

# A SILVICULTURA NA AMAZÔNIA ORIENTAL

CONTRIBUIÇÕES DO PROJETO  
EMBRAPA / DFID

Editores Técnicos

José Natalino Macedo Silva

João Olegário Pereira de Carvalho

Jorge Alberto Gazel Yared

# **A Silvicultura na Amazônia Oriental**

Contribuições do Projeto  
Embrapa/DFID

## **República Federativa do Brasil**

*Fernando Henrique Cardoso*

Presidente

## **Ministério da Agricultura e do Abastecimento**

*Marcus Vinícius Pratini de Moraes*

Ministro

## **Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária – Embrapa**

Conselho de Administração

*Márcio Fortes de Almeida*

Presidente

*Alberto Duque Portugal*

*Vice-Presidente*

*Districh Gerhard Quast*

*José Honório Accarini*

*Sérgio Fausto*

*Urbano Campos Ribeiral*

Membros

## **Diretoria Executiva da Embrapa**

*Alberto Duque Portugal*

*Diretor-Presidente*

*Danta Daniel Giacomelli Scolari*

*Bonifácio Hideyuki Nakasu*

*José Roberto Rodrigues Peres*

*Diretores-Executivos*

## **Embrapa Amazônia Oriental**

*Emanuel Adilson de Souza Serrão*

*Chefe-Geral*

*Antonio Carlos Paula Neves da Rocha*

*Célio Armando Palheta Ferreira*

*Miguel Simão Neto*

*Chefes-Adjuntos*

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Amazônia Oriental  
Ministério da Agricultura e do Abastecimento*

# A Silvicultura na Amazônia Oriental

Contribuições do Projeto  
Embrapa/DFID

## **Editores Técnicos**

José Natalino Macedo Silva  
João Olegário Pereira de Carvalho  
Jorge Alberto Gazel Yared

Belém, PA  
2001

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Amazônia Oriental**

Trav. Dr. Enéas Pinheiro , s/n  
Caixa Postal 48  
CEP 66095-100 - Belém, PA  
Fone: (91) 299-4500  
Fax: (91) 276-9845  
www.embrapa.br  
E-mail (sac): sac@cpatu.embrapa.br

**Supervisão editorial**

*Guilherme Leopoldo da Costa Fernandes*

**Normalização bibliográfica**

*Célia Maria Lopes Pereira*

**Revisão**

*Maria de Nazaré Magalhães dos Santos*

**Diagramação e editoração eletrônica**

*Euclides Pereira dos Santos Filho*

**1ª edição**

1ª impressão (2001): 300 exemplares

**Obs.: Os trabalhos aqui publicados não foram revisados tecnicamente pelo Comitê Local de Publicações da Embrapa Amazônia Oriental, como normalmente se procede para as publicações regulares. Assim sendo, todos os conceitos e opiniões emitidos são de inteira responsabilidade dos autores.**

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

---

Silva, José Natalino Macedo

A Silvicultura na Amazônia Oriental: contribuições do projeto Embrapa/DFID / José Natalino Macedo Silva, João Olegário Pereira de Carvalho, Jorge Alberto Gazel Yared. – Belém: Embrapa Amazônia Oriental: DFID, 2001.

459p.: il.; 21cm. –

Inclui bibliografia  
ISBN 85-87690-07-8

1. Silvicultura - Amazônia-Brasil. 2. Essência florestal. 3. Morfologia vegetal. 4. Anatomia vegetal. 5. Fenologia. 6. Tecnologia de sementes. 7. Manejo florestal. 8. Ecologia florestal. I. Carvalho, João Olegário Pereira de. II. Yared, Jorge Alberto Gazel. III. Título.

---

CDD: 634.9509811

© Embrapa 2001

## **Autores**

- Anadilza Maria Valente Baima**, inventário florestal, bolsista Embrapa/CNPq  
**Cecília Mariana Almeida**, botânica, bolsista Embrapa/CNPq  
**Célio Armando Palheta Ferreira**, economia, Embrapa Amazônia Oriental  
**Denis Alder**, modelagem de crescimento de floresta natural, Department for International Development – DFID (governo britânico)  
**Dulce Helena Martins Costa**, manejo de florestas naturais, Banco da Amazônia S.A. - BASA  
**Duncan John Macqueen**, ecologia florestal, Department for International Development – DFID (governo britânico)  
**Eniel David Cruz**, melhoramento genético vegetal, Embrapa Amazônia Oriental  
**Francimari Colares de Oliveira**, sementes florestais, Department for International Development – DFID (governo britânico)  
**Gracialda Costa Ferreira**, botânica, bolsista Embrapa/CNPq  
**Ian Samuel Thompson**, exploração florestal, Department for International Development – DFID (governo britânico)  
**João Olegário Pereira de Carvalho**, ecologia e manejo de florestas naturais, Embrapa Amazônia Oriental  
**Joaquim Ivanir Gomes**, anatomia da madeira, Embrapa Amazônia Oriental  
**Jorge Alberto Gazel Yared**, manejo de florestas naturais, Embrapa Amazônia Oriental  
**José do Carmo Alves Lopes**, ecologia de florestas naturais, Embrapa Amazônia Oriental  
**José Edmar Urano de Carvalho**, tecnologia de sementes, Embrapa Amazônia Oriental  
**José Natalino Macedo Silva**, silvicultura e manejo de florestas naturais, Embrapa Amazônia Oriental  
**José Ribamar de Souza Pantoja**, inventário florestal  
**José Ricardo Lima Costa**, sementes florestais  
**Lia Cunha de Oliveira**, manejo de florestas naturais, Faculdade de Ciências Agrárias - FCAP  
**Manuel Amaral Neto**, manejo florestal, CAT/LASAT  
**Márcia Motta Maués**, biologia reprodutiva de espécies vegetais, Embrapa Amazônia Oriental  
**Maria do Socorro Gonçalves Ferreira**, manejo de florestas naturais, Embrapa Amazônia Oriental  
**Neldson Marques Lobato**, inventário florestal, Department for

International Development – DFID (governo britânico)  
Nicholas David Brown, ecologia florestal, University of Oxford, England, UK  
Noemi Vianna Martins Leão, sementes florestais, Embrapa Amazônia Oriental  
Permínio Pascoal Costa Filho, exploração florestal, Embrapa Amazônia Oriental  
Regina Célia Viana Martins-da-Silva, botânica, Embrapa Amazônia Oriental  
Rui Amorim Carvalho, economia, Embrapa Amazônia Oriental  
Ruth Linda Benchimol, fitopatologia, Embrapa Amazônia Oriental  
Selma Toyoko Ohashi, melhoramento genético florestal, Faculdade de Ciências Agrárias do Pará - FCAP  
Silvia Maria Alves da Silva, inventário florestal, bolsista Embrapa/CNPq  
Simone Fernandes Lima, botânica, bolsista Embrapa/CNPq  
Sonia Helena Monteiro dos Santos, fisiologia vegetal, Embrapa Amazônia Oriental  
Stephen Bennett Jennings, ecologia florestal, University of Oxford, England, UK  
Timothy Charles Whitmore, ecologia florestal, University of Cambridge, England, UK

## Apresentação

O desenvolvimento da Amazônia Brasileira, no último quarto de século, tem causado grandes pressões sobre os recursos naturais devido às forças geopolíticas e socioeconômicas para produção de alimentos, fibras e energia, com implicações ambientais, tais como: aumento da emissão de gases de efeito estufa, causado pelas queimadas em decorrência do aumento da suscetibilidade ao fogo das áreas exploradas; perda de solo, água e nutrientes; perda de biodiversidade; redução da biomassa, e com relativamente poucos benefícios socioeconômicos.

