita métrica;
- c. Altura total das espécies com h ≥ 0,3m a DAP < 15cm, obtida com o auxílio de uma vara telescópica graduada em cm;

- d. Qualidade da regeneração natural: viva em pé, viva caída e com danos; e
- e. Contagem dos indivíduos herbáceos, arbustivos e cipós que apresentavam  $h \geq 30\text{cm}$  e  $\text{DAP} < 15\text{cm}$ .

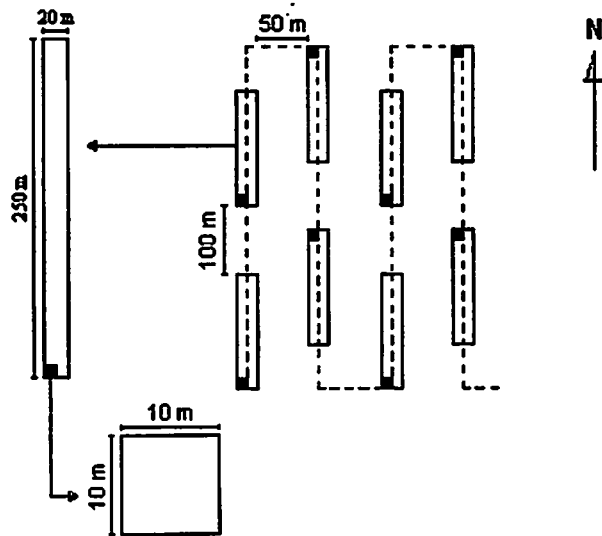


FIGURA 2. Distribuição das parcelas para o estudo de regeneração natural, lançadas na propriedade florestal da EMAPA, município de Afuá, Pará.

As espécies também foram classificadas segundo a sua categoria de uso em:

- *Comerciais* - processadas pelas grandes serrarias e comercializadas no mercado nacional e internacional;
- *Potenciais* - processadas pelas pequenas serrarias e comercializadas no mercado local e regional e
- *Não comerciais* - espécies ainda não aceitas pelo mercado local.

Todas as espécies amostradas tiveram seu material botânico coletado e passaram pelos processos de herborização. Posteriormente, foram identificadas quanto à família, gênero e espécie, por especialistas do Laboratório de Botânica da Embrapa-CPATU, em Belém-PA. Os dados foram coletados no período de dezembro de 1998 a fevereiro de 1999.

### 2.3 Análise dos Dados

A análise da estrutura da regeneração natural para os ambientes de várzea alta e várzea baixa foi realizada através do “software” SISNAT - Sistema de Manejo para Florestas Nativas, desenvolvido pelo Prof. José Roberto Soares Scolforo, do Departamento de Ciências Florestais da UFLA.

#### 2.3.1 Parâmetros Estruturais Estimados

Para a análise da estrutura horizontal da regeneração natural os parâmetros considerados foram os usuais em estudos de vegetação, tendo sido descritos em Curtis e McIntosh (1950), Lamprecht (1964), Mueller-Dombois e Ellenberg (1974) e empregados em Carvalho (1982), Jardim e Hosokawa (1986/87), Macedo (1996), Nappo (1999), Rondon-Neto (1999), entre outros. Tais parâmetros foram estimados através das seguintes fórmulas:

$$DARN_i = n_i/ha$$

$$DRRN_i = \left( DARN_i / \sum_{i=1}^s n_i \right) \cdot 100$$



$$FARN_i = (NU_i / NU_T) \cdot 100$$

$$FRRN_i = \left( FARN_i / \sum_{i=1}^s FARN_i \right) \cdot 100$$

$$DoARN_i = 0,0000785398 \sum_{i=1}^n D_i^2$$

$$DoRRN_i = \left( DoARN_i / \sum_{i=1}^s DoARN_i \right) \cdot 100$$

$$IVIRN_i = DRRN_i + FRRN_i + DoRRN_i$$

Em que:

$DARN_i$  : Densidade absoluta para a i-ésima espécie;

$n_i$  : Número de indivíduos vivos da i-ésima espécie;

$DRRN_i$  : Densidade relativa para a i-ésima espécie;

$\sum_{i=1}^s n_i$  : Número total de indivíduos vivos amostrados por hectare;

$FARN_i$  : Freqüência absoluta para a i-ésima espécie;

$NU_i$  : Número de unidades amostrais em que ocorreu a i-ésima espécie;

$NU_T$  : Número total de unidades amostradas;

$FRRN_i$  : Freqüência relativa para a i-ésima espécie;

$\sum_{i=1}^s FARN_i$  : Soma das freqüências absolutas de todas as espécies amostradas;

$DoARN_i$  : Dominância absoluta para a i-ésima espécie;

$\sum_{i=1}^s DoRRN_i$  : Soma das dominâncias absolutas de todas as espécies amostradas;

$DoRRN_i$  : Dominância relativa para a i-ésima espécie;

$IVIRN_i$  : Índice de valor de importância para a i-ésima espécie;

$D_i$  : Diâmetro (cm) a 1,30 m de altura do solo; e

$s$  : Número de espécies vivas amostradas.

No estudo da estrutura vertical da regeneração natural, foram utilizadas as classes de tamanho (CT) sugeridas pela FAO (1971), sendo:

- Classe de Tamanho 1:  $0,3m \leq h < 1,5m$ ;
- Classe de Tamanho 2:  $1,5m \leq h < 3,0m$ ;
- Classe de Tamanho 3:  $h \geq 3,0m$  e  $DAP < 5,0cm$ ;
- Classe de Tamanho 4:  $5,0cm \leq DAP < 10,0cm$ ; e
- Classe de Tamanho 5:  $10,0cm \leq DAP < 15,0cm$ .

As expressões utilizadas para a estimativa das classes absoluta e relativa de tamanho da regeneração natural foram:

$$CATRN_i = (VF_{CT1} \cdot ni_{CT1}) + (VF_{CT2} \cdot ni_{CT2}) + (VF_{CT3} \cdot ni_{CT3}) + \\ + (VF_{CT4} \cdot ni_{CT4}) + (VF_{CT5} \cdot ni_{CT5})$$

$$CRTRN_i = \left( CATRN_i / \sum_{i=1}^s CATRN_i \right) \cdot 100$$

Em que:

VF :  $NCT_j / NT$ ;

VF : Valor Fitossociológico;

NCT<sub>j</sub> : Número de indivíduos vivos na j-ésima classe de tamanho;

NT : Número total de indivíduos vivos na regeneração natural;

CATRN<sub>i</sub> : Classe absoluta de tamanho da regeneração natural para a i-ésima espécie;

CRTRN<sub>i</sub> : Classe relativa de tamanho da regeneração natural para a i-ésima espécie;

$\sum_{i=1}^s CATRN_i$  : Soma das classes de tamanho absolutas de todas as espécies; e

ni, s : já definidos anteriormente.

Outros parâmetros também estimados foram a regeneração natural relativa e índice de valor de importância ampliado, obtidos pelas fórmulas:

$$RNR_i = \frac{DRRN_i + FRRN_i + DoRRN_i + CRTRN_i}{4}$$

$$IVIARN_i = IVIRN_i + CRTRN_i + RNR_i$$

Em que:

$RNR_i$  : Regeneração natural relativa para a i-ésima espécie;

$IVIARN_i$  : Índice de valor de importância ampliado para a i-ésima espécie;

$DRRN_i$ ,  $FRRN_i$ ,  $DoRRN_i$ ,  $CRTRN_i$ ,  $IVIRN_i$ , já definidos anteriormente;

### 2.3.2 Diversidade de Espécies

Para estimar a diversidade de espécies arbóreas nos dois ecossistemas estudados, foi empregado o Índice de Densidade de Shannon-Weaver, calculado através da fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^s \frac{n_i}{N} \cdot \ln \frac{n_i}{N}$$

Em que:

$i$  : 1 ... n;

$s$  : Número de espécies vivas amostradas;

$n_i$  : Número de indivíduos amostrados para a i-ésima espécie;

$N$  : Número total de indivíduos amostrados; e

$\ln$  : Logaritmo neperiano.

### 2.3.3 Similaridade Florística

O nível de semelhança entre tipos fisionômicos foi estimado através do Índice de Similaridade de Sorensen, expresso pela fórmula:

$$IS_s = \frac{2c}{a + b}$$

Em que:

- $IS_s$  : Índice de similaridade de Sorensen;
- $a$  : Número de espécies da comunidade A;
- $b$  : Número de espécies da comunidade B; e
- $c$  : Número de espécies comuns.

### 2.3.4 Padrão de Distribuição Espacial

O padrão de distribuição espacial das espécies da regeneração natural foi estimado através do Índice de Morisita, considerando-se apenas as espécies que ocorreram em pelo menos duas parcelas, utilizando-se a seguinte expressão:

$$I_d = \frac{n \left( \sum_{i=1}^s X^2 - N \right)}{N(N-1)}$$

Em que:

- $I_d$  : Índice de Morisita;
- $n$  : Número total de parcelas amostradas;
- $N$  : Número total de indivíduos por espécie, contidos nas  $n$  parcelas;
- $X^2$  : Quadrado do número de indivíduos por espécie por parcela;
- $s$  : já definido anteriormente.

O desvio da dispersão dos indivíduos foi determinada pelo teste do Qui-quadrado, obtido a partir da seguinte equação:

$$\chi^2 = \frac{\sum_{i=1}^s n_i X^2}{N} - N$$

Em que:

$\chi^2$  : Valor de Qui-quadrado;

$n$ ,  $N$ ,  $s$ ,  $X^2$  : já definidos anteriormente.

A interpretação do valor do Qui-quadrado foi baseada no seguinte: se o valor calculado for menor que o valor tabelado, o  $I_d$  não difere significativamente de 1 e a espécie apresentará um padrão de distribuição aleatória; porém, se o valor do Qui-quadrado for maior que o tabelado, a espécie tenderá a um padrão de distribuição agregada, se  $I_d > 1$ , ou uniforme, se  $I_d < 1$  (Scolforo, 1998). O valor do Qui-quadrado tabelado para a várzea alta ( $n-1 = 28$  e  $\alpha = 0,05$ ) foi 41,34 e para a várzea baixa ( $n-1 = 24$  e  $\alpha = 0,05$ ), foi 36,42.

### 2.3.5 Suficiência Amostral

A suficiência amostral para as duas florestas estudadas foi determinada através do procedimento REGRELRP - Regressão Linear com Resposta em Platô, do Sistema para Análises Estatísticas - SAEG V.5.0, o qual foi desenvolvido para a análise de modelos matemáticos descontínuos com uma parte linear crescente e uma parte em platô se sucedendo, a fim de determinar numérica e graficamente o ponto de encontro da reta com o platô e, desta

maneira, reduzir e padronizar a subjetividade na escolha do número adequado de parcelas (Ferreira, 1988).

### **2.3.6 Classificação Sucessional das Espécies**

Para definir o grupo ecológico das espécies, baseou-se na proposta de Swaine e Whitmore (1988), adaptada por Oliveira-Filho (1994), revisão bibliográfica e observações de campo, adotando-se as seguintes categorias: pioneira, clímax exigente de luz e clímax tolerante à sombra.

## **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **3.1 Composição Florística**

Através do inventário da regeneração natural das espécies arbóreas, registraram-se 77 espécies, sendo 70 na várzea alta e 63 na várzea baixa; 63 gêneros, ocorrendo 57 na várzea alta e 51 na várzea baixa; e 29 famílias botânicas, encontrando-se 28 na várzea alta e 26 na várzea baixa (Tabela 1).

Dentre as famílias com maior riqueza de espécie, encontraram-se: várzea alta - Palmae (7), Mimosaceae (6), Caesalpiniaceae, Chrysobalanaceae e Guttiferae (5); e na várzea baixa - Caesalpiniaceae, Mimosaceae e Palmae (6), Chrysobalanaceae (5) e Guttiferae (4). A ocorrência destas famílias com o maior número de espécies é compatível com o encontrado em floresta de várzea do estuário amazônico por Macedo (1996).

TABELA 1. Relação das espécies inventariadas em floresta de várzea alta (VA) e floresta de várzea baixa (VB) na propriedade florestal da EMAPA, município de Afuá, Pará, com seus respectivos grupos ecológicos (GE): pioneira (P), clímax exigente de luz (CL) e clímax tolerante à sombra (CS).

Família / Nome científico	Nome regional	GE	VA	VB
<b>Acanthaceae</b>				
<i>Trichanthera gigantea</i> Gleason	Janaú	P	x	x
<b>Anacardiaceae</b>				
<i>Anacardium giganteum</i> Hanc. ex Engl.	Caju-açú	CL	x	-
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Tatapiririca	P	x	x
<b>Annonaceae</b>				
<i>Guatteria poeppigiana</i> Mart.	Envira-preta	CS	x	x
<b>Bignoniaceae</b>				
<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	Pará-pará	CL	x	-
<b>Bombacaceae</b>				
<i>Quararibea guianensis</i> Aubl.	Inajarana	CL	-	x
<b>Burseraceae</b>				
<i>Protium</i> cf. <i>krukoffii</i> Swart.	Breu-sucuruba	CS	x	x
<i>Protium spruceanum</i> Engl.	Breu branco	CS	x	x
<b>Caesalpiniaceae</b>				
<i>Crudia bracteata</i> Benth.	Maria-preta	CS	x	x
<i>Dialium guianensis</i> Steud.	Marriquió	CS	x	x
<i>Hymenaea oblongifolia</i> Huber.	Jutaí	CL	x	x
<i>Macrobium augustifolium</i> R.S. Cowan	Iperana	CS	x	x
<i>Mora paraensis</i> Ducke	Pracuúba	CS	-	x
<i>Tachigalia myrmecophila</i> Ducke	Tachi-preto	CS	x	x
<b>Cecropiaceae</b>				
<i>Cecropia palmata</i> Willd.	Embaúba	P	x	x
<b>Chrysobalanaceae</b>				
<i>Licania canescens</i> Benoist	Caripé	CS	x	x
<i>Licania</i> cf. <i>octandra</i> Kuntze	Cariperana	CS	x	x
<i>Licania heteromorpha</i> Benth.	Macucú	CS	x	x
<i>Licania macrophylla</i> Klotzsch	Anuerá	CL	x	x
<i>Parinari excelsa</i> Sabine	Pranari	CS	x	x

continua...

TABELA 1, Cont.

Família / Nome científico	Nome regional	GE	VA	VB
<b>Combretaceae</b>				
<i>Cacoucia coccinea</i> Aubl.	Ioióca	CS	x	x
<i>Terminalia dichotoma</i> G. Meyer	Cinzeiro	CL	x	x
<b>Euphorbiaceae</b>				
<i>Hevea brasiliensis</i> Mull. Arg.	Seringa	CS	x	x
<i>Hieronyma laxiflora</i> (Tul.) Muel Arg.	Mar-gonçalo	CL	x	-
<i>Manihot brachyloba</i> Muell. Arg.	Canela-de-velho	P	x	-
<b>Fabaceae</b>				
<i>Ormosia coccinea</i> (Aubl.) Jack.	Tento	CL	x	x
<i>Ormosia coutinhoi</i> Ducke	Buiuçu	CL	x	x
<i>Pterocarpus officinalis</i> Jacq.	Mututi	CL	-	x
<i>Swartzia acuminata</i> Willd. ex Vog.	Pitaíca	CL	x	x
<i>Swartzia racemosa</i> Benth.	Pacapeuá	CS	x	x
<i>Taralea oppositifolia</i> Aubl.	Cumarú	CS	-	x
<i>Vatairea guianensis</i> Aubl.	Fava	P	x	-
<b>Guttiferae</b>				
<i>Calophyllum brasiliense</i> Camb.	Jacareúba	CS	x	x
<i>Caraipa grandiflora</i> Mart.	Tamaquaré	CS	x	x
<i>Rheedia macrophylla</i> Planch. & Triana	Bacuripari	CS	x	x
<i>Symphonia globulifera</i> L. F.	Anani	CL	x	x
<i>Vismia macrophylla</i> H. B. K.	Lacre-branco	P	x	-
<b>Humiriaceae</b>				
<i>Saccoglottis guianensis</i> Aubl.	Uxirana	CS	x	x
<b>Icacinaceae</b>				
<i>Paraqueiba paraensis</i>	Umarirana	CL	x	-
<b>Lauraceae</b>				
<i>Nectandra cf. risi</i> Miq.	Louro-amarelo	CS	x	x
<b>Lecythidaceae</b>				
<i>Allantoma lineata</i> Miers	Cerú	CL	-	x
<i>Eschweilera coriacea</i> S.A. Mori	Matá-matá	CS	x	x
<b>Melastomataceae</b>				
<i>Miconia ceramicarpa</i> Cogn.	Papa-terra	CS	x	x
<i>Mouriria grandiflora</i> DC.	Camotim	CS	x	x

continua...



TABELA 1, Cont.

Família / Nome científico	Nome regional	GE	VA	VB
<b>Meliaceae</b>				
<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	Andiroba	CL	x	x
<i>Cedrela odorata</i> Ruiz & Pav.	Cedro	CL	x	-
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleum.	Jataúba	CS	x	x
<b>Mimosaceae</b>				
<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	Ingá-chichica	CL	x	x
<i>Inga edulis</i> Mart.	Ingá-cipó	CS	x	x
<i>Inga velutina</i> Willd.	Ingá-peludo	CS	x	x
<i>Pentaclethra maculoba</i> (Willd) Kuntze	Pracaxi	CS	x	x
<i>Pithecellobium juruanum</i> Harms.	Ingarana	CL	x	x
<i>Platymiscium trinitatis</i> Benth.	Macacaúba	CL	x	x
<b>Myristicaceae</b>				
<i>Virola surinamensis</i> (Rol.) Warb.	Virola-branca	CL	x	x
<i>Virola</i> sp.	Virola-preta	CL	x	x
<i>Iryanthera sagotiana</i> (Bth.) Warb.	Ucuabarana	CS	x	-
<b>Myrtaceae</b>				
<i>Eugenia brownsbergii</i> Amshoff	Goiabinha	CL	x	x
<i>Eugenia</i> sp	Uva	CL	x	x
<b>Olacaceae</b>				
<i>Minquartia guianensis</i> Aubl.	Acariquara	CS	x	-
<b>Palmae</b>				
<i>Astrocaryum mumbaca</i> Mart.	Mumbaca	CS	x	x
<i>Astrocaryum murumuru</i> Mart.	Muru-muru	CL	x	x
<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	Açaí	CL	x	x
<i>Geonoma laxiflora</i> Mart.	Ubim	CS	x	x
<i>Jessenia bataua</i> (Mart.) Bur.	Patauá	CS	x	x
<i>Manicaria saccifera</i> Gaertn	Buçú	P	-	x
<i>Oenocarpus bacaba</i> Mart.	Bacaba	CL	x	-
<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) Wendl.	Paxiúba	CS	x	-
<b>Rubiaceae</b>				
<i>Gustavia augusta</i> L.	Jeniparana	CS	x	x
<b>Sapotaceae</b>				
<i>Sarcaulus brasiliensis</i> (A. DC.) Eyma	Guajará	CS	x	x

continua...