As causas diretas dos desmatamentos e suas conseqüências têm sido principalmente o processo predatório do desenvolvimento da pecuária extensiva e da agricultura migratória, juntas contribuindo com pelo menos 80% do desflorestamento. A exploração florestal, que inclui a retirada de árvores madeireiras e o seu efeito mecânico no ecossistema, tende a abrir caminho para a exploração agropecuária, colocando mais pressões sobre as florestas. Nesse contexto, é importante que, por um lado, o setor agropecuário seja desenvolvido principalmente nas áreas já exploradas por essa atividade, e, por outro, é necessário que a exploração florestal seja desenvolvida de forma sustentável tanto do ponto de vista biofísico como socioeconômico.

No âmbito da pesquisa florestal desenvolvida pela Embrapa e seus parceiros nacionais, na Amazônia, as “joint ventures” com instituições estrangeiras preocupadas com a conservação e uso sustentável da floresta amazônica têm sido particularmente relevantes nos últimos anos, no processo de geração de conhecimentos científicos e tecnologias apropriadas para a mudança da base tecnológica e, conseqüentemente, da base produtiva do desenvolvimento regional. Por outro lado, têm sido de grande relevância para a melhoria da capacidade institucional dos centros de pesquisa da empresa na região.

A cooperação da **Embrapa Amazônia Oriental** com o **Department for International Development – DFID**, do Reino Unido, no desenvolvimento do **Projeto Silvicultura Tropical**, no período de 1993 a 1998, destacou-se pela concentração de atividades de geração de conhecimentos científicos e tecnologias voltadas à exploração e ao manejo de florestas naturais na Amazônia. Foram cinco anos de intensa atividade de pesquisa de laboratório e de campo, envolvendo pesquisadores brasileiros e britânicos num processo interativo e complementar.

Nesta obra são apresentados os resultados relevantes das pesquisas obtidos no âmbito do Projeto Silvicultura Tropical, que se relacionam, entre outros aspectos, com a identificação botânica das espécies, biologia da reprodução, dinâmica da regeneração natural, estrutura e crescimento da floresta, aspectos de custos da exploração e viabilidade econômica do manejo. Esses resultados representam grandes avanços no conhecimento funcional da floresta e nas técnicas para o seu manejo e exploração. Por outro lado, as informações geradas contribuem também para o desenvolvimento de políticas públicas e da legislação para o manejo florestal sustentável na Amazônia. Mas a importância desses resultados pode ir além da dimensão amazônica brasileira. Pode também contribuir para o manejo sustentável de florestas tropicais úmidas em outras regiões da América Latina e de outros continentes como Ásia e África.

*Emanuel Adilson de Souza Serrão*  
Chefe Geral da Embrapa Amazônia Oriental

## Prefácio

Este livro resume os principais resultados obtidos pelo Projeto Silvicultura Tropical, porém é necessário mencionar que, além deste livro, foram publicados mais de 70 artigos provenientes dos resultados das pesquisas desenvolvidas pelo Projeto, que também foram divulgados em eventos técnicos e científicos, nacionais e internacionais.

O projeto Silvicultura Tropical insere-se no contexto de que o manejo das florestas naturais da Amazônia deve estar em consonância, por princípio, com a conservação dos recursos naturais. A visão dos meios biótico (especialmente a integridade da floresta), físico e antrópico balizaram a geração de conhecimentos e das tecnologias no âmbito do projeto, de modo que os resultados das pesquisas possam dar o suporte necessário para que essa atividade florestal promova os benefícios econômicos e sociais desejados, mas com o máximo de respeito ao ambiente. A produção sustentada de madeira, exclusivamente, não é o foco principal. Em igualdade de prioridade nos objetivos do bom manejo está também a conservação, o quanto possível, da diversidade intra e interespecífica assim como do próprio ecossistema. florestal

Os avanços de conhecimentos obtidos sobre o funcionamento da floresta, as tecnologias e os procedimentos gerados, e, em especial, o conjunto de softwares desenvolvidos/adaptados, embora enquanto instrumentos, não são suficientes, por si só, para promover as mudanças de rumos na atividade de manejo florestal na região amazônica. O problema central está na gestão dos recursos florestais. É preciso mudar o cenário atual, definindo claramente o papel do poder público, em quaisquer de seus níveis, e da iniciativa privada. Ao poder público deveria caber a gestão, propriamente dita, e ao setor privado, seja em nível industrial ou comunitário, deveria ser garantido o direito de uso dos recursos florestais.

Nas conjuntura e estrutura atuais, o confronto da oferta e demanda do tripé floresta – indústria – mercado, especialmente o mercado externo, coloca o manejo em situação de desvantagem. A demanda do mercado é por apenas algumas espécies, enquanto a oferta da floresta, sob regime de manejo, deve ser para a comunidade de todas as espécies, a fim de que sejam atingidos os objetivos do bom manejo. A vinculação da floresta à indústria, conforme a política atual, tem vantagens pela agregação de valor da madeira mas também tem suas desvan-

tagens. As empresas poderão ter dificuldades em formar seus estoques para comercialização, a partir de áreas de terras florestais pré-definidas, considerando que as espécies não ocorrem com a mesma frequência e distribuição espacial na floresta.

A criação de florestas estaduais e municipais, para fins de manejo, e a implementação das florestas nacionais hoje existentes são medidas compatíveis com o princípio da gestão dos recursos florestais, que é um bem público. Os estoques de madeira disponíveis para comercialização periódica, considerando-se o plano de manejo, seriam previamente negociados. Diversos outros fatores agregados seriam solucionados, principalmente aqueles que são mais críticos como a viabilidade econômica do manejo e os problemas de natureza fundiária, que causam a insegurança dos investidores, entre outros. Em florestas destinadas especificamente para essa finalidade haveria maior flexibilidade na elaboração dos planos de manejo, considerando-se que seria um maior número de espécies em uma mesma área.

Um aspecto que merece ser considerado no âmbito do projeto é a transferência de tecnologia. Nesta primeira fase, o projeto atuou intensamente na geração, sendo necessário agora dar-se ênfase ao repasse das tecnologias aos clientes. Passar de um modelo difusor dos resultados das pesquisas, onde a oferta é o foco principal, para o desenvolvimento/adaptação de tecnologias no modelo participativo deve ser o grande desafio para o futuro. Nesse processo, a junção de esforços de todos os atores interessados e envolvidos na prática do bom manejo, ainda que mais complexo, deverá, certamente, dar a celeridade necessária para a adoção das tecnologias.

Outro componente é a pesquisa básica voltada aos conhecimentos sobre a biologia reprodutiva e a estrutura genética das populações. Apesar dos avanços obtidos com o desenvolvimento deste projeto, essa área de pesquisa continua sendo um ponto crítico. A continuação desses estudos deverá ter o apoio de instrumentos modernos para a obtenção mais rápida de resultados, que deverão ser incorporados aos princípios do bom manejo.