TABELA 1, Cont.

Família / Nome científico	Nome regional	GE	VA	VB
<b>Simarubaceae</b>				
<i>Simaruba amara</i> Aubl	Marupá	P	x	x
<b>Sterculiaceae</b>				
<i>Herrania mariaae</i> Goudot.	Cacau jacaré	P	x	x
<i>Sterculia pruriens</i> Schum.	Capote	CL	x	x
<i>Theobroma subicanum</i> Mart.	Cupuí	CS	x	x
<b>Tiliaceae</b>				
<i>Apeiba burchellii</i> Aubl.	Pente de macaco	CL	x	x
Indeterminada 1	-		-	x
Indeterminada 2	-		x	-
Indeterminada 3	-		x	-

As cinco famílias que apresentaram maior porcentagem de indivíduos amostrados na várzea alta foram: Myristicaceae (33,5%), Palmae (30,6%), Chrysobalanaceae (6,3%), Melastomataceae (3,5%) e Caesalpiniaceae (3,1%). Já na várzea baixa, teve-se: Palmae (42,7%), Mimosaceae (10,4%), Guttiferae (6,4%), Chrysobalanaceae (5,9 %) e Caesalpiniaceae (5,1%).

Entre os gêneros que apresentaram maior número de espécies em ambos ambientes, tiveram destaque: *Licania* (4), *Inga* (3), *Astrocaryum*, *Eugenia*, *Ormosia*, *Protium*, *Swartzia* e *Virola* (2).

Dentre as espécies arbóreas, ocorreram 2 (2,9%) na várzea alta e 1 (1,6%) na várzea baixa, que não puderam ser identificados por falta de material botânico adequado.

Quanto aos grupos ecológicos, considerando as duas florestas juntas, 12,2% das espécies enquadraram-se no grupo das pioneiras, 37,8% foram climax exigentes de luz e 50% climax tolerantes à sombra; porém, apenas na várzea alta 11,8% eram pioneiras, 36,8% climax exigentes de luz e 51,4%

clímax tolerantes à sombra; já na várzea baixa, encontraram-se 9,7% de pioneiras, 35,5% de clímax exigentes de luz e 54,8% de clímax tolerantes à sombra.

Relacionando-se os grupos ecológicos com as categorias de uso das espécies nos dois ambientes estudados, verificou-se entre as espécies comerciais, apenas 1 pioneira e 7 clímax exigentes de luz.

Entre as potenciais, ocorreram apenas 1 pioneira, 7 clímax exigentes de luz e 6 clímax tolerantes à sombra.

Quanto às não comerciais, verificaram-se 7 pioneiras, 14 clímax exigentes de luz e 31 clímax tolerantes à sombra. Por conseguinte, 63,6% das espécies que podem ser aproveitadas (comerciais e potenciais) são clímax exigentes de luz, o que é uma característica desejável quando se executa um plano de manejo através de corte seletivo. Esta prática abre clareiras na floresta e conseqüentemente aumenta a disponibilidade de luz no sub-bosque, o que favorece o crescimento e estabelecimento da regeneração das espécies clímax exigentes de luz.

### **3.2 Suficiência Amostral**

Através da análise de regressão com resposta em platô, verificou-se que as amostras utilizadas (29 e 25 para a várzea alta e várzea baixa, respectivamente) foram suficientes para representar a composição florística de todas as classes de tamanho nos ambientes estudados. Observou-se que na várzea alta, 13 parcelas (0,13ha) seriam necessárias para amostrar 67 espécies, enquanto na várzea baixa, 14 parcelas (0,14ha) seriam suficientes para amostrar 61 espécies (Figura 3).

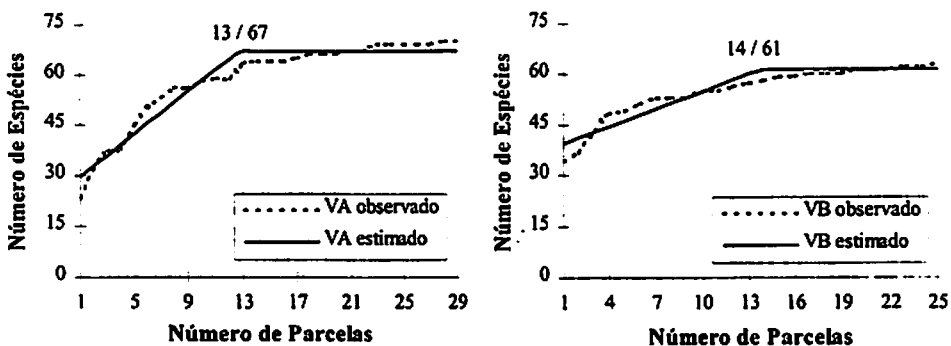


FIGURA 3. Determinação da suficiência amostral para a regeneração natural de várzea alta (VA) e várzea baixa (VB) na propriedade florestal da EMAPA, município de Afuá, Pará.

### 3.3 Análise da Estrutura da Regeneração Natural

Foram encontrados 30.969,0 indivíduos/ha em regeneração na várzea alta, apresentando área basal de  $7,18\text{m}^2/\text{ha}$  para os indivíduos com  $h \geq 3,0\text{m}$  a  $\text{DAP} < 15,0\text{cm}$ , enquanto na várzea baixa, que foi explorada intensamente até 1992, registraram-se 13.380,0 indivíduos/ha, sendo que a área basal para os indivíduos contidos no intervalo de  $h \geq 3,0\text{m}$  a  $\text{DAP} < 15,0\text{cm}$  foi  $11,13\text{m}^2/\text{ha}$ . Nota-se que na várzea baixa existe um menor número de indivíduos (56,8%) e maior área basal (55,0%), o que provavelmente é devido à exploração que ocorreu neste ambiente ter favorecido o ingresso das plantas para as maiores classes de tamanho, como se pode verificar nas Figuras 4, 5 e 6.

A regeneração da várzea alta apresentou altura média de 1,2m e máxima de 15m, já na várzea baixa, encontraram-se 2,0m e 13m, respectivamente. A distribuição do número de indivíduos por classe de altura e diâmetro demonstrou a tendência esperada de diminuição do número de plantas com o aumento das classes (Figura 4 e 5).

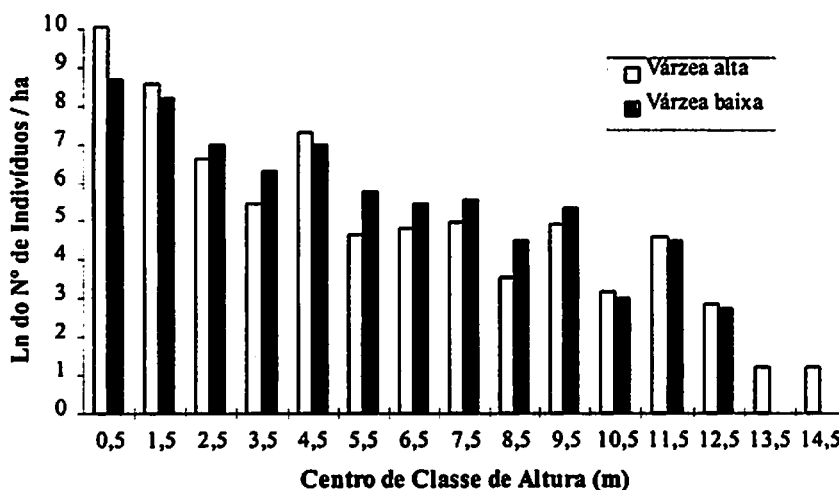


FIGURA 4. Distribuição do número de indivíduos logaritimizado por classe de altura nos dois ambientes estudados na propriedade florestal da EMAPA, município de Afuá, Pará.

As espécies que ocorreram nas maiores classes de altura ( $h \geq 12m$ ) na várzea alta foram: *Euterpe oleracea*, *Tachigalia myrmecophila*, *Inga edulis* e *Eschweilera coriacea*; já na várzea baixa, encontraram-se estas mesmas espécies e ainda: *Licania canescens*, *Licania heteromorpha*, *Licania macrophylla*, *Hevea brasiliensis* e *Pentaclethra macroloba*. Como se pode verificar na Tabela 1, todas estas espécies são clímax tolerantes à sombra, excetuando-se *Euterpe oleracea*, o que indica que as mesmas se desenvolvem bem em condições naturais de sub-bosque.

Albuquerque (1999) comenta que as espécies do grupo das clímax tolerantes à sombra são muito sensíveis à exploração florestal de alto impacto, devido à mesma provocar grandes clareiras e com isso aumentar significativamente a disponibilidade de luz no interior da floresta. Portanto, este é um dos motivos para não se utilizar esta forma de exploração.

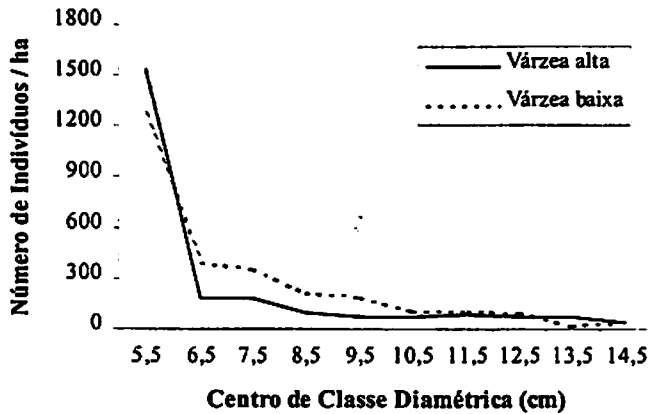


FIGURA 5. Distribuição diamétrica dos indivíduos da regeneração natural, nos dois ambientes estudados na propriedade florestal da EMAPA, município de Afuá, Pará.

A densidade total de regeneração natural da várzea baixa foi muito menor (56,8%) do que a da várzea alta, mesmo assim, os indivíduos deste ambiente apresentaram a maior densidade a partir da classe de altura 2,5m até 9,5m, excetuando a classe 4,5m. Quanto à distribuição dos diâmetros, encontraram-se na várzea baixa, as maiores densidades na classe 6,5cm até 14,5cm, excetuando a classe 13,5cm. Sendo, portanto, estas características as que justificam a maior área basal da regeneração natural de várzea baixa.

Com relação ao desenvolvimento estrutural de uma floresta de várzea explorada, Oliveira (1992) encontrou que após 10 anos, a estrutura da floresta explorada já se assemelha à da floresta não explorada e que no primeiro ano ocorreu redução dos indivíduos com  $h \geq 1,5m$  a  $DAP < 5,0cm$ ; entretanto, a regeneração com  $h < 1,5m$  e  $DAP \geq 5cm$  quase não foi afetada, o que, segundo o autor, deveu-se à combinação do corte direcionado com a extração feita quando a várzea estava inundada.

Neste estudo, este fenômeno foi observado na várzea baixa explorada, na qual ocorreu um maior número de indivíduos e espécies nas classes 4 e 5 (DAP  $\geq$  5cm) quando comparadas às da várzea alta não explorada. Confirmando, portanto, que a exploração na várzea impacta menos as maiores classes de tamanho da regeneração natural. Diferentemente, para a classe de tamanho 1, esta tendência não foi observada na várzea baixa, uma vez que ocorreu um número bem menor de indivíduos em relação à várzea alta, devido, provavelmente, à drástica redução das árvores porta-sementes no decorrer dos 37 anos de exploração (Tabela 2 e Figura 6).

TABELA 2. Número de indivíduos por hectare (N/ha) e número de espécies (NSp) por classe de tamanho (CT), registrados nos ambientes estudados na propriedade florestal da EMAPA, município de Afuá, Pará.

Ambiente	CT 1		CT 2		CT 3		CT 4		CT 5	
	N/ha	NSp	N/ha	NSp	N/ha	NSp	N/ha	NSp	N/ha	NSp
Várzea alta	23.931,0	66	4.289,7	46	1.589,7	35	810,4	32	348,3	20
Várzea baixa	7.036,0	54	3.012,0	48	1.280,0	33	1.656,0	43	396,0	26

A Figura 6 mostra que apenas a regeneração natural da várzea alta apresentou uma distribuição em 'J' invertido (número de indivíduos e de espécies decrescendo com o aumento das classes de tamanho). Já a regeneração natural da várzea baixa explorada não seguiu esta mesma tendência porque a CT 4 apresentou um maior número de indivíduos e espécies que a CT 3; de acordo com FAO (1971) e Carvalho (1982), isso ocorre porque a regeneração natural deste ambiente ainda encontra-se em fase de estabelecimento.

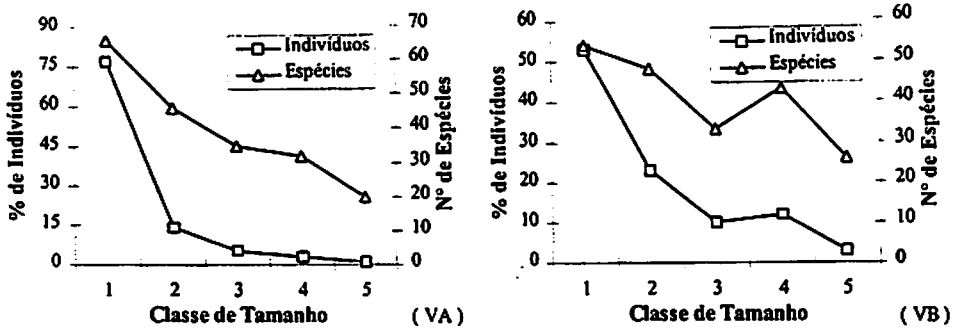


FIGURA 6. Número de espécies e percentual de indivíduos em relação às classes de tamanho para várzea alta (VA) e várzea baixa (VB) na propriedade florestal da EMAPA, município de Afuá, Pará.

Na várzea alta, as espécies que se destacaram por apresentarem os maiores índices fitossociológicos (índice de valor de importância - IVI  $\geq 7,0$ ; classe relativa de tamanho - CRT  $\geq 2,0$ ; regeneração natural relativa - RNR  $\geq 2,5$ ; e índice de valor de importância ampliado - IVIA  $\geq 9$ ) foram: *Virola surinamensis*, *Euterpe oleracea*, *Astrocaryum murumuru*, *Geonoma laxiflora*, *Guarea guidonia*, *Guatteria poeppigiana*, *Symphonia globulifera*, *Licania canescens*, *Licania heteromorpha*, *Crudia bracteata*, *Miconia ceramicarpa* e *Inga edulis* (Tabela 3).

As duas espécies mais importantes neste ambiente, *Virola surinamensis* e *Euterpe oleracea*, são as mais comercializadas no estuário amazônico. *Virola surinamensis* tem a sua madeira aproveitada por serrarias e indústrias de compensado e *Euterpe oleracea*, da qual se retira o palmito de açaí, que é o segundo produto tradicional mais explorado nas áreas de várzea do estuário amazônico. Entre outras espécies importantes, destaca-se *Symphonia globulifera*, que é uma espécie potencial cuja madeira é utilizada principalmente nos interiores das construções.



TABELA 3. Relação das espécies arbóreas amostradas em várzea alta na propriedade florestal da EMAPA, município de Afuá, Pará. Onde: frequência absoluta (FARN) - %, densidade absoluta (DARN) - ha, densidade relativa (DRRN) - %, dominância absoluta (DoARN) - m<sup>2</sup>/ha, dominância relativa (DoRRN) - %, índice de valor de importância (IVIRN) - %, classe de tamanho (CT) - número de indivíduos/ha, classe relativa de tamanho (CRT) - %, regeneração natural relativa (RNR) - %, índice de valor de importância ampliado (IVIARN) - % e o padrão de distribuição espacial da espécie (PDE) - Agregado (AG) e Aleatório (AL).

#	Espécie/Uso	FARN	DARN	DRRN	DoARN	DoRRN	IVIRN	CT1	CT2	CT3	CT4	CT5	CRT	RNR	IVIARN	PDE
<b>Comerciais</b>																
1	<i>Euterpe oleracea</i>	100,00	2341,38	7,56	3,38	47,30	58,26	1113,79	686,21	103,45	244,83	193,10	5,05	15,83	63,31	AG
2	<i>Virola surinamensis</i>	100,00	10348,28	33,42	0,06	0,85	37,67	10303,45	27,59	10,34	3,45	3,45	41,51	19,79	79,18	AG
3	<i>Carapa guianensis</i>	34,48	65,52	0,21	0,04	0,61	2,00	58,62	0,00	3,45	0,00	3,45	0,24	0,56	2,24	AG
4	<i>Simaruba amara</i>	27,59	55,17	0,18	0,00	0,00	1,12	55,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,33	1,34	AG
5	<i>Hymenaea oblongifolia</i>	20,69	37,93	0,12	0,00	0,00	0,83	34,48	0,00	3,45	0,00	0,00	0,14	0,24	0,97	AG
6	<i>Jacaranda copaia</i>	6,90	27,59	0,09	0,00	0,00	0,32	27,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,11	0,43	AG
7	<i>Cedrela odorata</i>	6,90	6,90	0,02	0,00	0,00	0,26	3,45	3,45	0,00	0,00	0,00	0,02	0,07	0,27	AL
8	<i>Virola sp.</i>	3,45	3,45	0,01	0,00	0,00	0,13	3,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04	0,14	-
	<b>Sub-total</b>		<b>12886,22</b>			<b>3,48</b>		<b>11600,00</b>	<b>717,25</b>	<b>120,69</b>	<b>248,28</b>	<b>200,00</b>				
<b>Potenciais</b>																
1	<i>Symphonia globulifera</i>	96,55	613,79	1,98	0,25	3,56	8,83	544,83	31,03	10,34	10,34	17,24	2,22	2,76	11,05	AG
2	<i>Pentaclethra maculosa</i>	24,14	68,97	0,22	0,04	0,51	1,56	62,07	0,00	0,00	6,90	0,00	0,25	0,45	1,81	AG
3	<i>Saccoglottis guianensis</i>	37,93	55,17	0,18	0,00	0,00	1,47	31,03	20,69	3,45	0,00	0,00	0,14	0,40	1,61	AL
4	<i>Tapirira guianensis</i>	27,59	48,28	0,16	0,00	0,00	1,09	44,83	3,45	0,00	0,00	0,00	0,18	0,32	1,28	AG
5	<i>Ormosia coutinhoi</i>	13,79	17,24	0,06	0,03	0,44	0,97	13,79	0,00	0,00	0,00	3,45	0,06	0,26	1,02	AL
6	<i>Calophyllum brasiliense</i>	17,24	20,69	0,07	0,00	0,00	0,65	13,79	3,45	3,45	0,00	0,00	0,06	0,18	0,71	AL
7	<i>Terminalia dichotoma</i>	13,79	31,03	0,10	0,00	0,00	0,57	31,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,17	0,69	AG
8	<i>Platymiscium trinitatis</i>	13,79	20,69	0,07	0,00	0,00	0,54	17,24	0,00	3,45	0,00	0,00	0,07	0,15	0,61	AG
9	<i>Hieronima laxiflora</i>	10,34	55,17	0,18	0,00	0,00	0,53	55,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,19	0,75	AG
10	<i>Sterculia pruriens</i>	6,90	6,90	0,02	0,01	0,11	0,37	3,45	0,00	0,00	3,45	0,00	0,01	0,10	0,38	AL
11	<i>Carapa grandiflora</i>	3,45	3,45	0,01	0,01	0,15	0,28	0,00	0,00	0,00	3,45	0,00	0,00	0,07	0,28	-
12	<i>M. augustifolium</i>	3,45	3,45	0,01	0,00	0,00	0,13	0,00	3,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,13	-
	<b>Sub-total</b>		<b>944,83</b>			<b>0,34</b>		<b>817,23</b>	<b>62,07</b>	<b>20,69</b>	<b>24,14</b>	<b>20,69</b>				

continua...

TABELA 3, Cont.

#	Espécie/Usos	FARN	DARN	DRRN	DoARN	DoRRN	IVIRN	CT1	CT2	CT3	CT4	CT5	CRT	RNR	IVIARN	PDE
<b>Não comerciais</b>																
1	<i>Astrocaryum murumuru</i>	100,00	3993,10	12,89	0,00	0,00	16,30	1762,07	1072,41	1158,62	0,00	0,00	8,18	6,12	24,48	AG
2	<i>Geonoma laxiflora</i>	96,55	2748,28	8,87	0,00	0,00	12,16	1803,45	944,83	0,00	0,00	0,00	7,94	5,03	20,10	AG
3	<i>Guarea guidonia</i>	89,66	462,07	1,49	0,48	6,77	11,31	310,34	48,28	13,79	68,97	20,69	1,30	3,15	12,61	AG
4	<i>Guatteria poeppigiana</i>	100,00	800,00	2,58	0,27	3,74	9,73	624,14	86,21	17,24	65,52	6,90	2,59	3,08	12,32	AG
5	<i>Licania canescens</i>	100,00	765,52	2,47	0,17	2,43	8,31	631,03	89,66	10,34	24,14	10,34	2,61	2,73	10,92	AG
6	<i>Crudia bracteata</i>	100,00	634,48	2,05	0,16	2,26	7,71	500,00	82,76	13,79	34,48	3,45	2,08	2,45	9,79	AG
7	<i>Licania heteromorpha</i>	93,10	810,34	2,62	0,13	1,81	7,59	748,28	27,59	6,90	20,69	6,90	3,04	2,66	10,63	AG
8	<i>Theobroma subcanum</i>	75,86	386,21	1,25	0,26	3,58	7,41	327,59	24,14	3,45	17,24	13,79	1,34	2,19	8,75	AG
9	<i>Eschweilera coriacea</i>	79,31	258,62	0,84	0,27	3,74	7,28	127,59	51,72	31,03	34,48	13,79	0,56	1,96	7,84	AG
10	<i>Inga edulis</i>	89,66	644,83	2,08	0,14	1,91	7,04	562,07	44,83	17,24	13,79	6,90	2,30	2,34	9,35	AG
11	<i>Tachigalia mymercophila</i>	75,86	262,07	0,85	0,26	3,57	7,00	203,45	10,34	6,90	27,59	13,79	0,83	1,96	7,83	AG
12	<i>Miconia ceramicarpa</i>	96,55	1010,34	3,26	0,00	0,00	6,55	679,31	317,24	13,79	0,00	0,00	2,97	2,38	9,52	AG
13	<i>Eugenia brownsbergii</i>	93,10	655,17	2,12	0,08	1,13	6,41	431,03	179,31	24,14	20,69	0,00	1,87	2,07	8,29	AG
14	<i>Gustavia augusta</i>	89,66	393,10	1,27	0,14	1,93	6,25	320,69	41,38	10,34	13,79	6,90	1,33	1,89	7,58	AG
15	<i>Sarcaulum brasiliensis</i>	86,21	417,24	1,35	0,07	0,95	5,23	313,79	62,07	17,24	24,14	0,00	1,32	1,64	6,54	AG
16	<i>Nectandra cf. risi</i>	86,21	337,93	1,09	0,08	1,07	5,10	210,34	82,76	20,69	24,14	0,00	0,92	1,50	6,01	AG
17	<i>Protium spruceanum</i>	89,66	348,28	1,12	0,05	0,65	4,82	275,86	44,83	10,34	17,24	0,00	1,15	1,49	5,97	AG
18	<i>Inga alba</i>	65,52	124,14	0,40	0,12	1,61	4,24	82,76	27,59	3,45	3,45	6,90	0,35	1,15	4,60	AG
19	<i>Rheedia macrophylla</i>	65,52	189,66	0,61	0,06	0,79	3,63	165,52	10,34	3,45	6,90	3,45	0,68	1,08	4,30	AG
20	<i>Swartzia racemosa</i>	72,41	186,21	0,60	0,04	0,53	3,59	168,97	6,90	6,90	0,00	3,45	0,69	1,07	4,28	AG
21	<i>Oenocarpus bacaba</i>	27,59	89,66	0,29	0,17	2,33	3,56	51,72	17,24	0,00	13,79	6,90	0,22	0,95	3,78	AG
22	<i>Manihot brachyloba</i>	51,72	172,41	0,56	0,09	1,21	3,53	100,00	31,03	10,34	31,03	0,00	0,43	0,99	3,96	AG
23	<i>Cacoucia coccinea</i>	51,72	117,24	0,38	0,06	0,80	2,94	65,52	17,24	17,24	17,24	0,00	0,28	0,81	3,22	AG
24	<i>Herrania mariaae</i>	65,52	100,00	0,32	0,03	0,38	2,93	65,52	20,69	3,45	10,34	0,00	0,28	0,80	3,21	AL
25	<i>Jessenia bataua</i>	27,59	206,90	0,67	0,08	1,17	2,77	158,62	37,93	0,00	6,90	3,45	0,67	0,86	3,44	AG
26	<i>Licania macrophylla</i>	41,38	289,66	0,94	0,00	0,00	2,34	282,76	3,45	3,45	0,00	0,00	1,14	0,87	3,49	AG
27	<i>Trichanthera gigantea</i>	48,28	106,90	0,35	0,01	0,11	2,10	86,21	17,24	0,00	3,45	0,00	0,36	0,61	2,46	AG

continua...

TABELA 3, Cont.

#	Espécie/Uso	FARN	DARN	DRRN	DoARN	DoRRN	IVIRN	CT1	CT2	CT3	CT4	CT5	CRT	RNR	IVIARN	PDE
28	<i>Parinari excelsa</i>	41,38	68,97	0,22	0,00	0,00	1,63	65,52	3,45	0,00	0,00	0,00	0,27	0,47	1,90	AG
29	<i>Socratea exorrhiza</i>	31,03	86,21	0,28	0,00	0,00	1,33	55,17	31,03	0,00	0,00	0,00	0,24	0,39	1,58	AG
30	<i>Hevea brasiliensis</i>	17,24	44,83	0,14	0,04	0,54	1,27	27,59	6,90	3,45	6,90	0,00	0,12	0,35	1,39	AG
31	<i>Inga velutina</i>	17,24	24,14	0,08	0,03	0,44	1,11	17,24	0,00	0,00	6,90	0,00	0,07	0,29	1,18	AG
32	<i>Mouriria grandiflora</i>	20,69	58,62	0,19	0,01	0,19	1,08	31,03	20,69	3,45	3,45	0,00	0,14	0,31	1,22	AG
33	<i>Dialium guianensis</i>	17,24	24,14	0,08	0,02	0,22	0,89	6,90	6,90	3,45	6,90	0,00	0,03	0,23	0,92	AG
34	<i>Anacardium giganteum</i>	10,34	117,24	0,38	0,00	0,00	0,73	117,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47	0,30	1,20	AG
35	<i>Pithecellobium juruanum</i>	13,79	17,24	0,06	0,01	0,15	0,68	13,79	0,00	0,00	3,45	0,00	0,06	0,18	0,73	AL
36	<i>Iryanthera sagotiana</i>	13,79	13,79	0,04	0,01	0,15	0,67	10,34	0,00	0,00	3,45	0,00	0,04	0,18	0,71	AL
37	<i>Astrocaryum mumbaca</i>	13,79	13,79	0,04	0,01	0,15	0,67	3,45	3,45	3,45	3,45	0,00	0,02	0,17	0,69	AL
38	<i>Paraqueiba paraensis</i>	17,24	17,24	0,06	0,00	0,00	0,64	10,34	6,90	0,00	0,00	0,00	0,05	0,17	0,69	AL
39	<i>Apeiba burchellii</i>	13,79	27,59	0,09	0,00	0,00	0,56	20,69	3,45	3,45	0,00	0,00	0,09	0,16	0,65	AG
40	<i>Minuartia guianensis</i>	13,79	17,24	0,06	0,00	0,00	0,53	13,79	3,45	0,00	0,00	0,00	0,06	0,15	0,58	AL
41	<i>Eugenia sp</i>	13,79	13,79	0,04	0,00	0,00	0,51	13,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,14	0,57	AL
42	Indeterminada 2	6,90	27,59	0,09	0,01	0,15	0,48	3,45	17,24	3,45	3,45	0,00	0,03	0,13	0,50	AG
43	<i>Vismia macrophylla</i>	10,34	10,34	0,03	0,00	0,00	0,39	10,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,11	0,43	AL
44	<i>Licania cf. octandra</i>	6,90	13,79	0,04	0,00	0,00	0,28	13,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,08	0,33	AG
45	<i>Swartzia acuminata</i>	6,90	6,90	0,02	0,00	0,00	0,26	6,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,07	0,28	AL
46	<i>Vatairea guianensis</i>	6,90	6,90	0,02	0,00	0,00	0,26	3,45	3,45	0,00	0,00	0,00	0,02	0,07	0,27	AL
47	<i>Ormosia coccinea</i>	6,90	6,90	0,02	0,00	0,00	0,26	0,00	3,45	3,45	0,00	0,00	0,00	0,07	0,26	AL
48	<i>Protium cf. krukoffii</i>	3,45	3,45	0,01	0,00	0,00	0,13	3,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04	0,14	-
49	<i>Cecropia palmata</i>	3,45	3,45	0,01	0,00	0,00	0,13	3,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04	0,14	-
50	Indeterminada 3	3,45	3,45	0,01	0,00	0,00	0,13	3,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04	0,14	-
Sub-total		17137,96		3,36		11513,79		3510,37	1448,27	537,95	127,60					
Total		30969,01		7,18		23931,02		4289,69	1589,65	810,37	348,29					

Em relação às espécies não comerciais que desempenham funções ecológicas importantes, estão *Astrocaryum murumuru*, *Miconia ceramicarpa*, *Inga edulis* e *Guarea guidonia*, cujos frutos são consumidos pela fauna; *Geonoma laxiflora* tem suas folhas utilizadas em cobertura de casas; já a madeira de *Guarea guidonia* é utilizada em construções rústicas e de canoas; ainda para construções rústicas, verificou-se o uso das madeiras de *Guatteria poeppigiana*, *Licania canescens*, *Licania heteromorpha* e *Miconia ceramicarpa*; para a fabricação de varas que são utilizadas na navegação dos barcos, verificou-se o emprego da madeira de *Crudia bracteata*.

As espécies que mais se destacaram, com os maiores valores fitossociológicos na várzea baixa, foram: *Euterpe oleracea*, *Astrocaryum murumuru*, *Crudia bracteata*, *Gustavia augusta*, *Inga edulis*, *Pithecellobium juruanum*, *Licania canescens*, *Symphonia globulifera*, *Eschweilera coriacea*, *Caraipa grandiflora*, *Miconia ceramicarpa*, *Virola surinamensis*, *Pentaclethra maculosa* e *Guatteria poeppigiana* (Tabela 4).

A várzea baixa também apresentou como as mais importantes, as mesmas espécies comerciais da várzea alta, apesar da *Virola surinamensis* ter ocorrido com o 12º IVIA, verificando-se com isso que após 7 anos de intensa exploração, a regeneração natural desta espécie ainda não se recuperou totalmente quando comparada com a várzea alta que não foi explorada.

Entre as potenciais, *Symphonia globulifera* também ocorreu nesta área, além de *Caraipa grandiflora* e *Pentaclethra maculosa*, que são utilizadas pelas pequenas serrarias para o desdobro de tábuas.

TABELA 4. Relação das espécies arbóreas amostradas em várzea baixa na propriedade florestal da EMAPA, município de Afuá, Pará. Onde: frequência absoluta (FARN) - %, densidade absoluta (DARN) - ha, densidade relativa (DRRN) - %, dominância absoluta (DoARN) - m<sup>2</sup>/ha, dominância relativa (DoRRN) - %, índice de valor de importância (IVIRN) - %, classe de tamanho (CT) - número de indivíduos/ha, classe relativa de tamanho (CRT) - %, regeneração natural relativa (RNR) - %, índice de valor de importância ampliado (IVIARN) - % e o padrão de distribuição espacial da espécie (PDE) - Agregado (AG) e Aleatório (AL).

#	Espécie/Usos	FARN	DARN	DRRN	DoARN	DoRRN	IVIRN	CT1	CT2	CT3	CT4	CT5	CRT	RNR	IVIARN	PDE
<b>Comerciais</b>																
1	<i>Euterpe oleracea</i>	100,00	2844,00	21,26	2,89	26,05	51,19	1488,00	736,00	172,00	316,00	132,00	21,36	18,14	72,55	AG
2	<i>Virola surinamensis</i>	84,00	372,00	2,78	0,07	0,68	6,72	340,00	16,00	0,00	12,00	4,00	3,90	2,65	10,62	AG
3	<i>Carapa guianensis</i>	60,00	152,00	1,14	0,25	2,23	5,70	92,00	20,00	0,00	32,00	8,00	1,21	1,73	6,91	AG
4	<i>Hymenaea oblongifolia</i>	24,00	24,00	0,18	0,04	0,33	1,45	4,00	0,00	4,00	16,00	0,00	0,09	0,38	1,54	AL
5	<i>Virola sp.</i>	12,00	32,00	0,24	0,03	0,23	0,93	24,00	4,00	0,00	4,00	0,00	0,30	0,31	1,23	AG
6	<i>Simaruba amara</i>	12,00	12,00	0,09	0,00	0,00	0,56	8,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,17	0,66	AL
	<b>Sub-total</b>		<b>3436,00</b>		<b>3,28</b>			<b>1956,00</b>	<b>780,00</b>	<b>176,00</b>	<b>380,00</b>	<b>144,00</b>				
<b>Potenciais</b>																
1	<i>Symphonia globulifera</i>	88,00	384,00	2,87	0,35	3,16	9,45	260,00	52,00	8,00	52,00	12,00	3,31	3,19	12,76	AG
2	<i>Caraipa grandiflora</i>	44,00	332,00	2,48	0,55	4,99	9,18	120,00	52,00	36,00	120,00	4,00	1,98	2,79	11,16	AG
3	<i>Pentaclethra macrotoba</i>	68,00	228,00	1,70	0,42	3,80	8,14	128,00	20,00	16,00	40,00	24,00	1,67	2,45	9,82	AG
4	<i>Terminalia dichotoma</i>	28,00	40,00	0,30	0,08	0,68	2,06	32,00	0,00	0,00	4,00	4,00	0,37	0,61	2,43	AL
5	<i>Tapirira guianensis</i>	12,00	28,00	0,21	0,03	0,24	0,91	20,00	0,00	0,00	8,00	0,00	0,24	0,29	1,16	AG
6	<i>Ormosia coutinhoi</i>	4,00	4,00	0,03	0,07	0,61	0,79	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	0,00	0,20	0,80	-
7	<i>Platymiscium trinitatis</i>	12,00	12,00	0,09	0,00	0,00	0,56	12,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,17	0,69	AL
8	<i>M. augustifolium</i>	4,00	4,00	0,03	0,04	0,33	0,52	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	0,00	0,13	0,52	-
9	<i>Calophyllum brasiliense</i>	8,00	12,00	0,09	0,00	0,00	0,40	4,00	4,00	4,00	0,00	0,00	0,07	0,12	0,47	AG
10	<i>Sterculia pruriens</i>	8,00	12,00	0,09	0,00	0,00	0,40	8,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,13	0,51	AG
11	<i>Saccoglottis guianensis</i>	8,00	8,00	0,06	0,00	0,00	0,37	4,00	0,00	4,00	0,00	0,00	0,05	0,11	0,42	AL
12	<i>Mora paraensis</i>	4,00	4,00	0,03	0,02	0,18	0,36	0,00	0,00	0,00	4,00	0,00	0,01	0,09	0,38	-
	<b>Sub-total</b>		<b>1068,00</b>		<b>1,56</b>			<b>588,00</b>	<b>132,00</b>	<b>68,00</b>	<b>228,00</b>	<b>52,00</b>				

continua...

TABELA 4, Cont.