**Os Editores Técnicos**

## Sumário

Introdução .....	15
Parte 1 - BOTÂNICA.....	17
Caracterização morfológica e anatômica de dez espécies de Leguminosae ocorrentes em uma floresta tropical úmida localizada no município de Moju, estado do Pará. Cecília Mariana Almeida, Simone Fernandes Lima, Regina Célia Viana Martins-Da-Silva, Joaquim Ivanir Gomes .....	19
Contribuição ao conhecimento de algumas espécies de Leguminosae, conhecidas na Amazônia brasileira como “angelim” e variações. Gracialda Costa Ferreira, Regina Célia Viana Martins-da-Silva, Joaquim Ivanir Gomes .....	55
Parte 2 - BIOLOGIA REPRODUTIVA .....	83
Síndromes de polinização e biologia floral de espécies madeireiras da Amazônia e implicações para o manejo florestal. Márcia Motta Maués .....	85
Fenologia reprodutiva de 25 espécies arbóreas da Amazônia. Noemi Vianna Martins Leão, João Olegário Pereira de Carvalho .....	117
Fenologia reprodutiva de Jatobá ( <i>Hymenaea courbaril</i> L., Leguminosae) e anani ( <i>Symphonia globulifera</i> L.f., Clusiaceae) na Flona do Tapajós, Belterra, PA. Noemi Vianna Martins Leão, Duncan John Macqueen .....	129
Parte 3 - SEMENTES .....	137
Tecnologia de sementes de espécies florestais nativas da Amazônia brasileira. Noemi Vianna Martins Leão, José Edmar Urano de Carvalho, Selma Toyoko Ohashi .....	139
Método adequado para acelerar a germinação de sementes de <i>Glycidendron amazonicum</i> Ducke “glícia” e <i>Buchenavia huberi</i> Ducke “cuiarana-de-carço”. Sonia Helena Monteiro dos Santos, Francimari Colares de Oliveira, José Ricardo Lima Costa.....	159

Fungos detectados em sementes de espécies florestais da Amazônia. Ruth Linda Benchimol, Noemi Vianna Martins Leão, José Edmar Urano de Carvalho, Eniel David Cruz .....	173
<b>Parte 4 - ECOLOGIA DE PLÂNTULAS .....</b>	<b>183</b>
Banco de sementes de uma floresta tropical úmida no município de Moju, PA. José do Carmo Alves Lopes, Timothy Charles Whitmore, Nicholas David Brown, Stephen Bennett Jennings .....	185
Efeito da exploração florestal nas populações de mudas em uma floresta tropical úmida no município de Moju, PA. José do Carmo Alves Lopes, Timothy Charles Whitmore, Nicholas David Brown, Stephen Bennett Jennings .....	203
Desempenho comparativo de mudas de espécies florestais num gradiente microclimático criado experimentalmente. Stephen Bennett Jennings, José do Carmo Alves Lopes, Nicholas David Brown, Timothy Charles Whitmore .....	227
Dinâmica da regeneração natural de algumas espécies florestais na Floresta Nacional do Tapajós, Estado do Pará, Brasil. Stephen Bennett Jennings, José do Carmo Alves Lopes, Timothy Charles Whitmore, Nicholas David Brown .....	253
<b>Parte 5 - MANEJO DE FLORESTAS NATURAIS .....</b>	<b>275</b>
Estrutura de matas altas sem babaçu na Floresta Nacional do Tapajós. João Olegário Pereira de Carvalho .....	277
Crescimento, mortalidade e recrutamento em florestas de terra firme da Amazônia Oriental: observações nas regiões do Tapajós e Jari. José Natalino Macedo Silva, Silvia Maria Alves da Silva, Dulce Helena Martins Costa, Anadilza Maria Valente Baima, Lia Cunha de Oliveira, João Olegário Pereira de Carvalho, José do Carmo Alves Lopes .....	291
Impacto da exploração madeireira em floresta de terra firme no município de Moju, Estado do Pará. Silvia Maria Alves da Silva, José Natalino Macedo Silva, Anadilza Maria Valente Baima, Neldson Marques Lobato, Ian Samuel Thompson, Permínio Pascoal Costa Filho .....	309

Sustentabilidade da produção volumétrica: um estudo de caso na Floresta Nacional do Tapajós com o auxílio do modelo de crescimento CAFOGROM. Denis Alder, José Natalino Macedo Silva .....	325
Efetividade e custo do desbaste com aplicação de arboricida em floresta natural na região do Tapajós, Pará e Jari, Amapá. Dulce Helena Martins Costa, Sílvia Maria Alves da Silva, José Natalino Macedo Silva .....	339
Manejo florestal comunitário: primeiros resultados de uma experiência em Sítio Novo, Itupiranga, Pará. Maria do Socorro Gonçalves Ferreira, Manuel Amaral Neto .....	353
Equações de volume para floresta tropical de terra firme, em Moju, PA. Anadilza Maria Valente Baima, Sílvia Maria Alves da Silva, José Natalino Macedo Silva .....	367
Dinâmica de diferentes grupos ecológicos de espécies arbóreas em uma floresta secundária em Belterra-Pará. Líia Cunha de Oliveira, José Natalino Macedo Silva .....	393
Custos e benefícios da atividade madeireira, em Paragominas, Pará. Célio Armando Palheta Ferreira, Permínio Pascoal Costa Filho, José Ribamar de Souza Pantoja .....	411
Custos operacionais associados ao manejo florestal: experiências do Tapajós, Jari e Moju. Célio Armando Palheta Ferreira, Rui de Amorim Carvalho, Dulce Helena Martins Costa, Sílvia Maria Alves Silva .....	427
Aspectos econômicos do setor madeireiro da microrregião de Paragominas, Estado do Pará. Célio Armando Palheta Ferreira .....	443

## Introdução

O Brasil detém um terço das florestas tropicais do mundo. Por isso pode se tornar o principal produtor de madeiras duras para o mercado internacional nas próximas décadas, em vista do esgotamento eminente dos estoques asiáticos.

A região amazônica é responsável por mais de 50% da madeira em toras produzida no Brasil. A floresta, nem tanto pelas madeiras que contém, mas principalmente pela sua ainda desconhecida e inexplorada biodiversidade, a maior do planeta, é um recurso estratégico para o País. Conservar esse recurso para as futuras gerações de brasileiros é um desafio gigantesco.

A atividade madeireira tem sido apontada como uma das causas do desmatamento na região, embora, em princípio, a exploração florestal não seja uma causa direta, visto que não resulta em um desmatamento propriamente dito.

A silvicultura de florestas tropicais tomou impulso em nosso País a partir do início da década de 1970. As pesquisas visando o manejo sustentável desenvolvidas na região amazônica colocam o Brasil em situação de igualdade com os países tropicais mais tradicionais no desenvolvimento de sistemas silviculturais, como alguns países do Sudeste asiático, em particular a Malásia e a Indonésia.

No período de 1993 a 1998, a Embrapa Amazônia Oriental executou o Projeto Silvicultura Tropical, como parte da cooperação entre os governos brasileiro e britânico em programas de meio ambiente na Amazônia Legal, através das suas respectivas agências de cooperação, a ABC (Agência Brasileira de Cooperação) e o DFID (Department for International Development). A Embrapa Amazônia Oriental foi a parceira executiva deste projeto, que teve a duração de cinco anos, objetivando o desenvolvimento e a divulgação de sistemas sustentáveis de manejo florestal.

O enfoque principal foi o manejo da floresta natural para a produção de madeira de forma economicamente viável e que mantenha a integridade do ecossistema. O projeto buscou envolver os clientes durante todo o processo de pesquisa e desenvolvimento. Os conhecimentos e os sistemas desenvolvidos foram de interesse da comunidade científica, da indústria madeireira, da comunidade rural e dos órgãos públicos e não-governamentais ligados à gestão da floresta, ao uso da terra e ao desenvolvimento rural.

A pesquisa abrangeu desde a geração de conhecimentos científicos para viabilizar o desenvolvimento de práticas de manejo, para assegurar o uso da floresta de forma sustentável, até a adaptação/geração de tecnologias, procedimentos e conhecimentos aplicáveis ao manejo, contribuindo, assim, para a formação de políticas adequadas para a gestão dos recursos florestais.

As atividades de pesquisa do Projeto Silvicultura Tropical foram desenvolvidas principalmente nas regiões do Tapajós, Jari e Moju. Os principais sítios estudados na região do Tapajós estão no município de Belterra, no Estado do Pará e são os seguintes: três áreas na Floresta Nacional do Tapajós (área experimental do Km 67 da BR 163, área experimental do Km 114 da BR 163 e Parque Fenológico); uma área na localidade Revolta; e três áreas na sede do município de Belterra (Estrada 5, Estrada 7 e Quarubal). No Jari, a área experimental está localizada no Morro do Felipe, Município de Vitória do Jari, Estado do Amapá. Em Moju, a área experimental situa-se no Campo Experimental da Embrapa, às margens da rodovia PA-150, distando 30 km da sede do município.