#	Espécie/Usos	FARN	DARN	DRRN	DoARN	DoRRN	IVIRN	CT1	CT2	CT3	CT4	CT5	CRT	RNR	IVIARN	PDE
<b>Não comerciais</b>																
1	<i>Astrocaryum murumuru</i>	88,00	2624,00	19,61	0,00	0,00	23,03	1396,00	712,00	516,00	0,00	0,00	20,01	10,76	43,03	AG
2	<i>Crudia bracteata</i>	100,00	516,00	3,86	0,53	4,77	12,51	288,00	56,00	36,00	132,00	4,00	3,90	4,10	16,41	AG
3	<i>Inga edulis</i>	84,00	472,00	3,53	0,59	5,32	12,11	204,00	104,00	44,00	108,00	12,00	3,15	3,81	15,26	AG
4	<i>Gustavia augusta</i>	88,00	440,00	3,29	0,59	5,32	12,03	276,00	76,00	20,00	32,00	36,00	3,59	3,90	15,62	AG
5	<i>Licania canescens</i>	92,00	316,00	2,36	0,63	5,70	11,64	120,00	56,00	24,00	96,00	20,00	1,92	3,39	13,56	AG
6	<i>Pithecellobium juruanum</i>	56,00	492,00	3,68	0,61	5,48	11,33	128,00	140,00	84,00	124,00	16,00	2,60	3,48	13,93	AG
7	<i>Eschweilera coriacea</i>	72,00	296,00	2,21	0,56	5,01	10,02	92,00	80,00	28,00	72,00	24,00	1,67	2,92	11,69	AG
8	<i>Miconia ceramicarpa</i>	88,00	408,00	3,05	0,16	1,45	7,91	176,00	192,00	12,00	20,00	8,00	2,96	2,72	10,87	AG
9	<i>Guatteria poeppigiana</i>	68,00	268,00	2,00	0,34	3,04	7,68	124,00	24,00	32,00	80,00	8,00	1,78	2,36	9,46	AG
10	<i>Swaritzia racemosa</i>	88,00	244,00	1,82	0,15	1,35	6,59	60,00	72,00	68,00	44,00	0,00	1,27	1,96	7,86	AL
11	<i>Licania heteromorpha</i>	68,00	216,00	1,61	0,24	2,18	6,43	136,00	20,00	8,00	44,00	8,00	1,75	2,04	8,18	AG
12	<i>Licania macrophylla</i>	52,00	240,00	1,79	0,17	1,53	5,34	164,00	44,00	8,00	12,00	12,00	2,09	1,86	7,43	AG
13	<i>Eugenia brownsbergii</i>	72,00	248,00	1,85	0,06	0,52	5,17	160,00	60,00	8,00	20,00	0,00	2,14	1,83	7,31	AG
14	<i>Trichanthera gigantea</i>	68,00	220,00	1,64	0,08	0,69	4,97	148,00	48,00	0,00	24,00	0,00	1,94	1,73	6,91	AG
15	<i>Sarcaulus brasiliensis</i>	76,00	180,00	1,35	0,04	0,34	4,64	116,00	44,00	12,00	8,00	0,00	1,55	1,55	6,18	AL
16	<i>Inga velutina</i>	40,00	112,00	0,84	0,21	1,92	4,31	52,00	24,00	8,00	16,00	12,00	0,76	1,27	5,07	AG
17	<i>Nectandra cf. risi</i>	60,00	96,00	0,72	0,12	1,13	4,17	40,00	16,00	12,00	24,00	4,00	0,61	1,20	4,78	AL
18	<i>Tachigalia mymercophila</i>	52,00	84,00	0,63	0,17	1,51	4,16	48,00	12,00	0,00	12,00	12,00	0,63	1,20	4,79	AL
19	<i>Cacoucia coccinea</i>	68,00	152,00	1,14	0,02	0,16	3,93	96,00	32,00	16,00	8,00	0,00	1,28	1,30	5,21	AG
20	<i>Rheedia macrophylla</i>	56,00	132,00	0,99	0,08	0,74	3,90	80,00	32,00	0,00	20,00	0,00	1,10	1,25	4,99	AG
21	<i>Guarea guidonia</i>	48,00	96,00	0,72	0,14	1,23	3,81	28,00	4,00	28,00	36,00	0,00	0,48	1,07	4,30	AG
22	<i>Inga alba</i>	48,00	80,00	0,60	0,13	1,16	3,63	32,00	12,00	12,00	16,00	8,00	0,49	1,03	4,11	AG
23	<i>Protium spruceanum</i>	52,00	112,00	0,84	0,09	0,78	3,63	56,00	28,00	0,00	28,00	0,00	0,83	1,12	4,46	AG
24	<i>Hevea brasiliensis</i>	40,00	64,00	0,48	0,16	1,41	3,45	32,00	8,00	8,00	8,00	8,00	0,44	0,97	3,88	AL
25	<i>Herrania mariae</i>	52,00	76,00	0,57	0,03	0,30	2,89	44,00	12,00	8,00	12,00	0,00	0,60	0,87	3,48	AL
26	<i>Mouriria grandiflora</i>	40,00	60,00	0,45	0,08	0,70	2,70	28,00	16,00	0,00	16,00	0,00	0,43	0,78	3,13	AG

continua...

TABELA 4, Cont.

#	Espécie/Uso	FARN	DARN	DRRN	DoARN	DoRRN	IVIRN	CT1	CT2	CT3	CT4	CT5	CRT	RNR	IVIARN	PDE
27	<i>Geonoma laxiflora</i>	36,00	128,00	0,96	0,00	0,00	2,35	48,00	80,00	0,00	0,00	0,00	0,92	0,82	3,27	AG
28	<i>Dialium guianensis</i>	20,00	44,00	0,33	0,08	0,72	1,83	20,00	8,00	4,00	8,00	4,00	0,29	0,53	2,12	AG
29	<i>Pterocarpus officinalis</i>	24,00	112,00	0,84	0,00	0,00	1,77	100,00	12,00	0,00	0,00	0,00	1,17	0,74	2,94	AG
30	<i>Astrocaryum mumbaca</i>	24,00	76,00	0,57	0,02	0,15	1,65	60,00	8,00	4,00	4,00	0,00	0,73	0,59	2,38	AG
31	<i>Indeterminada 1</i>	28,00	56,00	0,42	0,00	0,00	1,51	24,00	24,00	8,00	0,00	0,00	0,40	0,48	1,90	AG
32	<i>Eugenia sp.</i>	24,00	24,00	0,18	0,03	0,23	1,34	16,00	0,00	4,00	4,00	0,00	0,20	0,38	1,53	AL
33	<i>Allantoma lineata</i>	24,00	52,00	0,39	0,00	0,00	1,32	44,00	8,00	0,00	0,00	0,00	0,53	0,46	1,85	AG
34	<i>Protium cf. krukoffii</i>	16,00	16,00	0,12	0,06	0,58	1,32	4,00	4,00	4,00	0,00	4,00	0,07	0,35	1,40	AL
35	<i>Theobroma subicanum</i>	24,00	36,00	0,27	0,01	0,08	1,28	8,00	4,00	20,00	4,00	0,00	0,16	0,36	1,44	AG
36	<i>Cecropia palmata</i>	4,00	8,00	0,06	0,05	0,48	0,70	0,00	0,00	0,00	8,00	0,00	0,02	0,18	0,72	-
37	<i>Parinari excelsa</i>	12,00	12,00	0,09	0,00	0,00	0,56	8,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,17	0,66	AL
38	<i>Manicaria saccifera</i>	8,00	20,00	0,15	0,00	0,00	0,46	12,00	8,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,16	0,63	AG
39	<i>Apeiba burchellii</i>	4,00	4,00	0,03	0,03	0,26	0,44	0,00	0,00	0,00	4,00	0,00	0,01	0,11	0,45	-
40	<i>Ormosia coccinea</i>	8,00	16,00	0,12	0,00	0,00	0,43	12,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,15	0,58	AG
41	<i>Taralea oppositifolia</i>	4,00	4,00	0,03	0,03	0,23	0,41	0,00	0,00	0,00	4,00	0,00	0,01	0,11	0,42	-
42	<i>Swarthia acuminata</i>	8,00	8,00	0,06	0,00	0,00	0,37	4,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,11	0,43	AL
43	<i>Quararibea guianensis</i>	4,00	8,00	0,06	0,00	0,00	0,22	4,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,07	0,28	-
44	<i>Jessenia bataua</i>	4,00	4,00	0,03	0,00	0,00	0,19	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,06	0,23	-
45	<i>Licania cf. octandra</i>	4,00	4,00	0,03	0,00	0,00	0,19	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,05	0,20	-
Sub-total			8876,00		6,29			4492,00	2100,00	1036,00	1048,00	200,00				
Total			13380,00		11,13			7036,00	3012,00	1280,00	1656,00	396,00				

Em relação às espécies não comerciais mais importantes nesta área, ocorreram *Astrocaryum murumuru*, *Licania canescens*, *Crudia bracteata*, *Inga edulis* e *Miconia ceramicarpa*, cujas utilizações já foram mencionadas anteriormente, além de *Gustavia augusta*, cuja madeira é utilizada em construções rústicas, na fabricação de cabo de machado e ainda tem seu fruto consumido por animais silvestres; *Eschweilera coriacea*, cuja casca é utilizada na fabricação de cordas; e *Pithecellobium juruanum*, que tem sua madeira empregada na produção de lenha.

As espécies que poderiam fornecer madeira através de planos de manejo florestal, por apresentarem regeneração natural suficiente para garantir a reposição do estoque de exploração ( $DAP \geq 45$  cm), estão entre as espécies mais importantes e que são comuns aos dois ambientes, tais como:

*Virola surinamensis*, que na várzea alta apresentou 10.348,28 indivíduos/ha e na várzea baixa apenas 372 indivíduos/ha; esta situação deveu-se, provavelmente, ao baixo número de árvores matrizes neste ambiente e à rede hidrográfica do local ser bastante densa. É uma espécie que ocorreu em todas as parcelas da regeneração natural na várzea alta e em 84% na várzea baixa; sendo que na várzea alta representou 33,42% da DRRN, enquanto na várzea baixa esta representatividade foi de apenas 2,78%.

Entretanto, verificou-se que 99,57% e 91,40% de seus indivíduos na várzea alta e baixa, respectivamente, estavam concentrados na CT 1, o que fez com que a mesma apresentasse baixa DoRRN (0,85% e 0,68%) nos dois ambientes estudados. Este fato ocorreu porque a maior parte das mudas não recebeu uma intensidade de luz adequada para o seu ingresso nas classes de tamanho subsequentes. Na várzea alta, isto se deve, provavelmente, às mudas terem sua maior concentração sob a sombra das árvores matrizes, e na várzea baixa, ao dossel encontrar-se muito fechado.



Esta espécie, principalmente no ambiente de várzea alta, deve sofrer um manejo para condução de sua regeneração natural haja visto sua enorme potencialidade de regenerar. Neste manejo deve-se incluir a diminuição do número de indivíduos (refinamento) na CT 1 e a abertura de dossel para induzir o crescimento das mudas e varas desta espécie, desta maneira espera-se aumentar a passagem dos indivíduos para as sucessivas classes de tamanho. Vale ressaltar que estes tratamentos silviculturais deverão ser prescritos com base no diagnóstico da regeneração natural após a exploração florestal.

*Symphonia globulifera* foi outra espécie considerada e que na várzea alta apresentou 613,79 indivíduos/ha e na várzea baixa, 384,00 indivíduos/ha; na várzea alta ocorreu em 96,55 % das unidades amostrais e em 88,00% das parcelas em várzea baixa; apresentou DR de 1,98% e 2,87% na várzea alta e na baixa, respectivamente; seus indivíduos apresentaram-se distribuídos em todas as classes de tamanho nos dois ambientes, como se pode observar na várzea alta 88,77% na CT 1, 5,06% na CT 2, 1,68% na CT 3, 1,68% na CT 4 e 2,81% na CT 5, enquanto na várzea baixa observaram-se 67,70 % na CT 1, 13,50% na CT 2, 2,08% na CT 3, 13,50% na CT 4 e 3,13% na CT 5, cuja DoR foi de 3,56% e 3,16% na várzea alta e na baixa, respectivamente.

Merecem destaque, ainda, as seguintes espécies que ocorreram na várzea baixa e que apresentaram um estoque de regeneração natural satisfatório:

*Caraipa grandiflora*, que apresentou 332,00 indivíduos/ha, correspondendo a uma DR de 2,48% e ocorrendo em apenas 44,00 % das unidades amostrais; entretanto, observou-se a presença de seus indivíduos em todas as classes de tamanho distribuídos da seguinte maneira: 36,10% na CT 1, 15,70% na CT 2, 10,80% na CT 3, 36,10% na CT 4 e 1,20% na CT 5, o que correspondeu a uma DoR de 4,99 %.

*Pentaclethra maculosa*, que ocorreu com 228,00 indivíduos/ha; correspondendo a uma DR de 1,70%, sendo registrada em 68,00 % das unidades amostrais, verificando-se a seguinte distribuição de seus indivíduos entre as classes de tamanho consideradas: 56,10% na CT 1, 8,77% na CT 2, 7,02% na CT 3, 17,50% na CT 4 e 10,50% na CT 5, obtendo uma DoR de 3,80 %.

*Carapa guianensis*, que apresentou 152,00 indivíduos/ha; correspondendo a uma DR de 1,14%, foi observada em 60,00 % das unidades amostrais e teve a seguinte distribuição dos indivíduos entre as classes de tamanho: 60,50% na CT 1, 13,20% na CT 2, 0,0% na CT 3, 21,1% na CT 4 e 5,26% na CT 5, tendo uma DoR de 2,23 %.

A exemplo da *Virola surinamensis*, a *Symphonia globulifera*, *Caraipa grandiflora*, *Pentaclethra maculosa* e a *Carapa guianensis*, devem também estar sujeitas ao manejo de sua regeneração natural a exemplo da prescrição também defendida por Jankauskis (1990).

*Euterpe oleracea*, que se destaca como fornecedora de um produto florestal não madeireiro de alto valor comercial, no caso o palmito de açaí, apresentou, na várzea alta, 2.341,38 indivíduos/ha, e na várzea baixa, 2.844,00 indivíduos/ha; ocorreu em todas as parcelas de regeneração natural lançadas nos dois ambientes; apresentou uma DR de 7,56% e 21,26% na várzea alta e na baixa, respectivamente; teve também uma distribuição satisfatória dos indivíduos entre as classes de tamanho, sendo, na várzea alta, 47,57 % na CT 1, 29,31% na CT 2, 4,42% na CT 3, 10,46% na CT 4 e 8,25% na CT 5, enquanto na várzea baixa, a distribuição foi 52,32 % na CT 1, 25,88% na CT 2, 6,05% na CT 3, 11,11% na CT 4 e 4,64% na CT 5, o que fez com que a espécie apresentasse a maior DoR (47,30% e 26,05%) nos dois ambientes.

Com relação às demais espécies comerciais e potenciais, tanto em várzea alta como em várzea baixa, todas apresentaram baixos valores de índice

de valor de importância (IVI < 3), classe relativa de tamanho (CRT < 0,6), regeneração natural relativa (RNR < 1) e, conseqüentemente, baixo índice de valor de importância ampliado (IVIA < 4).

Quanto às espécies não comerciais que apresentaram uma densidade absoluta satisfatória (80 indivíduos/ha  $\leq$  DA < 500 indivíduos/ha), estão bem distribuídas nas áreas estudadas e nas classes de tamanho e, além disso, são importantes para a manutenção da fauna, como também para os ribeirinhos que utilizam a madeira e outros produtos florestais não madeireiros para sua subsistência. Pode-se destacar, entre as que ocorreram nos dois ambientes: *Tachigalia mymercophila* - utilizada em construções rústicas, *Sarcaulus brasiliensis* - seus frutos são consumidos pelo homem e por animais silvestres e *Nectandra cf. risi* - sua madeira é utilizada na construção de barcos e móveis.

Dentre as espécies de ocorrência restrita na várzea alta, pode-se citar: *Theobroma subicanum*, cujos frutos são consumidos pelo homem e por animais silvestres; *Manihot brachyloba*, que tem sua madeira utilizada na produção de lenha e ainda é plantada para a formação de cercas vivas; ocorrendo também *Eschweilera coriacea* e *Gustavia augusta*, que já foram mencionadas entre as espécies mais importantes da várzea baixa.

Na várzea baixa, mereceram destaque ainda: *Swartzia racemosa*, que é outra espécie utilizada na produção de lenha, tem seus frutos consumidos por animais silvestres, além de ser uma espécie medicinal (o chá da casca é cicatrizante); *Licania macrophylla*, que tem seus frutos consumidos por animais silvestres e também é utilizada na medicina caseira (o chá da casca serve para tratar a infecção intestinal); *Trichanthera gigantea*, que é utilizada como cerca viva; *Inga velutina*, cujos frutos são normalmente comercializados nas feiras livres e também são consumidos por animais silvestres; e *Licania*

*heteromorpha*, que já teve suas características citadas anteriormente e foi uma das espécies mais importantes da várzea alta.

De modo geral, entre as espécies que foram citadas, poucas apresentam condições de serem aproveitadas em projetos que visem apenas a produção de madeira. Entretanto, verificou-se que há inúmeras espécies que podem ser utilizadas seja para a obtenção de produtos não madeireiros, ou ainda substituindo a madeira de espécies que já tem um mercado definido por aquelas que já vêm sendo utilizadas para o mesmo fim. Há, portanto, necessidade de efetuar estudos que confirmem suas propriedades tecnológicas e divulguem amplamente suas características.

Comparando-se a regeneração natural dos ambientes estudados, verificou-se que a várzea baixa apresentou um número menor de indivíduos que a da várzea alta, que tem um maior número de espécies com frequência absoluta maior que 50%, maior dominância e melhor distribuição dos indivíduos entre as classes de tamanho. Portanto, a exploração realizada neste ambiente provavelmente colaborou para o melhor desenvolvimento da regeneração natural. Resultados similares foram encontrados por Pitt (1961), Silva (1989) e Veríssimo *et al.* (1996). Entretanto, Bentes-Gama (2000) informa que o período de sete anos após a última exploração na várzea baixa ainda não foi o bastante para que a floresta apresentasse um estoque de exploração ( $DAP \geq 45$  cm) suficiente para suportar a exploração de alto impacto que é realizada no estuário amazônico - extração de pelo menos 8 árvores comerciais/ha.

Com base no trabalho de Martini *et al.* (1998), as espécies que ocorreram na regeneração natural da várzea alta e da várzea baixa e que são potencialmente suscetíveis aos impactos da exploração foram *Minuartia guianensis* e *Calophyllum brasiliense*. Pode-se ainda incluir, nesta lista, algumas espécies que apresentaram densidade muito baixa ( $DA \leq 10$

indivíduos/ha) na regeneração natural e foram consideradas raras ( $DA \leq 1$  indivíduo/ha) por Bentes-Gama (2000) no estrato arbóreo. Na várzea alta foram: *Caraipa grandiflora*, *Cedrela odorata*, *Macrolobium augustifolium*, *Ormosia coccinea*, *Sterculia pruriens* e *Swartzia acuminata*; enquanto na várzea baixa encontrou-se: *Jessenia bataua*, *Licania* cf. *octandra*, *Macrolobium augustifolium*, *Mora paraensis*, *Ormosia coutinhoi*, *Quararibea guianensis*, *Saccoglottis guianensis*, *Swartzia acuminata* e *Taralea oppositifolia*. Como todas estas são espécies desejáveis por apresentarem madeira de boa qualidade e/ou são atrativas para a fauna devido às características de seus frutos, deve-se ter especial atenção para com as mesmas no momento da exploração, para evitar que sejam extintas da área de estudo.

Quanto à tendência de distribuição espacial das espécies (Tabela 3 e 4), verificou-se que na várzea alta, 68,6% das espécies apresentaram padrão agregado e 22,9%, aleatório; já na várzea baixa, 61,9% apresentaram padrão agregado e 23,8%, aleatório. Não foi calculado o padrão de distribuição espacial para 8,5% das espécies de várzea alta e 14,3% das espécies de várzea baixa porque as mesmas só ocorreram em uma parcela. O grande percentual de espécies com padrão de distribuição aleatório e a ocorrência de algumas em uma única parcela na várzea baixa é provavelmente decorrente da exploração que ocorreu por um longo período neste ambiente.

Entre as espécies mais importantes nos dois ambientes todas apresentaram um padrão de distribuição agregado. Esta mesma tendência foi verificada por Nappo (1999), que estudou a regeneração natural em sub-bosque de povoamentos homogêneos de *Mimosa scabrella* e Rondon Neto (1999), que analisou a regeneração natural de uma clareira de formação antrópica.

### 3.4 Parâmetros Qualitativos da Regeneração Natural

Verificou-se que a qualidade da regeneração natural foi muito boa tanto na várzea alta com na várzea baixa (Tabela 5), pois mais de 95% dos indivíduos apresentaram-se bem formados e eretos. O percentual de indivíduos caídos (tombados) foi menor que 0,36% nos dois ambientes, excetuando as espécies potenciais na várzea baixa, que apresentaram 2,25% de seus indivíduos caídos.

TABELA 5. Qualidade da regeneração natural de acordo com o potencial de utilização das espécies inventariadas na propriedade florestal da EMAPA, município de Afuá, Pará.

Ambiente	Qualidade da regeneração natural (%)		
	Com danos	Viva caída	Viva em pé
<b><u>Várzea alta:</u></b>			
Comerciais	0,35	0,13	99,52
Potenciais	1,09	0,36	98,54
Não comerciais	1,57	0,22	98,21
<b><u>Várzea baixa:</u></b>			
Comerciais	0,47	0,35	99,19
Potenciais	2,62	2,25	95,13
Não comerciais	4,64	0,36	95,00

Quanto aos indivíduos que apresentaram algum dano estrutural (quebrado, roído, cortado, entre outros), verificou-se que a maior incidência ocorreu entre as espécies não comerciais tanto na várzea alta (1,57 %) como na várzea baixa (4,64 %), devido a este grupo apresentar um maior número de espécies que são utilizadas como alimento pelos animais silvestres, principalmente na várzea baixa.

Desta maneira, verificou-se que as espécies não comerciais *Sarcaulus brasiliensis*, *Eschweilera coriacea* e *Miconia ceramicarpa*, que apresentaram grande preferência pelos animais silvestres, tanto pelo aspectos de suas folhas como de seus frutos encontrados no local, podem ser importantes para a manutenção da fauna, havendo, porém, a necessidade de estudos mais específicos para a confirmação deste fato.

### 3.5 Constituição da Regeneração Natural

A regeneração natural foi avaliada através das formas de vida relacionadas na Figura 7, sendo que na várzea alta, as árvores representaram 36,1% da densidade relativa, os arbustos - 21,4%, as herbáceas - 18,6% e os cipós - 23,9%; enquanto na várzea baixa, a densidade relativa de árvores, arbustos, herbáceas e cipós foi de 29,7%, 9,3%, 24,6% e 36,%, respectivamente.

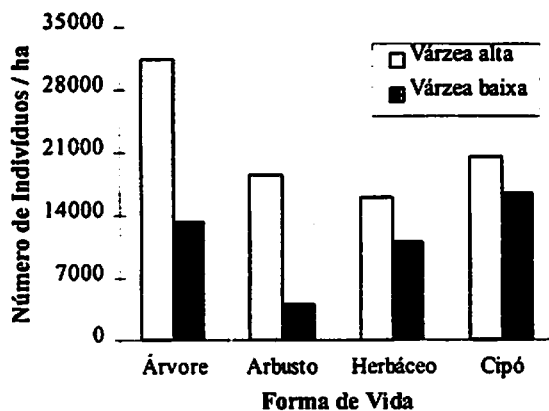


FIGURA 7. Densidade dos indivíduos, por forma de vida, registrados na regeneração natural dos ambientes estudados, propriedade florestal da EMAPA, município de Afuá, Pará.

Em termos de número de indivíduos, os cipós foram a forma de vida que apresentou o 2º e 1º lugar na várzea alta e na várzea baixa, respectivamente; neste mesmo aspecto, as herbáceas ocuparam o 3º lugar tanto na várzea alta como na baixa.

Estes resultados diferem dos apresentados por Macedo (1996), que estudou a regeneração natural de floresta de várzea no estuário amazônico e verificou que as árvores e palmeiras representaram 49% da densidade relativa, os arbustos 1%, as herbáceas (ervas e gramíneas) 42% e os cipós 8%, o que deveu-se, provavelmente, às diferentes épocas de coleta de dados, visto que durante o período das inundações, grande parte dos cipós morre tanto na várzea alta como na várzea baixa, e logo depois que as águas descem, há uma grande proliferação de plantas herbáceas.

No trabalho de Rodrigues (1961) realizado numa floresta de várzea alta no baixo rio Negro, Estado do Amazonas, a regeneração natural (0,1 m  $\leq$  h  $\leq$  10,0 m) apresentou um total de 46.000 indivíduos/ha, sendo 79,4 % de árvores, arbustos e palmeiras, 13,1 % de herbáceas e 7,5% de cipós.

Segundo Schettino (1999), a alta ocorrência de cipós caracteriza uma forte competição com os indivíduos arbóreos, dificultando o estabelecimento e desenvolvimento das espécies arbóreas da regeneração natural. Sendo esta uma das razões pelas quais os cipós deverão ser controlados.

O mesmo autor ainda cita que o corte de cipós desencadeia variações positivas nas taxas de regeneração natural, pois promove o aumento do número de indivíduos e da área basal e, conseqüentemente, eleva a taxa de ingresso de novos indivíduos no estrato arbóreo. Com referência à presença de cipós nos indivíduos com DAP  $\geq$  15 cm, Bentes-Gama (2000) verificou, nesta mesma área de estudo, que na várzea alta a incidência ocorreu em 31% dos indivíduos e que na várzea baixa, este percentual foi de 51%, o que já era esperado por causa da



alta densidade de cipós na regeneração natural, principalmente da várzea baixa. Estes dados reforçam a necessidade de cortes de cipós nas áreas estudadas.

### 3.6 Índice de Diversidade

O índice de diversidade de Shannon-Weaver ( $H'$ ) foi calculado para a regeneração natural de várzea alta, várzea baixa e para a regeneração natural sem estratificação (várzea alta + várzea baixa). Observou-se que o maior índice de diversidade ( $H'=3,05$ ) foi obtido na várzea baixa (Tabela 6), apesar deste ambiente ter apresentado um menor número de espécies; entretanto, isto ocorreu porque a relação entre o número de indivíduos por espécies com o total de indivíduos foi mais alta neste ambiente.

TABELA 6. Índice de diversidade de Shannon-Weaver ( $H'$ ) para a regeneração natural inventariada na propriedade florestal da EMAPA, município de Afuá, Pará.

Ambiente	$H'$	Número de Espécies	Número de Indivíduos/ha
Várzea alta	2,68	70	30.969,0
Várzea baixa	3,05	63	13.380,0
Várzea alta + Várzea baixa	2,92	76	22.825,9

Bentes-Gama (2000), analisando o estrato arbóreo ( $DAP \geq 15$  cm) na mesma área e ambientes deste estudo, encontrou maior diversidade ( $H' = 3,62$ ) na floresta de várzea alta, enquanto Macedo (1996) obteve um  $H'=2,76$  para floresta de várzea não explorada no estuário amazônico; já na floresta de várzea que sofreu redução de 75% de área basal, este mesmo autor obteve, no segundo

ano após a exploração, um  $H' = 2,87$ , verificando que mesmo uma exploração pesada pode aumentar a diversidade de espécies arborescentes da regeneração natural.

Bentes e Maciel (1994), inventariando a vegetação com  $DAP \geq 10$  cm de uma floresta de várzea no município de Afuá, encontraram no rio Cajuína,  $H' = 2,56$ , e no rio Urucu,  $H' = 3,17$ . Observa-se que os valores deste índice variaram de 2,5 a 3,6 em florestas de várzea do estuário amazônico.

Em floresta de terra firme na Amazônia, Martins (1991) cita que os valores de  $H'$  variam de 3,5 a 4,7, o que vem a reforçar que a floresta de terra firme apresenta maior diversidade que a floresta de várzea.

De modo geral, notou-se que a diversidade muda de acordo com os níveis de amostragem (regeneração natural e estrutura arbórea) do inventário. Portanto, as comparações devem se restringir às mesmas classes de tamanho ou amplitudes diamétricas. Rolim e Nascimento (1997) ainda ressaltam que o índice de diversidade de Shannon-Weaver apresenta pequenas diferenças, entretanto significativas, entre diferentes intensidades amostrais.

### 3.7 Índice de Similaridade

Para a comparação florística entre os ambientes estudados, utilizou-se a lista de espécies deste estudo e a lista de espécies do estrato arbóreo ( $DAP \geq 15$ m) inventariado por Bentes-Gama (2000). As comparações foram feitas através do Índice de Similaridade de Sorensen (ISs), que segundo Ribeiro *et al.* (1999), é um índice qualitativo que dá uma boa resposta a respeito da similaridade florística entre regiões, ambientes ou parcelas.

Considerando todos os indivíduos amostrados (estrato arbóreo + regeneração natural), verificou-se uma similaridade de 0,81 entre as várzeas alta e baixa, significando que existem 81% de espécies em comum. Comparando somente a regeneração natural, observa-se que 85% das espécies ocorrem nos dois ambientes. Já o estrato arbóreo apresenta 73% de espécies em comum (Tabela 7).

Notou-se que existe maior similaridade entre o estrato regeneração natural do que entre o estrato estrutura arbórea, o que se deveu, provavelmente, à maior especificidade entre as espécies que constituem cada nível individual da floresta. Quanto à similaridade entre o estrato arbóreo e a regeneração natural, tanto na várzea alta como na baixa, encontrou-se um total de 75% de espécies comuns.

TABELA 7. Matriz de similaridade da regeneração natural (RN) e do estrato arbóreo (EA) inventariados na propriedade florestal da EMAPA, município de Afuá, Pará.

	Várzea alta			Várzea baixa		
	EA	RN	EA + RN	EA	RN	EA + RN
Várzea alta:						
EA	1					
RN	0,75	1				
EA + RN	0,94	0,87	1			
Várzea baixa:						
EA	0,73	0,69	0,72	1		
RN	0,69	0,85	0,77	0,75	1	
EA + RN	0,73	0,81	0,81	0,93	0,86	1

Em estudos conduzidos na Amazônia brasileira, foram encontrados os seguintes resultados de similaridade:

Calculando-se o ISs entre florestas de terra firme, várzea e igapó, localizadas nos arredores de Belém-PA, as quais foram estudadas por Pires (1976), encontrou-se ISs = 0,17 entre terra firme e várzea, ISs = 0,47 entre terra firme e igapó e ISs = 0,35 entre várzea e igapó, justificando que a maior similaridade entre terra firme e igapó ocorreu devido às áreas serem pequenas e contíguas.

Campbell *et al.* (1986), realizando inventário das plantas com DAP  $\geq$  10cm em floresta de terra firme localizada próximo a Altamira, Oeste do Pará, comparou o índice de Sorensen entre 3 transectos de 10 x 3.000m, observando que 21% de espécies comuns apresentaram a maior similaridade florística entre transectos.

Ribeiro *et al.* (1999) observaram ISs = 0,73 entre florestas de terra firme localizadas em Carajás e Marabá, no Sul do Estado do Pará.

Neste estudo, os índices de similaridade foram maiores que 0,7, podendo-se afirmar que a várzea alta e a várzea baixa apresentam alta similaridade florística.

Comparando-se a composição florística da regeneração natural com a do estrato arbóreo, em várzea alta, as espécies que só ocorreram na regeneração natural foram: *Caraipa grandiflora*, *Macrolobium augustifolium*, *Pithecellobium juruanum*, *Vatairea guianensis*; e na várzea baixa, verificou-se: *Jessenia bataua*, *Protium* cf. *krukoffii*, *Simaruba amara*, *Theobroma subicanum*. Estas espécies provavelmente farão parte do estrato arbóreo das florestas estudadas no futuro, pois alcançam diâmetros superiores a 15 cm.

Pode-se destacar, como as espécies de ocorrência restrita na regeneração natural, por não terem alcançado diâmetros superiores a 15 cm: *Astrocaryum mumbaca*, *Cacoucia coccinea*, *Dialium guianensis*, *Geonoma laxiflora*, *Herrania mariae* e *Trichanthera gigantea*.

As espécies que só ocorreram no estrato arbóreo, específicas de várzea alta, foram: *Allantoma lineata*, *Brosimum pubescens*, *Campsiandra laurifolia*, *Ceiba pentandra*, *Couratari guianensis*, *Diploctropis martiusii*, *Eugenia floribunda*, *Ficus gomelleira*, *Gomphia castaneaefolia*, *Lecythis lurida*, *Mora paraensis*, *Pseudima frutescens*, *Pterocarpus amazonicus*, *Sapium* cf. *hippomane*, *Schefflera paraensis*, *Taralea oppositifolia* e *Vochysia guianensis*,

Já na várzea baixa, as espécies restritas ao estrato arbóreo foram: *Bombax aquaticum*, *Bombax munguba*, *Caryocar microcarpum*, *Caryocar villosum*, *Couratari guianensis*, *Eugenia floribunda*, *Ficus gomelleira*, *Ficus maxima*, *Hernandia guianensis*, *Iryanthera sagotiana*, *Jacaranda copaia*, *Oenocarpus bacaba*, *Phyllanthus nobilis*, *Pterocarpus amazonicus*, *Schefflera paraensis*, *Sloanea grandiflora*, *Socratea exorrhiza*, *Spondias mombim*, *Vatairea guianensis* e *Vismia macrophylla*.

A explicação para a situação verificada para estas espécies pode ser devida às mesmas não produzirem sementes continuamente e/ou não estarem encontrando condições ambientais adequadas para germinar e se estabelecer. Entretanto, das 109 espécies registradas nos inventários da regeneração natural e do estrato arbóreo, 38,5% ocorreram em todos os ambientes e níveis amostrados.

Agrupando-se os dois ambientes estudados e considerando-se as espécies arborescentes com  $h \geq 0,30m$ , as 7 espécies que se destacaram com as maiores densidades por hectare, foram: *Virola surinamensis* (5.387,8), *Astrocaryum murumuru* (3.335,3), *Euterpe oleracea* (2.606,5), *Miconia ceramicarpa* (711,4), *Crudia bracteata* (584,2), *Inga edulis* (572,9) e *Licania canescens* (543,9). Logo, pode-se inferir que estas espécies apresentam domínio permanente do hábitat, ou seja, são espécies dominantes nos ambientes estudados.