O Projeto Silvicultura Tropical teve o objetivo de implementar o manejo sustentável dos recursos florestais da Amazônia brasileira, mais especificamente: aumentar o conhecimento sobre a ecologia e a dinâmica de florestas naturais; aumentar a base técnica e científica para o uso e conservação de recursos genéticos; desenvolver e promover sistemas de produção sustentada para florestas naturais e fortalecer a capacidade da Embrapa Amazônia Oriental para desenvolver e transferir tecnologia.

## Parte 1 - Botânica

# CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E ANATÔMICA DE DEZ ESPÉCIES DE LEGUMINOSAE OCORRENTES EM UMA FLORESTA TROPICAL ÚMIDA LOCALIZADA NO MUNICÍPIO DE MOJU, ESTADO DO PARÁ

Cecília Mariana Almeida; Simone Fernandes Lima;  
Regina Célia Viana Martins-da-Silva; Joaquim Ivanir Gomes

## INTRODUÇÃO

Leguminosae é uma família muito importante economicamente, pois apresenta várias espécies largamente utilizadas pelo homem. Na alimentação humana e animal, não só as sementes são úteis, como também os legumes, as folhas, as raízes e as flores de certas espécies. Os apicultores preferem determinadas espécies de Leguminosae (*Hymenaea courbaril* L.) para a produção de mel de alta qualidade. No setor industrial, são fontes de resinas viscosas (jutaica) para a fabricação de vernizes e tintas (*Hymenaea* spp. e *Copaifera* spp.); produzem algumas tinturas importantes como o "indigo" azul (*Indigofera* sp.) e o vermelho vivo do "Brasil" (*Caesalpinia* sp.); são fontes de tanino para a indústria de couro (*Stryphnodendron* sp.); são usadas na preparação de óleos (*Copaifera* sp.) e perfumes (*Cassia* spp.). Rotenona, uma substância extraída de espécies do gênero *Derris*, é usada na preparação de inseticidas. Diversos tipos de madeiras dentre as mais valiosas, como o jacarandá (*Dalbergia* spp.) são oriundas de Leguminosae. Algumas espécies são medicinais e apresentam grande potencial terapêutico, como a *Dalbergia subcymosa* Ducke (verônica), usada no tratamento de inflamações diversas e bronquites; *Copaifera* spp., com excelente poder antiinflamatório, vêm sendo amplamente utilizadas no preparo de remédios homeopáticos. *Crotalaria* spp. e *Glycine* sp., dentre outras, são utilizadas na agronomia, pelo poder que possuem de enriquecer os solos. Muitas espécies fazem parte dos projetos de paisagismo de ruas, praças e jardins (Lewis, 1987; Lewis & Owen, 1989; Barroso, 1991; Cavalcante, 1991; Berg, 1993; Joly, 1993).

Devido à ampla distribuição geográfica das leguminosas na Amazônia e ao potencial econômico apresentado por diversas espécies, o estudo dessa família torna-se muito importante para a região. Os trabalhos taxonômicos de Leguminosae desenvolvidos na Amazônia contribuíram muito para o conhecimento dessa flora tão vasta e exuberante. Ducke (1925, 1939, 1941, 1949) foi um dos primeiros pesquisadores a se dedicar ao estudo dessa família na Amazônia brasileira, estudando as espécies em seu hábitat, utilizando material de herbário com fim meramente comparativo. Através de chaves de identificação separou os gêneros amazônicos, classificou as espécies, indicando suas áreas de ocorrência. Muitos outros estudos relevantes para o conhecimento dessa família foram desenvolvidos por outros pesquisadores na região. Apesar dos trabalhos realizados, no ramo da taxonomia, ainda há grande necessidade de estudos que possam contribuir com a identificação científica das espécies dessa família que ocorrem na Amazônia, visto que a utilização de nomes vernaculares para as plantas é muito complexa, pois variam de acordo com a região e as pessoas que os utilizam. Ducke (1949) já ressaltava a importância da nomenclatura científica: "Não se poderá conseguir o conhecimento perfeito da flora sem uma nomenclatura que evite a confusão das espécies", pois só através da denominação científica das espécies, se tem acesso às informações de determinada planta em qualquer lugar do mundo.

No caso da comercialização de madeira, a existência de espécies aparentemente idênticas no que se refere à textura, coloração do cerne e densidade, leva a uma única denominação popular para um grupo de espécies; esse fato causa sérios problemas, pois a qualidade do produto final proveniente de diferentes espécies não apresenta homogeneidade, visto que a secagem, trabalhabilidade e durabilidade são inerentes às espécies. Com base nesse contexto, a identificação correta das espécies é importante não apenas para as pesquisas fundamental e aplicada, mas também para oferecer lisura durante a comercialização dos produtos florestais.

O estudo anatômico da madeira é de comprovada relevância para o conhecimento das espécies madeireiras e para a elaboração de chaves capazes de subsidiar a identificação, sendo extremamente útil nos inventários florestais, nos quais freqüentemente o material é estéril ou incompleto (Fedalto et al. 1989). Seus limites são ainda mais amplos e de mais alta relevância, quando considerados sob o ponto de vista evolutivo, por fornecer bases firmes para estudos filogenéticos e estratégias ecológicas de desenvolvimento e sobrevivência (Dickison, 1975).

A fim de contribuir com a identificação científica dos representantes de Leguminosae, está sendo desenvolvido um estudo das espécies dessa família, ocorrentes no Campo Experimental da Embrapa, localizado no município de Moju, PA. Esse estudo aborda tanto características morfológicas de campo como de laboratório, evidenciando características anatômicas da madeira que auxiliam na identificação científica. O presente trabalho é parte do referido estudo, onde são tratadas as seguintes espécies: *Hymenaea courbaril* Lineu, *Macrolobium angustifolium* (Bentham) R.S. Cowan, *Macrolobium multijugum* Bentham, *Vouacapoua americana* Aublet, *Inga alba* (Swartz) Willdenow, *Inga edulis* Martius, *Parkia gigantocarpa* Ducke, *Parkia pendula* (Willdenow) Bentham ex Walpers, *Dipteryx odorata* Willdenow e *Vatairea guianensis* Aublet.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo localiza-se entre as coordenadas geográficas de 2°08' e 2°12' de latitude sul e 48°47' e 48°48' de longitude oeste de Greenwich, no Estado do Pará, município de Moju, Campo Experimental da Embrapa (Figura 1) o qual se caracteriza por apresentar clima quente e úmido, relevo plano com pequenos declives de 0% a 3% e solo predominantemente Latossolo Amarelo com diferentes texturas. Foram realizadas algumas viagens à área de estudo, a fim de serem coletadas amostras de espécimes de Leguminosae.