## 4 CONCLUSÃO

O estudo da estrutura da regeneração natural das florestas de várzea alta e baixa, para as condições específicas deste estudo, permitiu concluir que:

- A floresta de várzea alta apresentou 28 famílias botânicas, 57 gêneros e 70 espécies; enquanto, na várzea baixa encontraram-se 26 famílias botânicas, 51 gêneros e 63 espécies;
- As famílias que se destacaram quanto ao maior número de espécies, tanto na várzea alta como na baixa, foram: *Palmae*, *Mimosaceae*, *Caesalpiniaceae*, *Chrysobalanaceae* e *Guttiferae*;
- A distribuição das espécies quanto ao seu grupo ecológico foi a seguinte: entre as espécies comerciais - 1 pioneira e 7 clímax exigentes de luz; entre as potenciais - 1 pioneira, 3 clímax exigentes de luz e 4 clímax tolerantes à sombra; entre as não comerciais - 8 pioneiras, 22 clímax exigentes de luz e 24 clímax tolerantes à sombra.
- As espécies com maior índice de valor de importância ampliado na várzea alta foram: *Virola surinamensis*, *Euterpe oleracea*, *Astrocaryum murumuru*, *Geonoma laxiflora* e *Guarea guidonia*. Já na várzea baixa, encontraram-se: *Euterpe oleracea*, *Astrocaryum murumuru*, *Crudia bracteata*, *Gustavia augusta* e *Inga edulis*,
- Entre as espécies comerciais mais importantes, destacaram-se *Virola surinamensis* e *Euterpe oleracea*; com relação às potenciais, destacaram-se: *Symphonia globulifera*, *Caraipa grandiflora* e *Pentaclethra macroloba*.
- Dentre as espécies bem distribuídas nas áreas estudadas e nas classes de tamanho e que são importantes para a manutenção da fauna,

como também fornecem madeira e outros produtos florestais não madeireiros para a subsistência dos ribeirinhos, pode-se destacar: *Tachigalia mymercophila*, *Sarcaulus brasiliensis* e *Nectandra cf. risi*. Verificou-se, com isso, que ao se ampliar as alternativas de uso das espécies, melhora-se significativamente a utilização dos recursos florestais e agrega-se valor à floresta;

- Mais de 60% das espécies estudadas nos dois ambientes apresentaram um padrão de distribuição agregado, entre as quais estão todas as espécies de maior importância;
- O maior índice de diversidade foi encontrado na floresta de várzea baixa ( $H' = 3,05$ );
- Ocorreu alta similaridade florística entre a regeneração natural da várzea alta e da várzea baixa ( $ISs = 0,85$ ).
- A exploração que ocorreu na várzea baixa favoreceu o ingresso dos indivíduos para as maiores classes de tamanho;
- A qualidade da regeneração natural foi muito boa nos dois ambientes estudados, pois mais de 95% dos indivíduos apresentaram-se bem formados e eretos;
- De maneira geral, os cipós estão competindo com os indivíduos arbóreos; portanto, é indicada a realização de cortes de cipós; e
- Deve-se implementar tratamentos silviculturais que beneficiem principalmente o desenvolvimento da regeneração natural da *Virola surinamensis* e da *Carapa guianensis*, pois foram as espécies comerciais de maior mercado na região que apresentaram alta densidade nas menores classes de tamanho.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, G. B. de. **Floresta Nacional de Ipanema: caracterização da vegetação em dois trechos distintos do Morro de Araçoiaba, Iperó (SP)**. Piracicaba: ESALQ, 1999. 186p. (Dissertação - Mestrado em Ciências Florestais).
- BENTES, M. P. de M., MACIEL, U. N. **Composição florística, estrutura e multipropósito de espécies arbóreas de mata de várzea no município de Afuá, arquipélago de Marajó, PA**. Belém: MPEG/DBO, 1994. 30p.
- BENTES-GAMA, M. de M. **Estrutura arbórea, valoração e opções de manejo sustentado para uma floresta de várzea no estuário amazônico**. Lavras: UFLA, 2000. 145p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal).
- BONGERS, F. Natural regeneration of natural and semi-natural forest ecosystems. In: FREIBERG, H. (ed). **ETFRN News**. Bonn: European Tropical Forest Research Net Work, 1995. p.12-18.
- CAMPBELL, D. G.; DALY, D. C.; PRANCE, G. T.; MACIEL, U. N. Quantitative ecological inventory of terra firme and várzea tropical forest on the rio Xingu, Brazilian Amazon. **Brittonia**, New York, v.38, n.4, p.369-393, 1986.
- CARVALHO, J. O. P. de. **Análise estrutural da regeneração natural em floresta tropical densa na região do Tapajós no Estado do Pará**. Curitiba: UFPR, 1982. 128p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal).
- CURTIS, J. T.; McINTOSH, R. P. The interrelacion of certain analytic and systetic phytosociological caracteres. **Ecology**, Washington, v.31, p.434-445, 1950.
- FAO. **Silvicultural research in the Amazon**. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1971. 192p. (Technical Report, 3).
- FERREIRA, R. L. C. **Análise estrutural da vegetação da Estação Florestal da Experimentação de Açú – RN, como subsídio básico para o manejo florestal**. Viçosa: UFV, 1988. 91p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal).



- FINOL U., H. Nuevos parametros a considerarse en el analisis estructural de las selvas virgenes tropicales. *Revista Forestal Venezolana*, Merida, v.14, n.21, p.29-42, 1971.
- FOX, J. E. D. Constraints on the natural regeneration of tropical moist forest. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v.1, p.37-65, 1976.
- HIGUCHI, N.; HUMMEL, A. C.; FREITAS J. V. de.; MALINOVSKI, J. R. STOKES, B. J. Exploração florestal nas várzeas do Estado do Amazonas: seleção de árvores, derruba e transporte. In: UPDATING SEMINAR ON HARVESTING AND WOOD TRANSPORTATION, 8., 1994, Curitiba. *Anais... Curitiba: UFPr*, 1994. p.168-193.
- HIGUCHI, N.; JARDIM, F. C. S.; SANTOS, J. dos; ALENCAR, J. da C. Bacia 3 - Inventário diagnóstico da regeneração natural. *Acta Amazonica*, Manaus, v.15, n.1/2, p.199-233, jan./mar. 1985.
- JANKAUSKIS, J. Avaliação de técnicas de manejo florestal. Belém: SUDAM, 1990.143p.
- JARDIM, F. C. S.; HOSOKAWA, R. T. Estrutura da floresta equatorial úmida da Estação Experimental de Silvicultura Tropical do INPA. *Acta Amazonica*, Manaus, v.16/17, p.411-508, 1986/87.
- LAMPRECHT, H. Ensayo sobre la estructura floristica de la parte sur-oriental del Bosque Universitario "El Caimital", Estado Barinas. *Revista Forestal Venezolana*, Merida, v.7, n.10/11, p.77-119, 1964.
- MACEDO, D. S. M. dos S. Estrutura e manejo de uma floresta de várzea do estuário amazônico. Piracicaba: ESALQ/USP, 1996. 117p. (Dissertação – Mestrado em Ciências Florestais).
- MARTINI, A.; ROSA, N. de A.; UHL, C. Espécies de árvores potencialmente ameaçadas pela atividade madeireira na Amazônia. Belém: IMAZON, 1998. 35p. (Série Amazônia, 11).
- MARTINS, F. R. Estrutura de uma floresta mesófila. Campinas: UNICAMP, 1991. 246p.
- MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, G. H. Aims and methods of vegetation ecology. New York: Willey e Sons, 1974. 546p.

- NAPPO, M. E. **Inventário florístico e estrutural da regeneração natural no sub-bosque de povoamentos homogêneos de *Mimosa scabrella* Benthام implantados em áreas mineradas, em poços de caldas, Minas Gerais.** Lavras: UFLA, 1999. 87p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal).
- OLIVEIRA, M. V. de. **Exploração de madeira em várzea pelo método tradicional no paraná Abufari no médio rio Purus.** Rio Branco: EMBRAPA-CPAF, 1992. 15p.(Boletim de Pesquisa, 7).
- OLIVEIRA-FILHO, A. T. **Estudos ecológicos da vegetação como subsídio para programas de revegetação com espécies nativas: uma proposta metodológica.** *Cerne*, Lavras, v.1, n.1, p.64-72, 1994. \*
- PIRES, J. M. **Aspectos ecológicos da floresta amazônica.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORESTAS TROPICAIS, 2., 1976, Mossoró, *Anais...* Mossoró: Coleção Mossoroense, 1976. p.235-287.
- PITT, J. **Possible methods of regenerating and improving some of the Amazon forests.** *Caribbean Forester*, Mayaguez, v.22, n.1/2, p.26-32, 1961.
- RIBEIRO, R. J.; HIGUCHI, N.; SANTOS, J. dos; AZEVEDO, C. P. de. **Estudo fitossociológico nas regiões de Carajás e Marabá-Pará, Brasil.** *Acta Amazonica*, Manaus, v.29, n.2, p.207-222, jun. 1999.
- RODRIGUES, W. A. **Estudo preliminar de mata de várzea alta de uma ilha do baixo rio Negro de solo argiloso e úmido.** Manaus: INPA, 1961. 50 p. (Série Botânica, 10).
- ROLIM, S. G.; NASCIMENTO, H. E. M. **Análise da riqueza, diversidade e relação espécie-abundância de uma comunidade arbórea tropical em diferentes intensidades amostrais.** *Scientia Forestalis*, Piracicaba, v.52, p.7-16, dez. 1997.
- ROLLET, B. **La regeneración natural en bosque denso siempreverde de llanura de la Guayana Venezolana.** Guayana Venezolana: Centro de Documentación y Publicaciones del IFLAIC, 1969. p.39-73. (IFLAIC, 124).
- RONDON-NETO, R. M. **Estudo da regeneração natural e aspectos silviculturais de uma clareira de formação antrópica.** Lavras: UFLA, 1999. 122p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal).

**SCHETTINO, S. Efeito do corte de cipós sobre a dinâmica de sucessão, crescimento e produção de uma floresta ombrófila densa secundária, na Reserva Florestal de Linhares -ES. Viçosa: UFV, 1999. 111p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal).**

**SCOLFORO, J. R. S. Manejo Florestal. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 438 p.**

**SILVA, J. N. M. The behaviour of the tropical rain forest of the Brazilian Amazon after logging. Oxford: University of Oxford, 1989. 302p. (Thesis - Forestry Science).**

**SUDAM/PROJETO DE HIDROLOGIA E CLIMATOLOGIA DA AMAZÔNIA. Atlas Climatológico da Amazônia Brasileira. Belém: SUDAM, 1984. 125p.**

**VERÍSSIMO, A.; UHL, C.; MATTOS, M.; BRANDINO, Z.; VIEIRA, I. Impactos sociais, econômicos e ecológicos da exploração seletiva de madeiras numa região de fronteira na Amazônia oriental: o caso de Tailândia. In: BARROS, A. C.; VERÍSSIMO, A. (eds) A expansão da atividade madeireira na Amazônia: impactos e perspectivas para o desenvolvimento do setor florestal no Pará. Belém: IMAZON, 1996. 168p.**

**VIEIRA, L. S. Manual da Ciência do Solo: com ênfase aos solos tropicais. 2. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1988. 464p.**

## CAPÍTULO II

### RESUMO

**GAMA, J. R. V. Tamanho ótimo de parcela e suficiência amostral para estudo da regeneração natural em florestas de várzea alta e baixa no estuário amazônico. Lavras: UFLA, 2000. 24p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal)<sup>1</sup>**

O objetivo deste estudo foi definir o tamanho ótimo de parcela e a suficiência amostral que fornecessem a melhor amostragem para inventários de regeneração natural em florestas de várzea do estuário amazônico. O estudo foi realizado numa área de floresta de várzea pertencente à Exportadora de Madeira do Pará Ltda.- EMAPA, localizada a 0°09'32"S e 50°23'31"W, na Microrregião dos Furos da ilha de Marajó, município de Afuá, ao Norte do Estado do Pará. Foram lançadas sistematicamente, na área, 29 parcelas de 100m<sup>2</sup> na várzea alta, sendo 25 parcelas de 100m<sup>2</sup> na várzea baixa; cada sub-parcela foi sub-dividida em 100 micro-parcelas de 1m<sup>2</sup>. Considerou-se como regeneração natural os indivíduos arbóreos e as palmeiras com  $h \geq 0,3m$  a  $DAP < 15,0cm$ . As análises foram feitas considerando-se os dois ambientes separadamente e a floresta de várzea sem estratificação. Foram utilizadas três classes de tamanho (CT1:  $0,3m \leq h < 1,5m$ ; CT2:  $h \geq 1,50m$  até  $DAP < 5,0cm$ ; e CT3:  $5,0cm \leq DAP < 15,0cm$ ), além do intervalo para toda a população amostrada - TPA ( $h \geq 0,3m$  até  $DAP < 15,0cm$ ). Para a definição do tamanho ótimo de parcela, foi utilizado o método analítico. A análise da suficiência amostral foi realizada através do procedimento REGRELRP do programa estatístico SAEG. Para os três ambientes, recomendam-se os seguintes tamanhos ótimos de parcela: 70m<sup>2</sup> - CT1, 80m<sup>2</sup> - CT2, 90m<sup>2</sup> - CT3 e 70m<sup>2</sup> - TPA. A obtenção dos tamanhos ótimos de parcela permitiu definir que são necessárias 19 sub-parcelas para inventariar a regeneração natural da várzea alta, 14 parcelas para a várzea baixa, enquanto para a floresta de várzea sem estratificação, são necessárias 19 sub-parcelas para inventariar as espécies da CT1, assim como de toda a população amostrada (TPA), e para a CT2 e a CT3, verificou-se que 39 sub-parcelas são suficientes.

---

<sup>1</sup> Comitê Orientador: Soraya Alvarenga Botelho (Orientadora), José Roberto Soares Scolforo, José Márcio de Mello e Daniel Furtado Ferreira (Co-orientadores).

## CHAPTER II

### ABSTRACT

**GAMA, J. R. V. Optimum plot size and sample sufficiency to study natural regeneration of high and down floodplain forests in Amazonian estuary. Lavras: UFLA, 2000. 24p. (Dissertation – Master in Forest Engineering)<sup>1</sup>**

The aim of this work was to determine an optimum plot size just as the sample sufficiency for an accurate sampling of the natural regeneration of floodplain forests in Amazonian estuary. The study was carried out in a floodplain forest area located at EMAPA forest lands, situated at 0°09'32"S and 50°23'31"W, in "Furos" micro-region of Marajó Island, Afuá county, North of Pará State. To get the defined objectives it was systematically placed 29 sub-plots of 100m<sup>2</sup> in high floodplain and 25 sub-plots of 100m<sup>2</sup> in down floodplain; each 100m<sup>2</sup> sub-plot was sub-divided into 1m<sup>2</sup> micro-plots. All trees and palms with height (h) ≥ 0,3m and diameter at 1,30m above ground level (DBH) < 15,0cm were considered as natural regeneration. Analysis was done considering the two areas separately and the forest without stratification. It was used three different class sizes: (CS1: 0,3m ≤ h < 1,5m; CS2: h ≥ 1,50m to DBH < 5,0cm; and CS3: 5,0cm ≤ DBH < 15,0cm), beyond the limit for all sampled population – ASP (h ≥ 0,3m to DBH < 15,0cm). Optimal class size was defined by the analytical method. The analysis of sample sufficiency was done through the REGRELRP procedure of SAEG statistical program. It is recommended for each area the following optimum plot sizes: 70m<sup>2</sup> - SC1, 80m<sup>2</sup> - SC2, 90m<sup>2</sup> - SC3 and 70m<sup>2</sup> - ASP. Getting the optimal class sizes was possible to define that 19 sub-plots are necessary to survey the natural regeneration of high floodplain, 14 sub-plots are suitable for down floodplain and for forest without stratification 19 sub-plots are indicated to survey the species of CS1 just as the species of all sampled population (ASP), while for CS2 and CS3, 39 sub-plots are sufficient to have an accurate sample of the natural regeneration.

---

<sup>1</sup> Guidance Committee: Soraya Alvarenga Botelho (Adviser), José Roberto Soares Scolforo, José Márcio de Mello and Daniel Furtado Ferreira (Co-advisers).

## 1 INTRODUÇÃO

Com a evolução da teoria da amostragem nos últimos 30 anos, tornou-se possível fazer inferências sobre uma população com precisão aceitável, a partir da medição de apenas uma parte desta população. Porém, uma das questões a serem observadas pelos pesquisadores florestais é a definição adequada do tamanho e da quantidade de unidades amostrais a serem utilizadas nos levantamentos, já que estes influenciam a eficiência da amostragem (Péllico Neto e Brena, 1997).

Condit *et al.* (1996) comentam que até os dias de hoje, este estudo é importante para garantir a precisão de métodos de amostragem, principalmente em florestas tropicais, que são difíceis de se amostrar devido à alta riqueza florística, baixa densidade de muitas espécies e a própria variação local das tipologias florestais.

Scolforo *et al.* (1993) destacam que a unidade amostral utilizada deverá representar as diversas condições da população e fornecer estimativas não tendenciosas e precisas dos parâmetros de interesse, a um menor custo. Estes mesmos autores ainda ressaltam que a decisão não deve se basear apenas na preferência do planejador, mas deve ser apoiada em uma pesquisa específica que determine o tamanho, a forma e o número ideal de parcelas para as condições da região em estudo.

De acordo com Higuchi *et al.* (1982), como o objetivo do inventário florestal é obter o máximo de informações, com a máxima precisão, a um mínimo custo, a definição do tamanho, da forma e da suficiência amostral são fundamentais para a elaboração de planos de manejo florestal.

Devido à composição heterogênea dos diversos estratos da floresta, torna-se um pouco mais trabalhoso a utilização de parcelas com tamanhos

diferenciados, porém isto se faz necessário para estimar com confiabilidade e sem tendenciosidade os parâmetros quantitativos e qualitativos da vegetação (Silva, 1980).

Rodrigues (1961) cita que uma amostra pequena, com parcelas de tamanho pequeno, faz com que muitas espécies importantes deixem de ser computadas no inventário, portanto parcelas de maior tamanho são mais eficientes que as de menor tamanho.

Na Amazônia, os tamanhos de parcela utilizados são bastante variados e definidos em função das classes de tamanho de plantas e da intensidade amostral. Estes tamanhos de parcela variam de  $1\text{m}^2$ , como nos estudos de Jankauskis (1978) e Almeida (1989), até  $500\text{m}^2$ , como detectado nos estudos de Barros (1986) e França (1991). Entretanto, o tamanho de parcela mais utilizado na região é de  $25\text{m}^2$  (5 x 5m), como verificado em Rodrigues (1961), Pitt (1969), Carvalho (1982), Silva e Lopes (1984), Ruokolainen *et al.* (1994), Oliveira (1995) e Tourinho (1998). De modo geral, não existem estudos sobre tamanho de parcela e suficiência amostral para inventários de regeneração natural na Amazônia.

Neste sentido, o objetivo deste estudo foi definir o tamanho ótimo de parcela e a suficiência amostral que fornecessem a melhor amostragem para o inventário da regeneração natural, por classe de tamanho, a serem utilizados em florestas de várzea do estuário amazônico.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área de Estudo

A área de estudo está localizada na propriedade florestal da Exportadora de Madeira do Pará Ltda.-EMAPA, no município de Afuá, Estuário Amazônico, Estado do Pará (Figura 1).

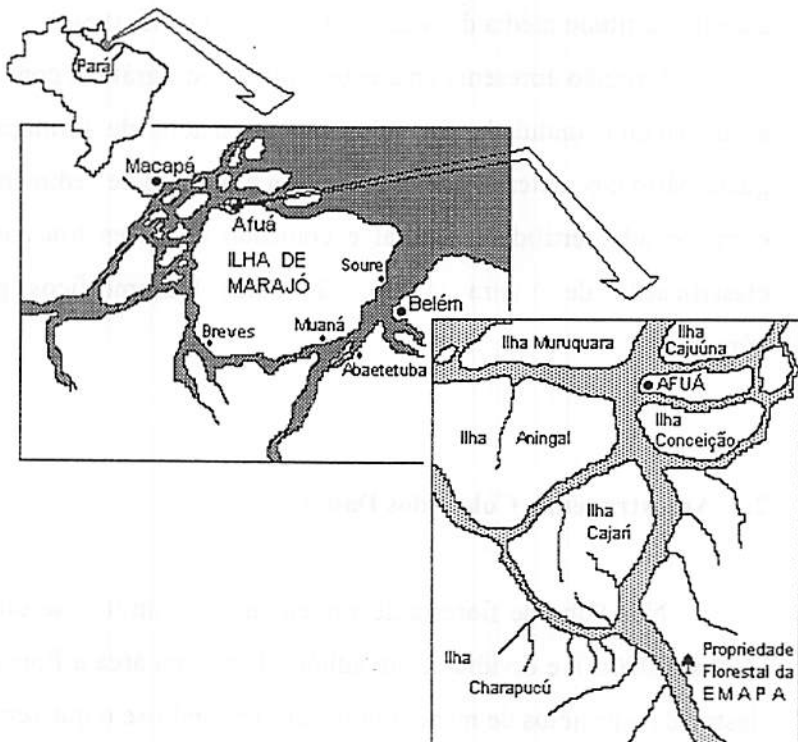


FIGURA 1. Croqui de localização da área de estudo, município de Afuá, Pará.

A área total é de 1.200ha, dos quais 80ha são de floresta de várzea baixa, que sofreu exploração madeireira de 1955 até 1992, e de palmito de açai (*Euterpe oleracea*), dos anos 70 até 1992; e 1.120ha são de floresta de várzea



alta, onde foi explorado o palmito de açaí até 1992, sendo que, deste total 500ha foram utilizados em projetos de enriquecimento florestal e os demais 620ha foram reservados a programas de manejo.

O clima predominante na região é do tipo *A<sub>mi</sub>*, de acordo com a classificação climática, segundo o método de Köppen; a precipitação média anual é de 2.500mm; a temperatura média anual e a umidade relativa do ar correspondem a 26°C e 85%, respectivamente; o trimestre mais seco corresponde ao período de setembro a novembro e o mais chuvoso, de fevereiro a abril; a altitude média da região é de 4m (SUDAM, 1984).

A região apresenta uma extensa rede hidrográfica, com topografia plana a suavemente ondulada. Os solos são originados de formação geológica do quaternário e o material que os compõem é oriundo de sedimentos holocênicos, com elevada fertilidade natural e conteúdo de bases trocáveis variáveis; na classificação de Vieira (1988), são solos hidromórficos gleizados pouco húmicos.

## **2.2 Amostragem e Coleta dos Dados**

Nos 80ha de floresta de várzea baixa, delimitou-se um talhão de 60ha (600 x 1.000m), e dividiu-se em talhões de mesma área a floresta de várzea alta destinada a projetos de manejo florestal, sorteando-se o que seria inventariado.

Em cada talhão distribuíram-se, sistematicamente, parcelas de 20m x 250m (0,5 ha) no sentido Norte - Sul, para outro estudo da vegetação com DAP  $\geq 15$ cm. Nos primeiros 10m do lado esquerdo de cada parcela, estabeleceu-se uma sub-parcela de 10m x 10 m (100m<sup>2</sup>) na qual foram realizados estudos de

regeneração natural e tamanho ótimo de parcela, totalizando 29 e 25 sub-parcelas em várzea alta e baixa, respectivamente.

As sub-parcelas de 10m x 10m foram sub-divididas em 100 microparcelsas de 1m<sup>2</sup> (Figura 2), nas quais mensuraram-se todos os indivíduos arborescentes com altura (h) ≥ 0,3 m e diâmetro à altura do peito (DAP) < 15cm, sendo anotadas as seguintes informações: nome regional das espécies, com base na experiência de um mateiro; diâmetro à altura do peito (DAP) das espécies com (h) ≥ 3,0m a DAP < 15cm, medido com uma fita métrica; e a altura total dos indivíduos, que foi obtida com uma vara telescópica graduada em cm.

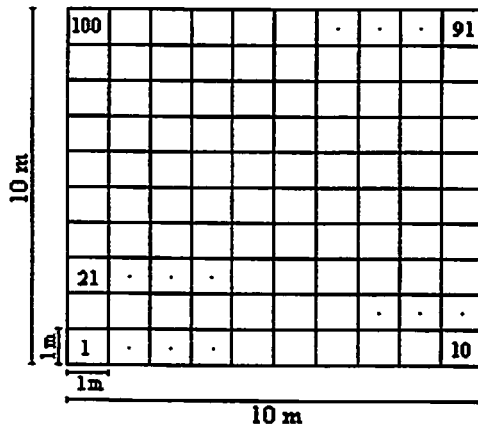


FIGURA 2. Croqui das microparcelsas para estudo de tamanho ótimo de parcela, propriedade florestal da EMAPA, município de Afuá, Pará.

Todas as espécies amostradas tiveram seu material botânico coletado e passaram pelos processos de herborização. Posteriormente, foram identificadas quanto a família, gênero e espécie, por especialistas do Laboratório de Botânica da Embrapa-CPATU, em Belém-PA. Os dados foram coletados no período de dezembro de 1998 a fevereiro de 1999.

## 2.3 Análise dos Dados

### 2.3.1 Tamanho Ótimo de Parcela

A definição do tamanho ótimo de parcela para a amostragem da composição florística da regeneração natural foi realizada através do Método Analítico proposto por Barreira (1999), o qual baseia-se no modelo polinomial de 3º grau, com a seguinte forma:

$$N = \beta_1 A_i + \beta_2 A_i^2 + \beta_3 A_i^3 + e_i \quad (1)$$

Em que:

N= número médio de espécies;

$A_i$  = área da parcela;

$\beta_1$ ,  $\beta_2$  e  $\beta_3$  = parâmetros a serem estimados; e

$e_i$  = erro de estimativa.

Considerando-se que a partir do ponto de inflexão da curva o acréscimo no número de novas espécies será cada vez menor e menos acentuado, à medida que ocorre o aumento na área da parcela (Barreira, 1999), utilizou-se o ponto de inflexão da curva ajustada, o qual é calculado a partir da 2ª derivada do modelo polinomial de 3º grau, para se obter a área que define o tamanho ótimo de parcela, através da expressão:

$$A_i = -\frac{1}{3} \left( \frac{\beta_2}{\beta_3} \right) \quad (2)$$

Em que:

$A_i$  = área ótima da parcela; e

$\beta_2$  e  $\beta_3$  = parâmetros estimados.

Portanto, para obter a área ótima da parcela, basta ajustar o modelo polinomial de 3º grau (1) e substituir os parâmetros estimados  $\beta_2$  e  $\beta_3$  na expressão (2).

A base de dados para a definição do tamanho ótimo de parcela para estudos de regeneração natural em floresta de várzea alta, várzea baixa e para a floresta de várzea sem estratificação (várzea alta + várzea baixa) constituiu-se de 42 tamanhos diferentes de parcela (Tabela 1).

TABELA 1. Tamanhos de parcela testados para o estudo de tamanho ótimo, propriedade florestal da EMAPA, município de Afuá, Pará.

Área (m <sup>2</sup> )	Dimensões (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Dimensões (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Dimensões (m)
1	1 x 1	18	2 x 9	48	6 x 8
2	1 x 2	20	2 x 10	49	7 x 7
3	1 x 3	21	3 x 7	50	5 x 10
4	1 x 4	24	3 x 8	54	6 x 9
5	1 x 5	25	5 x 5	56	7 x 8
6	1 x 6	27	3 x 9	60	6 x 10
7	1 x 7	28	4 x 7	63	7 x 9
8	1 x 8	30	3 x 10	64	8 x 8
9	1 x 9	32	4 x 8	70	7 x 10
10	1 x 10	35	5 x 7	72	8 x 9
12	2 x 6	36	4 x 9	80	8 x 10
14	2 x 7	40	4 x 10	81	9 x 9
15	3 x 5	42	6 x 7	90	9 x 10
16	2 x 8	45	5 x 9	100	10 x 10

Para a definição do tamanho ótimo de parcela por classe de tamanho, utilizaram-se intervalos baseados na recomendação da FAO (1971), os quais foram: CT1:  $0,3m \leq h < 1,5m$ ; CT2:  $h \geq 1,5m$  a  $DAP < 5,0cm$ ; e CT3:  $5,0cm \leq DAP < 15,0cm$ ), como também para toda a população amostrada - TPA ( $h \geq 0,3m$  a  $DAP < 15cm$ ). Algumas classes de tamanho foram agrupadas devido a

haver um grande número de parcelas vazias, fato este inerente à vegetação amostrada.

No processamento dos dados, utilizou-se o procedimento de Tabela Dinâmica do programa Excel v. 5.0 para a construção das bases de dados. Os ajustes do modelo polinomial de 3º grau foram realizados no programa Statistical Graphics System - Statgraphics v. 6.0. As análises foram realizadas por ambiente e para a floresta de várzea como um todo (várzea alta + várzea baixa).

### 2.3.2 Suficiência Amostral

A suficiência amostral foi testada para os tamanhos ótimos de parcela a serem definidos neste estudo, para o tamanho mais utilizado em trabalhos na Amazônia ( $25\text{m}^2$ ) e também para o maior tamanho de parcela utilizado neste trabalho ( $100\text{m}^2$ ), considerando os ambientes de várzea alta, várzea baixa e a floresta de várzea sem estratificação.

Utilizou-se, para isso, o procedimento REGRELRP (regressão linear com resposta em platô) do Sistema para Análises Estatísticas - SAEG v.5.0, que já foi utilizado para a mesma finalidade por Costa-Neto (1990), Ferreira e Vale (1992), Lobão (1993), Volpato (1994), Rezende (1995), Yared (1996), Lima (1997), Nappo (1999), Barreira (1999), entre outros pesquisadores.

A regressão linear com resposta em platô foi desenvolvida para análise de modelos matemáticos descontínuos, apresentando uma parte linear crescente e outra sucedendo-se em platô. É uma análise que parte do ajuste de um modelo linear simples, o qual é ajustado para vários conjuntos de dados, começando por 2 e n-2 dados, respectivamente, até n-1 e 1, sendo 'n' o número de unidades

amostrais. A combinação que dentro do intervalo 2 e n-2 até 'n' apresentar menor soma de quadrados dos desvios é eleita a melhor equação ajustada e pelo cálculo da média das observações que não foram utilizadas no ajuste da equação da reta selecionada, define-se o platô (Alvarez, 1985).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas duas áreas estudadas, foram identificadas 77 espécies (CT1 = 75, CT2 = 63 e CT3 = 52), pertencentes a 29 famílias botânicas. A várzea alta apresentou 70 espécies (CT1 = 66, CT2 = 49 e CT3 = 39), pertencentes a 28 famílias, e a várzea baixa apresentou 63 espécies (CT1 = 54, CT2 = 51 e CT3 = 46), pertencentes a 26 famílias.

#### 3.1 Tamanho Ótimo de Parcela

O processamento dos dados referentes às três classes de tamanho e para toda a população amostrada em cada ambiente considerado originou o número médio de espécies correspondentes a cada um dos 42 tamanhos de parcelas utilizados no estudo. Ajustando-se o modelo polinomial de 3º grau, foram obtidas 12 equações de regressão, das quais utilizaram-se os parâmetros estimados  $\beta_2$  e  $\beta_3$  para definir o ponto de inflexão da curva, o qual correspondeu ao tamanho ótimo de parcela (Tabela 2). De acordo com Barreira (1999), a partir deste ponto de inflexão, o acréscimo de novas espécies após novos acréscimos na área da parcela é cada vez menor ou menos significativo.

Na Tabela 2, verificou-se que as 12 equações de regressão apresentaram alto coeficiente de determinação, todas com mais de 99%, demonstrando que as variáveis independentes estão explicando bem a variável dependente, e ainda com baixo erro padrão da média, obtendo-se uma variação média percentual máxima de 8 % dos valores observados em relação aos estimados (floresta de várzea alta, toda a população amostrada), o que se enquadra no limite aceitável de 10%. Portanto, o modelo proposto ajustou com sucesso os dados observados.

Os menores tamanhos de parcela para estudo da regeneração natural ocorreram na floresta de várzea não estratificada (várzea alta + várzea baixa) e na várzea alta. Logo, na várzea baixa obtiveram-se os maiores tamanhos, destacando-se a CT2 (80m<sup>2</sup>) e CT3 (87m<sup>2</sup>), provavelmente devido a este ambiente apresentar um maior percentual de espécies com padrão de distribuição aleatório, como pode ser verificado no Capítulo I, item 3.3 desta dissertação. Este fato é confirmado por Silva (1980) e Silva e Lopes (1984), quando dizem que o tipo de distribuição espacial das espécies influencia tanto o esquema de amostragem quanto o tamanho e a forma das unidades de amostra.

Entre as classes de tamanho, observou-se que a parcela aumenta da menor para a maior classe, o que também foi constatado por Silva (1980) que estudou o estrato arbóreo em floresta de terra firme na Amazônia utilizando duas classes de tamanho ( $15\text{cm} \leq \text{DAP} < 45\text{cm}$  e  $\text{DAP} \geq 45\text{cm}$ ) e Barreira (1999) que estudou a regeneração natural do cerrado empregando três classes de tamanho ( $h < 0,3\text{m}$ ;  $0,3\text{m} \leq h \leq 1,5\text{m}$  e diâmetro à altura do solo -  $\text{DAS} < 3,0\text{cm}$ ). Considerando-se toda a população amostrada, os tamanhos ótimos foram próximos ao da CT1 para todos os ambientes estudados, o que se deve ao maior número de espécies nas menores classes e na população total amostrada.

TABELA 2. Parâmetros estimados ( $\beta_2$  e  $\beta_3$ ), medidas de precisão das equações (coeficiente de determinação -  $R^2$  e erro padrão da média -  $S_{yx}$ ) e tamanho ótimo de parcela (TOP) -  $m^2$ , por ambiente, classe de tamanho (CT) e para toda a população amostrada (TPA), propriedade florestal da EMAPA, município de Afuá, Pará.

Ambiente	CT	$\beta_2$	$\beta_3$	$R^2\%$	$S_{yx}\%$	TOP
Várzea alta	1	-0,010978	0,000058	99,73	5,8	63
	2	-0,001797	0,000008	99,95	2,7	74
	3	-0,000785	0,000003	99,94	2,8	79
	TPA	-0,016477	0,000088	99,47	8,0	62
Várzea baixa	1	-0,005269	0,000027	99,97	2,1	65
	2	-0,001214	0,000005	99,95	2,7	80
	3	-0,001165	0,000004	99,96	2,4	87
	TPA	-0,009190	0,000047	99,92	3,3	65
Floresta de várzea	1	-0,009801	0,000052	99,81	4,9	63
	2	-0,002262	0,000011	99,92	3,2	69
	3	-0,001017	0,000005	99,93	3,1	75
	TPA	-0,013066	0,000069	99,72	5,9	63

Através da Figura 3, observa-se que com o aumento da área existe um aumento no número de espécies e que não há estabilização da curva, fato também observado por Barreira (1999). Entretanto, para que ocorra a estabilização da curva, seria necessário realizar um censo nas áreas em estudo, ou ainda utilizar parcelas muito grandes, o que poderia inviabilizar a amostragem do ponto de vista operacional.

Pelos resultados obtidos, pode-se considerar que para a várzea alta, várzea baixa e para a floresta de várzea sem estratificação, o tamanho ótimo de parcela foi  $70m^2$ , tanto para amostrar os indivíduos da classe de tamanho 1 quanto para toda a população; para a classe de tamanho 2, o tamanho ótimo de parcela encontrado foi  $80m^2$ , enquanto para a classe de tamanho 3, o tamanho



ótimo foi  $90\text{m}^2$ . Deste modo, verifica-se que as parcelas de  $25\text{m}^2$ , amplamente utilizadas nos estudos de regeneração natural na Amazônia, são muito pequenas.

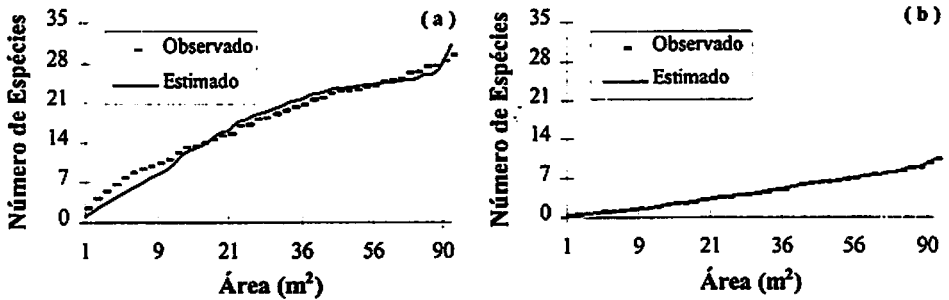


FIGURA 3. Número de espécies observado *versus* número de espécies estimado. Tendências observadas para o menor tamanho de parcela (TOP =  $62\text{m}^2$ ) - várzea alta, toda a população amostrada (a) e para o maior tamanho de parcela (TOP =  $87\text{m}^2$ ) - várzea baixa, classe de tamanho 3 (b), propriedade florestal da EMAPA, município de Afuá, Pará.

Comparando estes resultados com o tamanho de sub-parcelas para o monitoramento da regeneração natural na Amazônia, sugerido pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, através da Instrução Normativa nº 80, de 24 de Setembro de 1991, que recomenda sub-parcelas de  $100\text{m}^2$  para medição de mudas ( $h \geq 0,3\text{m}$  a  $\text{DAP} < 2,5\text{cm}$ ) e  $400\text{m}^2$  para medição de varas ( $2,5\text{cm} \leq \text{DAP} < 15,0\text{cm}$ ), verifica-se que para o estudo da regeneração natural das florestas de várzea do estuário amazônico, os tamanhos de parcela encontrados neste trabalho são mais adequados, podendo vir a diminuir os custos de inventário. Como também a utilização de maiores tamanhos de parcela não aumentaria significativamente a precisão do estudo.

Devido à composição heterogênea dos diversos estratos da floresta, torna-se um pouco mais trabalhoso utilizar tamanhos de parcela diferenciados,

porém, isto é necessário a fim de estimar com confiabilidade e sem tendenciosidade a quantidade e a qualidade das árvores da floresta (Silva, 1980), visto que o uso de diferentes tamanhos de parcela para cada classe de tamanho diminui os custos do inventário e mantém a precisão requerida no estudo (Nappo, 1999).