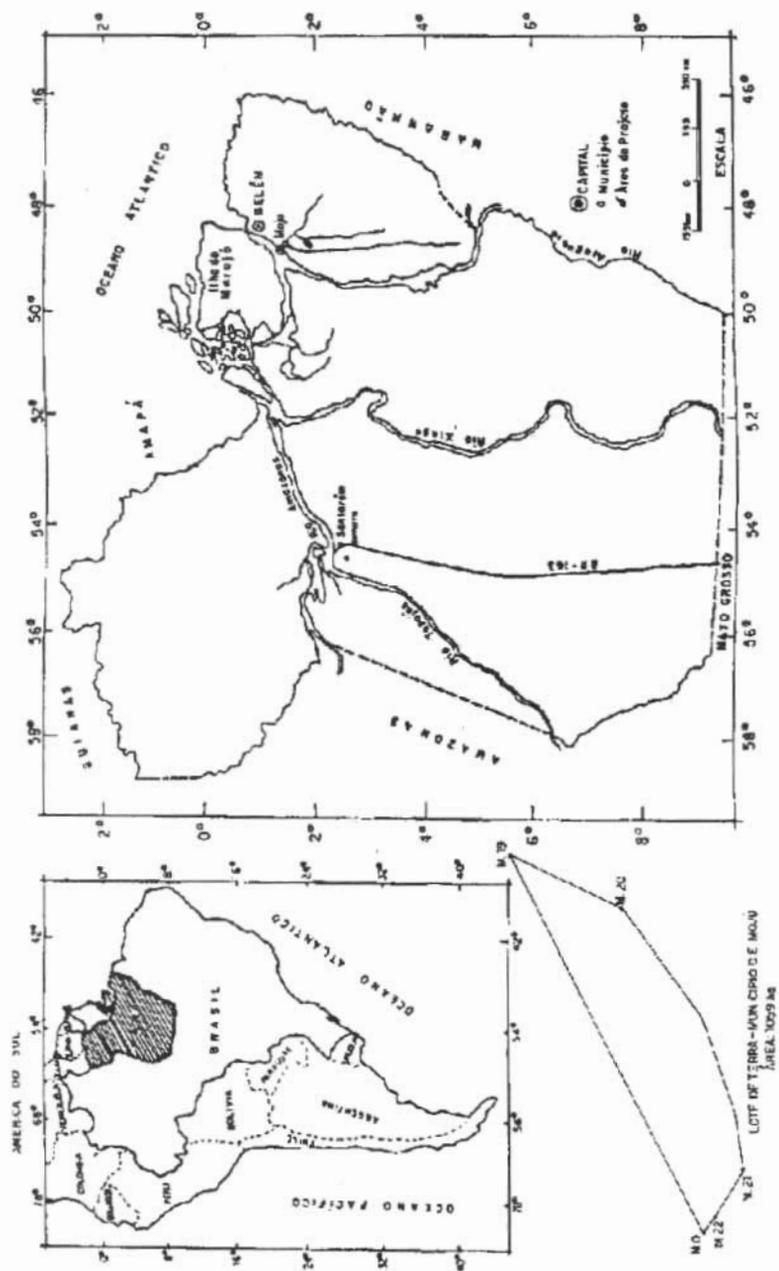


Figura 1. Localização do Campo Experimental da Embrapa Amazônia Oriental no Moju - Pará

De cada indivíduo foram coletadas no mínimo cinco amostras (folhas, flores e/ou fruto), as quais foram prensadas no próprio local e borrifadas com álcool para conservá-las até chegar ao laboratório; amostras de flores foram colocadas em álcool a 70% para serem analisadas posteriormente. No laboratório, as amostras foram desidratadas em estufa elétrica a 70°C, durante 48h e posteriormente procedeu-se a identificação botânica, utilizando-se chaves de identificação e comparação com o material herborizado do acervo do herbário IAN da Embrapa Amazônia Oriental. Com as amostras identificadas, foram preparadas exsiccatas, as quais foram registradas no referido Herbário. Utilizando-se de uma régua, foram mensuradas as folhas, os folíolos e os pecíolos do material coletado, medindo-se pelo menos cinco folhas de cada indivíduo, num total de ca. de oito indivíduos por espécie. Os desenhos foram realizados em câmara clara, acoplada a estereomicroscópio, utilizando-se material desidratado e em meio líquido; das espécies que não foi possível coletar flores, utilizou-se amostras do Herbário IAN, as quais foram hidratadas, através do uso de amônia concentrada (Brito, 1996). A descrição morfológica foi baseada nas observações de campo e de laboratório, com o auxílio de estereomicroscópio. A terminologia adotada na descrição das formas das folhas e das peças florais foi segundo Stearn (1983).

O material lenhoso utilizado para os estudos anatômicos foi obtido de árvores adultas, retirado do tronco, a 1,30m do solo e desidratado ao ar livre. Os corpos de prova foram preparados com 2cm na direção tangencial, 2cm na direção radial e 2,5cm na direção axial. O amolecimento dos mesmos foi em autoclave a 121°C, com duração de 48 horas. Após o cozimento, foram mantidos umedecidos com água destilada. As seções anatômicas foram obtidas com um micrótomo de deslize, com espessura das seções anatômicas variando de 18 a 24µm. A coloração foi obtida com uso de "safrablau", o qual foi preparado com 30% de safranina (solução aquosa a 1%) e 70% de azul de astra (solução a 1%) acrescidos de três gotas de ácido acético glacial. Os cortes foram submetidos ao corante durante 20 minutos, a seguir lavados em água destilada e submetidos a uma série alcoólica crescente (50%, 70%, 95%) e

duas vezes em álcool etílico P.A.); posteriormente, os cortes ficaram imersos em Acetato de N-Butila. O meio de montagem foi bálsamo Entelan, tendo sido preparadas três lâminas com seções coloridas e três naturais de cada espécie. Os fragmentos do lenho usados na dissecação dos elementos anatômicos foram retirados das amostras, com um estilete e colocados em vidros com 5ml de ácido acético P.A. ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) e 5ml de água oxigenada 30% ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), deixando macerar por um período de 22 a 24 horas em estufa à temperatura de 60° C. O material macerado foi colorido com a solução de "safrablau". As lâminas foram preparadas com glicerina e as medições e observações foram feitas com o auxílio de microscópio ótico, com escala micrométrica acoplada à lente. As descrições anatômicas e mensurações foram feitas de acordo com as Normas de procedimentos em estudos de madeira (Coradin & Muniz, 1992).

As áreas de ocorrência, os usos e os nomes vernaculares foram obtidos através da consulta ao acervo dos herbários IAN, MG e INPA, bem como à literatura específica.

A classificação até família seguiu Cronquist (1993), a partir de subfamília foi realizada segundo Polhill & Haven (1981). Para cada espécie estudada, são apresentados nome genérico, epíteto específico, autor, referência da diagnose, ilustrações, descrição botânica, material examinado, nome vernacular, descrição anatômica microscópica, usos e áreas de ocorrência na Amazônia brasileira.

## RESULTADOS

Magnoliophyta – Magnoliatae – Rosidae – Rosales – Leguminosae – Caesalpinioideae – Mimosoideae – Papilionoideae.

### Subfamília CAESALPINIOIDEAE

*Hymenaea courbaril* Lineu; Sp. Pl.:1192. 1753 (Figura 2).