Segundo Chaves (1993), os tamanhos ideais de parcela para fitossociologia são próximos aos recomendados para o inventário volumétrico, portanto, para inventários pilotos pode-se utilizar estes mesmos tamanhos de parcela para ambas as finalidades, respeitando-se as classes de tamanho.

### **3.2 Suficiência Amostral**

Após a definição do tamanho ótimo da parcela, foi verificada a suficiência amostral a fim de indicar o número de parcelas necessárias para amostrar a composição florística da regeneração natural nos ambientes considerados, de acordo com as classes de tamanho e para toda a população amostrada.

A suficiência amostral baseia-se na alta correlação entre o número acumulado de espécies e o número de parcelas e foi determinada utilizando-se o procedimento REGRELRP do SAEG, que gerou 36 equações (12 utilizando os tamanhos ótimos, 12 considerando o tamanho de 25m<sup>2</sup> e 12 utilizando o maior tamanho de parcela, 100m<sup>2</sup>), ajustadas através da análise de regressão com resposta em platô. As equações que expressaram a linha reta e o platô, utilizando o tamanho ótimo de parcela para os ambientes testados, constam na Tabela 3.

TABELA 3. Equações ajustadas para suficiência amostral utilizando os tamanhos ótimos de parcela, por ambiente, classe de tamanho (CT) e para toda a população amostrada (TPA). Onde: Y- número de espécies, X - número de parcelas e  $R^2$  = coeficiente de determinação, propriedade florestal da EMAPA, município de Afuá, Pará.

Ambiente	CT	Equações ajustadas	$R^2_{\%}$
Várzea alta	1	Reta $Y = 22,4762 + 2,6571X$ (para $X \leq 15,71$ ); Platô $Y = 64,21$ (para $X > 15,71$ )	91,1
	2	Reta $Y = 14,5614 + 1,6702X$ (para $X \leq 19,48$ ); Platô $Y = 47,10$ (para $X > 19,48$ )	84,4
	3	Reta $Y = 2,8788 + 2,4161X$ (para $X \leq 12,52$ ); Platô $Y = 33,12$ (para $X > 12,52$ )	94,8
	TPA	Reta $Y = 25,956 + 2,7868X$ (para $X \leq 14,63$ ); Platô $Y = 66,73$ (para $X > 14,63$ )	92,8
Várzea baixa	1	Reta $Y = 12,5833 + 3,35X$ (para $X \leq 9,56$ ); Platô $Y = 44,63$ (para $X > 9,56$ )	92,5
	2	Reta $Y = 13,8791 + 2,2066X$ (para $X \leq 14,39$ ); Platô $Y = 45,64$ (para $X > 14,39$ )	93,6
	3	Reta $Y = 19,2308 + 1,7473X$ (para $X \leq 13,65$ ); Platô $Y = 43,08$ (para $X > 13,65$ )	90,6
	TPA	Reta $Y = 28,1091 + 2,4364X$ (para $X \leq 11,42$ ); Platô $Y = 55,93$ (para $X > 11,42$ )	92,5
Floresta de várzea	1	Reta $Y = 23,8889 + 2,4211X$ (para $X \leq 18,59$ ); Platô $Y = 68,89$ (para $X > 18,59$ )	92,4
	2	Reta $Y = 19,8694 + 1,0894X$ (para $X \leq 37,27$ ); Platô $Y = 60,47$ (para $X > 37,27$ )	89,9
	3	Reta $Y = 13,1095 + 0,9148X$ (para $X \leq 38,82$ ); Platô $Y = 48,62$ (para $X > 38,82$ )	88,7
	TPA	Reta $Y = 28,5098 + 2,3498X$ (para $X \leq 18,40$ ); Platô $Y = 71,75$ (para $X > 18,40$ )	92,2

Foi observada a suficiência amostral das 36 situações consideradas para o ajuste da regressão linear com resposta em platô (Tabela 4). Para a várzea alta, considerando o tamanho ótimo de parcela, recomendam-se 19 parcelas, enquanto para a várzea baixa, recomendam-se 14 parcelas. Já a floresta de várzea sem

estratificação apresentou maior amplitude no número de parcelas, variando de 18 parcelas quando se considerou toda a população amostrada, até 39 parcelas necessárias para amostrar adequadamente a CT3. Foi observado que através da amostragem estratificada da regeneração natural, seriam necessárias menos da metade do número de parcelas suficientes para inventariar a regeneração natural da floresta de várzea sem estratificação.

Para ilustração, apresenta-se, na Figura 4, a demonstração gráfica da suficiência amostral para o ambiente de várzea baixa, utilizando-se os tamanhos ótimos de parcela.

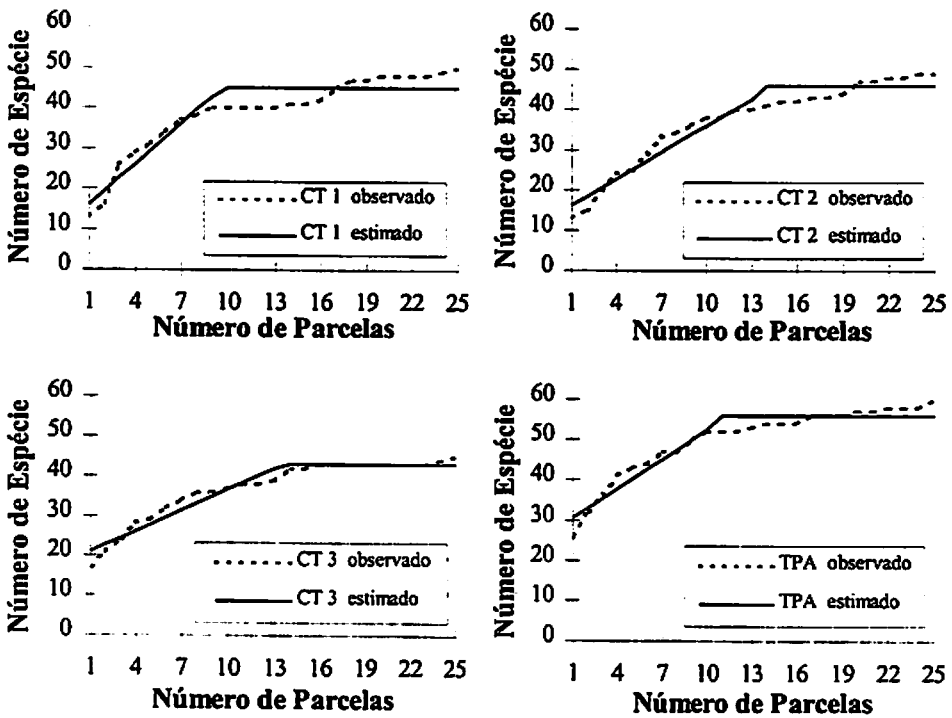


FIGURA 4. Suficiência amostral para a várzea baixa utilizando-se os tamanhos ótimos de parcela: 70m<sup>2</sup> para a classe de tamanho 1 (CT1) e toda a população amostrada (TPA), 80m<sup>2</sup> para a classe de tamanho 2 (CT2) e 90m<sup>2</sup> para a classe de tamanho 3 (CT3), município de Afuá, Pará.

Verifica-se, portanto, uma inter-relação entre o número de parcelas e a homogeneidade da vegetação, ou seja, áreas que apresentam um maior número de espécies requerem um maior número de parcelas.

Comparando-se o número de espécies inventariadas através dos tamanhos ótimos com o maior tamanho utilizado (100m<sup>2</sup>), verificou-se que a parcela de maior tamanho captou um maior número de espécies. Porém, as diferenças foram pequenas, visto que na várzea alta a maior redução foi de 8,3% na classe de tamanho 3; na várzea baixa obtiveram-se 11,6% de diferença na classe de tamanho 1, sendo que esta mesma classe de tamanho em floresta de várzea sem estratificação apresentou a maior diferença de 4,2% (Tabela 4).

TABELA 4. Suficiência amostral para a regeneração natural, considerando-se diferentes tamanhos de parcela e para os tamanhos ótimos de parcela, município de Afuá, Pará. Onde: CT - classe de tamanho, TPA - toda a população amostrada, NP - número de parcelas e NSp - número de espécies, propriedade florestal da EMAPA, município de Afuá, Pará.

Ambiente	CT	25 m <sup>2</sup>		TOP *		100 m <sup>2</sup>	
		NP	NSp	NP	NSp	NP	NSp
Várzea alta	1	15	51	16	64	16	65
	2	23	34	19	47	14	46
	3	15	23	13	33	14	36
	TPA	17	57	15	67	13	67
Várzea baixa	1	18	43	10	45	8	51
	2	22	36	14	46	17	48
	3	18	34	14	43	11	44
	TPA	17	53	12	56	14	60
Floresta de várzea	1	34	62	19	69	23	72
	2	41	49	37	60	39	60
	3	41	38	39	49	36	51
	TPA	31	68	18	72	19	73

\* CT 1 e TPA = 70 m<sup>2</sup>, CT 2 = 80 m<sup>2</sup> e CT 3 = 90 m<sup>2</sup>.

Foi observado que não houve grandes variações no número de espécies, logo, ao se utilizarem os tamanhos ótimos de parcela por classe de tamanho ganha-se tempo na medição e, desta maneira, diminui-se os custos do inventário.

Comparando-se os tamanhos ótimos de parcela deste estudo com o tamanho mais utilizado em trabalhos de regeneração natural na Amazônia (25m<sup>2</sup>), verifica-se que este menor tamanho de parcela capta menos espécies e que as diferenças são maiores com o aumento das classes de tamanho. Na várzea alta as reduções variaram de 14,9 a 30,3%, na várzea baixa encontraram-se reduções de espécies entre 4,4 e 21,7%, enquanto na floresta de várzea sem estratificação, as reduções ficaram entre 5,6 e 22,4%.

Portanto, verificou-se que o uso de parcelas de pequena área para amostrar a regeneração natural de florestas nativas pode levar a uma análise deturpada da realidade, principalmente em relação às maiores classes de tamanho.

## 4 CONCLUSÃO

O estudo do tamanho ótimo de parcela e da suficiência amostral para as condições específicas em que se desenvolveu este estudo, permitiu concluir que:

- Para a avaliação da regeneração natural de florestas de várzea alta, várzea baixa e para a floresta de várzea sem estratificação, o tamanho ótimo de parcela foi  $70\text{m}^2$  para os indivíduos na classe de tamanho 1 ( $0,3\text{m} \leq h < 1,5\text{m}$ );  $80\text{m}^2$  para a classe de tamanho 2 ( $h \geq 1,5\text{m}$  a  $\text{DAP} < 5\text{cm}$ );  $90\text{m}^2$  para a classe de tamanho 3 ( $5\text{cm} \leq \text{DAP} < 15\text{cm}$ ) e  $70\text{m}^2$  quando toda a população amostrada ( $h \geq 0,3\text{m}$  a  $\text{DAP} < 15\text{cm}$ ) foi considerada.
- Os tamanhos ótimos de parcela permitiram definir que são necessárias 19 parcelas na várzea alta, 14 parcelas na várzea baixa e 19 a 39 parcelas na floresta de várzea sem estratificação para amostrar a composição florística da regeneração natural;
- Deve-se utilizar um tamanho ótimo e um número adequado de parcelas para inventariar a regeneração natural de florestas de várzea, porque ao se utilizarem parcelas com tamanhos maiores que o ótimo, não ocorrem maiores ganhos na acuracidade das estimativas, enquanto a utilização de parcelas de pequenas dimensões acarreta em subestimativa do número de espécies existentes na área, exigindo uma grande intensidade amostral, o que eleva o custo do inventário.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, S. S. de. **Clareiras naturais na Amazônia central: abundância, distribuição, estrutura e aspectos da colonização vegetal.** Manaus: INPA/FUA, 1989. 125p. (Dissertação - Mestrado em Ciências Biológicas).
- ALVAREZ, V. H. V. **Avaliação da Fertilidade do Solo: superfície de resposta, modelos aproximativos para expressar a relação fator-resposta.** Viçosa: UFV. Imprensa Universitária, 1985. 75p.
- BARREIRA, S. **Estudo da regeneração natural de cerrado como base para o manejo florestal.** Lavras: UFLA, 1999. 113p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal).
- BARROS, P. L. C. **Estudo fitossociológico de uma floresta tropical úmida no planalto de Curuá-Una, Amazônia brasileira.** Curitiba: UFPR, 1986. 147p. (Tese - Doutorado em Engenharia Florestal).
- CARVALHO, J. O. P. de. **Análise estrutural da regeneração natural em floresta tropical densa na região do Tapajós no Estado do Pará.** Curitiba: UFPR, 1982. 128p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal).
- CHAVES, A. L. **Determinação de tamanho e forma ideal de parcela para fitossociologia e cálculo de volume de uma mata estacional semidecídua montana na micro-região de Lavras, MG.** Lavras: ESAL, 1993. 39p. (Monografia).
- CONDIT, R.; HUBBELL, S. P.; LA FRANKIE, J. V.; SUKUMAR, R.; MAROKARAN, N.; ROSTER, R. B.; ASHTON, P. S. **Species-area and species-individual relationships for tropical trees: a comparison of three 50 ha plots.** *Journal of Ecology*, Oxford, v.84, n.4, p.549-562, Aug. 1996.
- COSTA-NETO, F. **Subsídios técnicos para um plano de manejo sustentado em áreas de cerrado.** Viçosa: UFV, 1990. 142p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal).
- FAO. **Silvicultural research in the Amazon.** Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1971. 192p. (Technical Report, 3).



FERREIRA, R. L. C.; VALE, A. B. do. Subsídios básicos para o manejo florestal da caatinga. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. Anais... São Paulo: Instituto Florestal, 1992. p.368-375.

FRANÇA, J. T. Estudo da sucessão secundária em áreas contíguas a mineração de cassiterita na Floresta Nacional de Jamarí-RO. Piracicaba: ESALQ, 1991. 167p. (Dissertação - Mestrado em Ciências Florestais).

HIGUCHI, N.; SANTOS, J. dos; JARDIM, F. C. S. Tamanho de parcela amostral para inventários florestais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4., 1982, São Paulo. Anais... São Paulo: SBS, 1982. p. 649-656.

JANKAUSKIS, J. Recuperação de florestas tropicais mecanicamente exploradas. Belém: SUDAM, 1978. 58p.

LIMA, C. S. de A. Desenvolvimento de um modelo para manejo sustentado do cerrado. Lavras: UFLA, 1997. 159p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal).

LOBÃO, D. E. V. P. O emprego do método de quadrantes na análise fitossociológica de um fragmento de Mata Atlântica, não sudeste da Bahia. Viçosa: UFV, 1993. 121p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal).

NAPPO, M. E. Inventário florístico e estrutural da regeneração natural no sub-bosque de povoamentos homogêneos de *Mimosa scabrella* Benthham implantados em áreas mineradas, em poços de caldas, Minas Gerais. Lavras: UFLA, 1999. 87p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal).

OLIVEIRA L. C. de Dinâmica de crescimento e regeneração natural de uma floresta secundária no Estado do Pará. Belém: UFPa, 1995. 126p. (Dissertação - Mestrado em Ciências Biológicas).

PÉLLICO NETO, S.; BRENA, D.A. Inventário florestal. Curitiba: Editado pelos autores, 1997: 316p.

PITT, J. Relatório ao governo do Brasil sobre aplicação de métodos silviculturais a algumas florestas da Amazônia. Belém: SUDAM, 1969. 245p.

- REZENDE, M. L. Regeneração natural de espécies florestais em sub-bosque de um povoamento de *Eucalyptus grandis* e mata secundária, no Município de Viçosa, Zona da Mata - MG. Viçosa: UFV, 1995. 116p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal).
- RODRIGUES, W. A. Estudo preliminar de mata de várzea alta de uma ilha do baixo rio Negro de solo argiloso e úmido. Manaus: INPA, 1961. 50 p. (Série Botânica, 10).
- RUOKOLAINEN, K.; TUOMISTO, H.; RÍOS, R.; TORRES, A.; GARCIA, M. Comparación florística de doce parcelas en bosque de tierra firme en la Amazonia Peruana. Acta Amazonica, Manaus, v.24, n.1/2, p.31-48, mar./jun. 1994.
- SCOLFORO, J. R. S.; CHAVES, A. L.; MELLO, J. M. Definição de tamanho de parcela para inventário florestal em floresta semidecídua montana. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1., 1993, Curitiba, Anais... Curitiba: SBS-SBEF, 1993. p.333-337.
- SILVA, J. N. M. Eficiência de diversos tamanhos e formas de unidades de amostras aplicadas em inventário florestal na região do baixo Tapajós. Curitiba: UFPr, 1980. 83p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal).
- SILVA, J. N. M.; LOPES, J. do C. A. Inventário florestal contínuo em florestas tropicais: a metodologia usada pela EMBRAPA/CPATU na Amazônia brasileira. Belém: EMBRAPA/CPATU, 1984. 36p. (EMBRAPA/CPATU. Documentos, 33).
- SUDAM/PROJETO DE HIDROLOGIA E CLIMATOLOGIA DA AMAZÔNIA. Atlas Climatológico da Amazônia Brasileira. Belém: SUDAM, 1984. 125p.
- TOURINHO, D. M. Composição florística e estrutura da vegetação em diferentes estágios sucessionais de uma área de mangue, em Acarajó, Bragança, Para. Belém: FCAP, 1998. 60 p. (Dissertação - Mestrado em Ciências Florestais).
- VIEIRA, L. S. Manual da Ciência do Solo: com ênfase aos solos tropicais, 2. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1988. 464p.

**VOLPATO, M. M. L. Regeneração natural em uma floresta secundária no domínio de mata Atlântica: uma análise fitossociológica. Viçosa: UFV, 1994. 123 p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal).**

**YARED, J. A. G. Efeitos de sistemas silviculturais na florística e na estrutura de florestas secundárias e primárias na Amazônia Oriental. Viçosa: UFV, 1996. 179 p. (Tese - Doutorado em Engenharia Florestal).**

47-50, 51-52, 59-76

THE UNIVERSITY OF CHICAGO  
DEPARTMENT OF CHEMISTRY  
530 SOUTH EAST ASIAN AVENUE  
CHICAGO, ILLINOIS 60607

RECEIVED  
JAN 10 1967  
LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CHICAGO