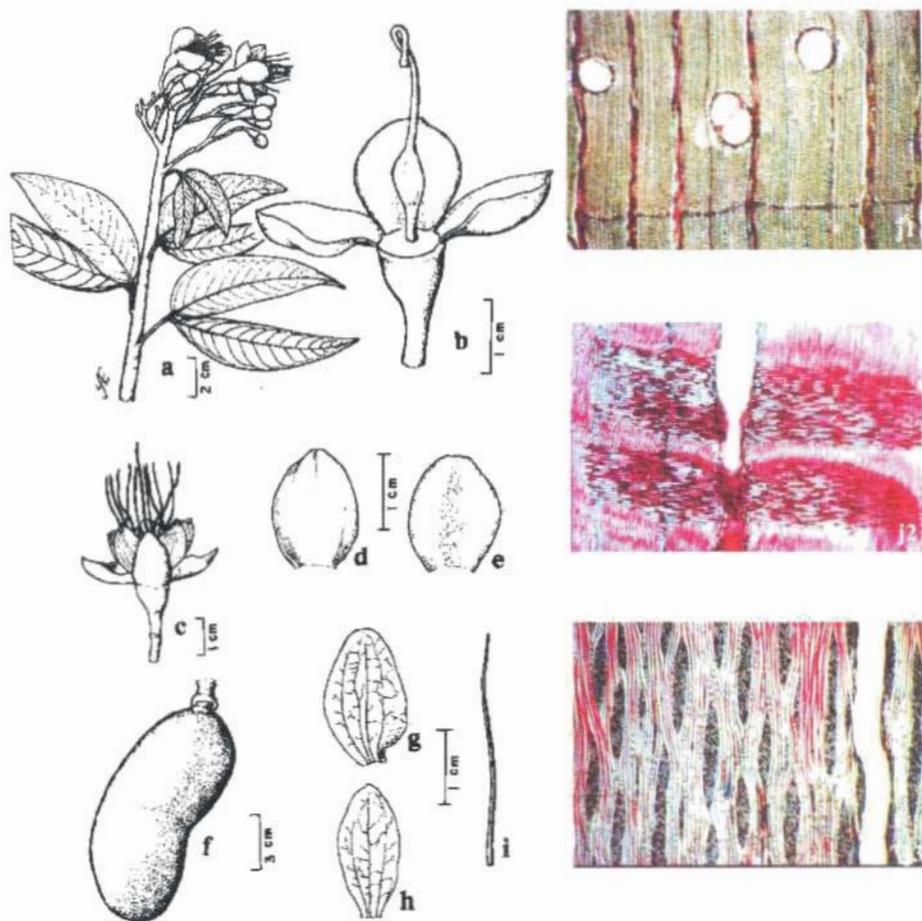


Figura 2. *Hymenaea courbaril* L.; a) ramo com inflorescência; b) cálice; c) flor; d) sépala (face externa); e) sépala (face interna); f) fruto; g) pétala (face interna) h) pétala (face externa); i) filete, j) estruturas anatómicas madeira: j1) seção transversal, j2) seção radial, j3) seção tangencial

Árvore com aprox. 30-50m de altura, 2-3m de circunferência; folhas bifolioladas, 12-18cm de compr., 6-13cm de larg.; pecíolo 1,5-2,5cm de compr., 0,1-0,2cm de diâmetro; folíolos coriáceos, amplamente falcados, assimétricos, glabros, podendo ser observados discretos tricomas à lupa, 10-17cm de compr., 3,5-7cm de larg., ápice acuminado, encurvado, base retusa, assimétrica; inflorescência em panícula; flores com cálice ca. de 3cm de compr., sépalas cinco, pubescentes, côncavas; corola pentâmera; androceu com dez estames com aprox. 3cm de compr.; gineceu com ca. de 3,5cm de altura; fruto legume nucóide, oblongo, 10-13cm de compr., 5-7cm de larg..

**MATERIAL EXAMINADO** - Brasil, Pará, Moju, 25/3/1997, B. G. S. Ribeiro 2388 (IAN 164876); Moju, 26/3/1997, B. G. S. Ribeiro 2408 (IAN 164896); Moju, 26/3/1997, B. G. S. Ribeiro 2413 (IAN 164901); Moju, 26/3/1997, B. G. S. Ribeiro 2412 (IAN 164900); Moju, 27/3/1997, B. G. S. Ribeiro 2426 (IAN 164914); Moju, 29/10/97, Ferreira G. C. e Oliveira J. C. L. de 490 (IAN 166119, XILOTECA 6193); Conceição do Araguaia, 27/6/1953, R. L. Fróes 29926 IAN (80733). Ceará, 6/12/1956, A. Ducke 2574 (IAN 105036).

**NOME VERNACULAR** - Jataí, jataíba, jataíba-peba, jassá, jataúba jatel, jati, jatobá, jatobá-de-anta, jutaí, jutaí-açu, jutef.

**DESCRIÇÃO ANATÔMICA MICROSCÓPICA** - Vasos predominantemente solitários (73%), porosidade difusa; frequência de 1-4 vasos/mm<sup>2</sup>; diâmetro tangencial médio 192µm; forma da seção arredondada; elementos vasculares de compr. médio 337µm; apêndices presentes apenas em uma das extremidades; placas de perfuração simples; pontoações intervasculares predominantemente opostas, ocasionalmente ocorrem alternas de forma arredondada às vezes poligonal com ornamentações, diâmetro tangencial médio de 9 µm; pontoações raio-vasculares com forma elíptica, algumas com forma arredondada, arranjo alterno tendendo para o oposto e parênquima-vasculares, forma arredondada, arranjo alterno. **Parênquima** axial aliforme e marginal, 2-4 células seriadas. **Raios** multisseriados, com 2-6 células de largura e, altura média de

0,55mm, frequência de 3-6 raios/mm, homocelulares, ccm todas as células procumbentes; cristais romboédricos em câmara, presentes nas células do parênquima axial. **Fibras** librififormes com pontoações simples e pequenas; compr. médio 1,39mm, parede delgada a espessa.

**USOS** - Na medicina popular, o decócto de suas cascas é usado no tratamento de inapetência, atonia gástrica, inflamação da bexiga e próstata, cistite crônica ou aguda, coqueluche, blenorragias, disenteria, dispepsia e cólica; tem ação adstringente, hemostática, vermífuga e peitoral; a resina com mel de abelha é utilizada contra asma, tosse, laringite e outras afecções das vias respiratórias, é expectorante e fortificante; aplicações locais são utilizadas em úlceras bucais e dores localizadas. A resina, "jutaicica" ou "copal da América", é usada na produção de verniz (Rodrigues et al. 200-). O fruto é comestível, de sabor adocicado (Rodrigues, 1989). Madeira apropriada para construções externas (estruturas, postes, mourões, dormentes, cruzetas), vigas, caibros, ripas, tacos e tábuas para assoalho, esquadrias, mobiliário de luxo para escritório, lambris, laminados para fins decorativos, cabos de ferramentas e implementos agrícolas, carroçaria, vagões (Instituto..., 1981).

#### **ÁREAS DE OCORRÊNCIA NA AMAZÔNIA BRASILEIRA -**

**Amazonas:** rio Purus; **Maranhão:** São Luís, Alcântara, Sta Luzia, Pte Dutra; **Mato Grosso do Sul:** Bataiporã; **Mato Grosso:** Sta Terezinha, Nobres, rio Aripuanã, rio Juruena; **Pará:** Belém (horto do Museu Emílio Goeldi, horto botânico, largo Batista Campos), Conceição do Araguaia, Moju, Monte Alegre, Monte Dourado, Porto de Moz, Santarém, Óbidos, Tucuruí, Altamira, Faro, Oriximiná, Viseu, Bragança, Almeirim, Barcarena, Capitão Poço, Marajó, fazenda Sta Terezinha, fazenda Uriboça, rodovia Belém-Brasília, rio Tocantins, rio Paru de Oeste, rio Guamá; **Rondônia:** Pte Médice, rio Urupá.

***Macrobium angustifolium* (Bentham) R. S. Cowan;** Mem. N. Y. Bot. Gard. 8:314. 1953 (Figura 3).

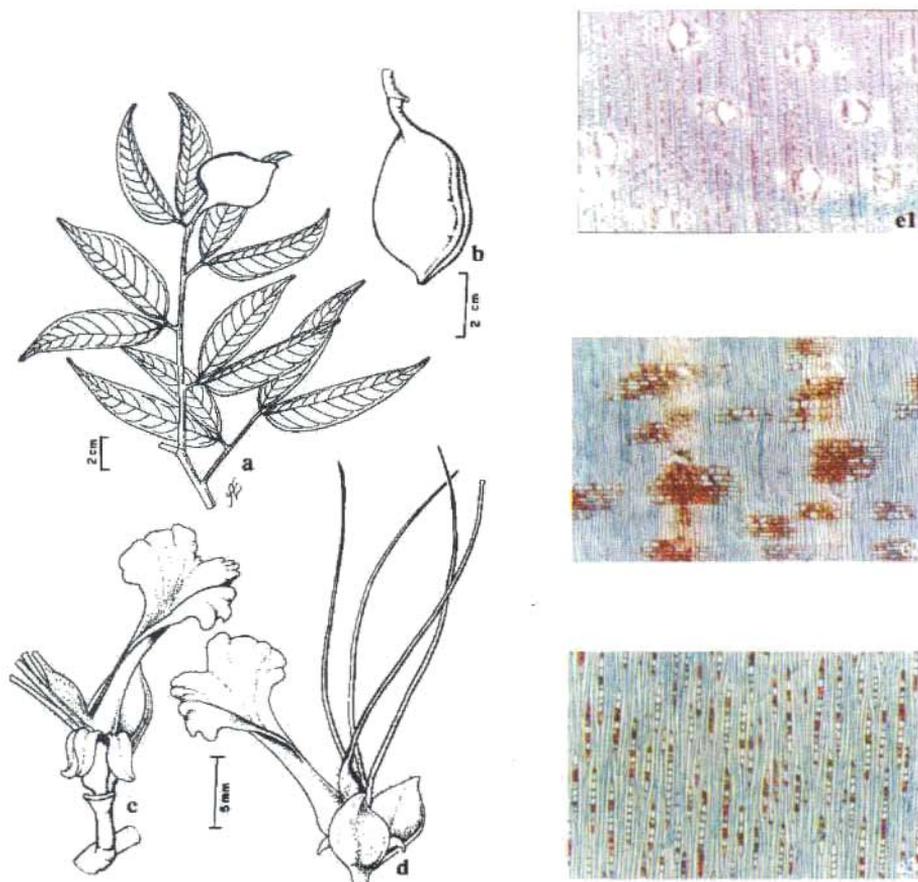


Figura 3. *Macrolobium angustifolium*(Benth.) R. S. Cowan; a) ramo com fruto; b) fruto; c) flor evidenciando cálice, corola e inserção dos órgãos reprodutores; d) flor evidenciando brácteas, corola e órgãos reprodutores; e) estruturas anatômicas da madeira: e1) seção transversal, e2) seção radial, e3) seção tangencial.

Árvore com aprox. 15-20m de altura, 60-90cm de circunferência; folhas paripinadas, bifolioladas, 9-13cm de compr., 4-8cm de larg., pecíolo 0,5-0,8cm de compr., 0,1-0,2cm de larg.; folíolos amplamente falcados, assimétricos, 8-12cm de compr., 2-4cm de larg., ápice agudo, base obtusa, assimétrica, margem inteira; inflorescência em racemo; flor com duas brácteas côncavas, persistentes; cálice com quatro sépalas ca. de 2,5mm de compr.; corola com uma pétala bem desenvolvida ca. de 16mm de compr.; androceu com três estames com ca. de 27mm de compr.; gineceu com ca. de 26mm, ovário piloso; fruto núcula, oblongo, terminando em apículo, 7-9cm de compr., 4,5-5,5cm de larg.

**MATERIAL EXAMINADO** - Brasil, Pará, Moju, 29/3/1996, B. G. S. Ribeiro 2181 (IAN 164600); Moju, 29/10/97, Ferreira G. C. e Oliveira J. C. L. de 118 (IAN 165170, XILOTECA 6196); Moju, 1/6/1954, G. A. Black 54-16274 (IAN 83696); Anajás, 18/8/1982, M. R. Cordeiro e N. A. Sena 1694 (IAN 158275); rio Tiriós, 19/5/1962, E. Oliveira 1957 (IAN 112899). Amapá, 18/10/79, C. Rosário e M. R. Santos 7084 (IAN 157324).

**NOME VERNACULAR** - fava, faveira, ipê.

**DESCRIÇÃO ANATÔMICA MICROSCÓPICA** - Vasos predominantemente solitários (82%), múltiplos de dois (18%), porosidade difusa; freqüência 2-6 vasos/mm<sup>2</sup>, diâmetro tangencial médio de 87µm, forma da seção ovalada a arredondada; elementos vasculares de compr. médio 393µm, apêndices curtos raramente presentes nas duas ou em uma das extremidades, placas de perfuração simples; pontoações intervasculares alternas de forma poligonal com ornamentações; pontoações raio-vasculares alternas com forma estendida com ornamentações e parênquima-vasculares, forma arredondada com ornamentações. **Parênquima** axial aliforme e marginal, células seriadas pouco visíveis nas seções radiais e tangenciais. **Raios** unisseriados, altura média 0,25mm, freqüência de 8-15 raios/mm, heterocelulares composto de células procumbentes e células quadradas nas laterais (uma fileira marginal). **Fibras** libriiformes com pontoações simples e pequenas, compr. médio 1,52mm, parede delgada a espessa.

## USOS - Carpintaria em geral

### ÁREAS DE OCORRÊNCIA NA AMAZÔNIA BRASILEIRA -

**Amapá:** Macapá (São Joaquim do Pacui), Serra do Navio, rio Araguari; **Amazonas:** Manaus, São Felipe, Tefé, Carauari, Itapiranga, a 14km de São Gabriel da Cachoeira, entre Maraã e Japurá, entre Manaus e São Gabriel, rio Negro, rio Jutaf, rio Aracá, rio Urubu, rio Demeni, rio Uatumã, rio Cuieras; **Mato Grosso:** rio Juruena; **Pará:** Belém, Praia, Portel, Porto de Moz, Abaetetuba, Breves, Anajás, Ananindeua, Moju, Altamira, Barcarena (rio Conde, rio Tauá, ilha das Onças, rio Bacuri, rio Murucupi), Tucuruí, Breu, região do planalto de Santarém, entre Acará e Tomé-Açu, rio Tiriós, rio Paru de Oeste, rio Arapiuns, rio Catrimani; **Rondônia:** rio Machado.

***Macrolobium multijugum* Benth;** Mart. Fl. Bras. 15(2):222. 1876-1879 (Figura 4).

Árvore com ca. de 15-20m de altura, 1-1,5m de circunferência; folhas paripinadas, 11-16cm de compr., 7-14cm de larg., pecíolo com 1-2cm de compr., 0,1-0,2cm de larg.; 5-8 pares de folíolos, coriáceos, oblongo-obovados, assimétricos, 4-7cm de compr., 1-2cm de larg., ápice retuso, base obtusa ligeiramente assimétrica; inflorescência em racemo; flor com duas brácteas côncavas, persistentes; cálice com quatro sépalas, ca. de 1,5mm de compr.; corola com uma pétala medindo ca. de 8mm de compr.; androceu com três estames, ca. de 15mm; gineceu com ca. de 10mm de compr., ovário piloso; fruto núcula, irregularmente arredondado com 4-5cm de compr., 3-4cm de larg.

**MATERIAL EXAMINADO** - Brasil, Pará, Moju, 25/3/1997, B. G. S. Ribeiro 2399 (IAN 164887); Moju, 25/3/1997, B. G. S. Ribeiro 2398 (IAN 164886); Moju, 25/3/1997, B. G. S. Ribeiro 2397 (IAN 164885); Moju, 25/3/1997, B. G. S. Ribeiro 2396 (IAN 164884); Moju, 28/3/1997, B. G. S. Ribeiro 2452 (IAN 164940); Moju, 29/10/97, Ferreira G. C. e Oliveira J. C. L. de 488 (IAN 166117, XILOTECA 6197); Belém, 30/7/1968, J. M. Pires e N. T. Silva 11904 (IAN 126185).

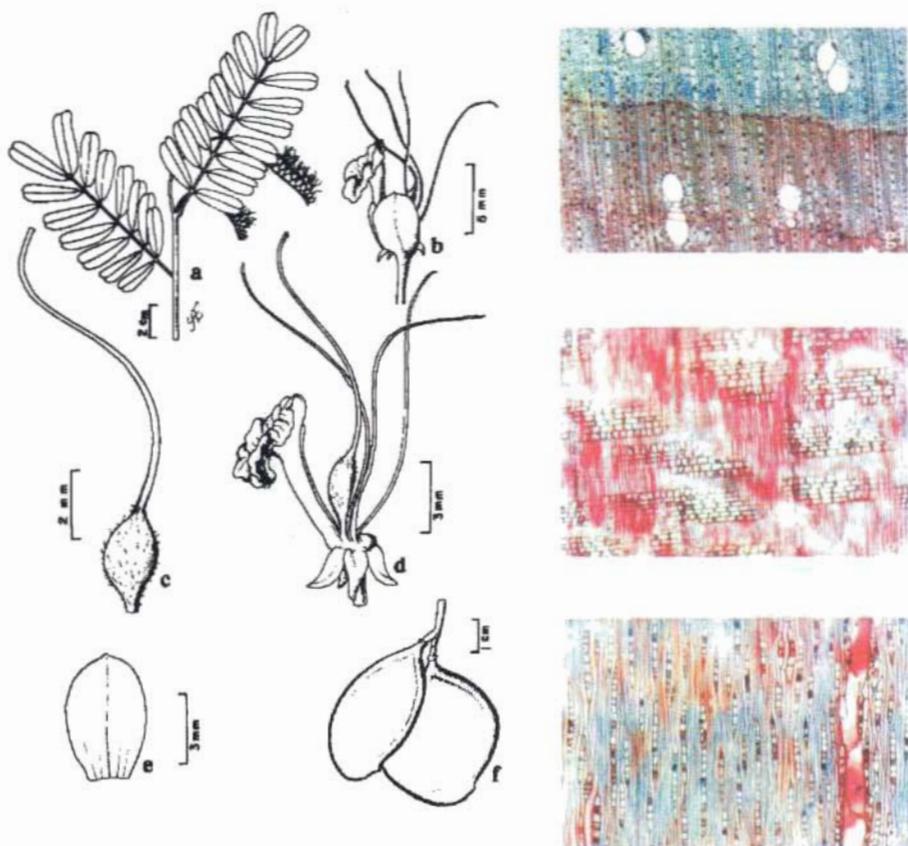


Figura 4. *Macrobium multijugum* Benth.; a) ramo com inflorescência; b) flor evidenciando brácteas; c) gineceu; d) flor evidenciando cálice, corola e inserção dos órgãos reprodutores; e) brácteas; f) frutos; g) estruturas anatómicas da madeira: g1) seção transversal, g2) seção radial, g3) seção tangencial.

## **NOME VERNACULAR** – Araparirana, araparyrana

**DESCRIÇÃO ANATÔMICA MICROSCÓPICA** - Vasos múltiplos de dois (41%), múltiplos de três a quatro (28%) e solitários com 23%; porosidade difusa; freqüência de 2-8 vasos/mm<sup>2</sup>, diâmetro tangencial médio 103µm; forma da seção ovalada; elementos vasculares de compr. médio 349µm, apêndices curtos ocorrem ocasionalmente nas duas ou em uma das extremidades; placas de perfuração simples, depósito dentro dos vasos de cor marrom em pouca quantidade; pontoações intervasculares alternas de forma poligonal, pontoações raio-vasculares e parênquimo-vasculares alternas e arredondadas com ornamentações. **Parênquima** axial predominantemente marginal, porém ocorre aliforme, seriado com quatro células por série. **Raios** unisseriados, altura média 0,26mm, freqüência de 3-10 raios/mm, heterocelulares composto de células procumbentes e quadradas, ocorrendo ocasionalmente as erectas (uma fileira de célula marginal); cristais em câmara, romboédricos, ocorrendo ocasionalmente nas células dos raios. **Fibras** libriformes com pontoações simples e pequenas, compr. médio 0,99mm, parede delgada.

**USOS** - Carpintaria em geral.

## **ÁREAS DE OCORRÊNCIA NA AMAZÔNIA BRASILEIRA** -

**Acre:** Rio Branco (igarapé Caranã); **Amapá:** rio Curiaú, rio Macacoari, rio Matapi; **Amazonas:** Maués, Parintins, Manaus, Manacapuru, Japurá, Humaitá, Borba, Axinir, rio Negro, rio Acará, rio Purus, rio Preto, baía de Buiaçu; **Mato Grosso:** rio Juruena; **Pará:** Belém (Mosqueiro, IPEAN), Moju, Vigia, Santarém (rio Negro, rio Tapajós), Itaituba (rio Tapajós), Oriximiná, Barcarena, estrada de Acará-Moju, entre Acará e Tomé Açu, rio Peri, rio Trombetas, rio Nhamundá, rio Arapiuns, lago de Faro; **Rondônia:** Porto Velho (rio Jamari); **Roraima:** rio Xeriuni, rio Univini, rio Xerinique.

***Vouacapoua americana* Aublet;** Pl. Gui. Suppl. 9:373. 1775 (Figura 5).

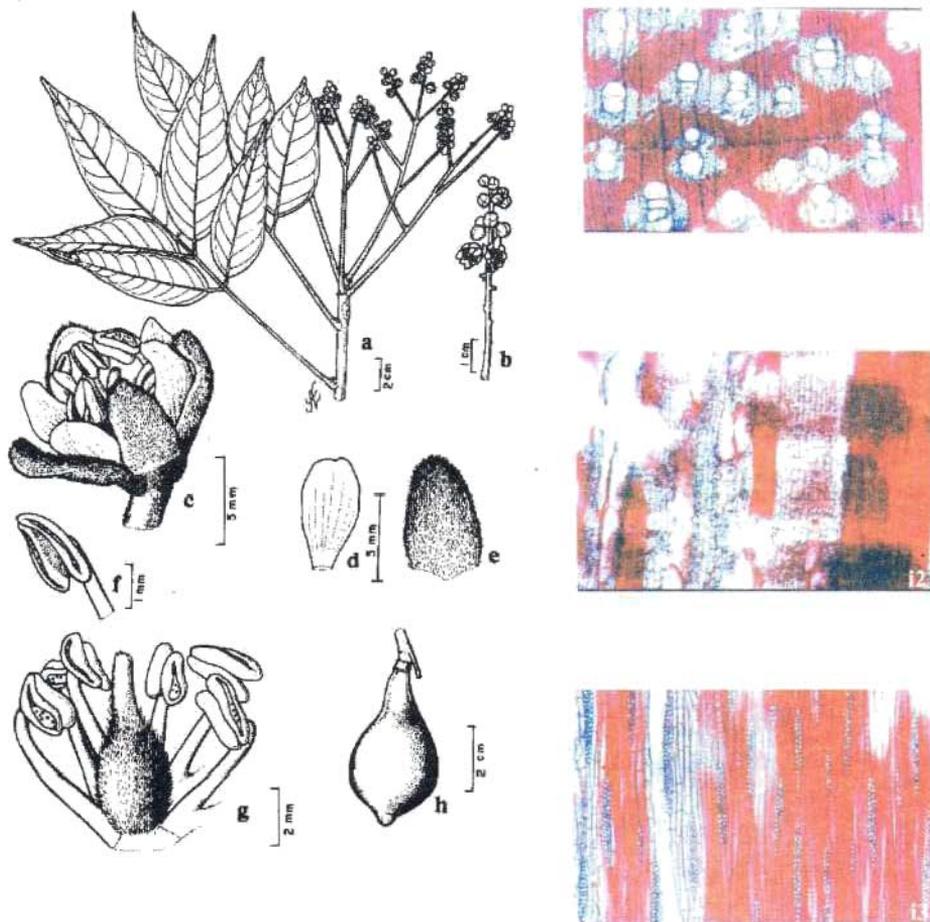


Figura 5. *Vouacapoua americana* Aublet.; a) ramo com inflorescência; b) inflorescência; c) flor; d) pétala; e) sépala; f) antera; g) órgãos reprodutores; h) fruto; i) estruturas anatómicas da madeira: i1) seção transversal, i2) seção radial, i3) seção tangencial.

Árvore com aprox. 30-40m de altura, 1,5-2,50m de circunferência; caule fúlcreo; folhas imparipinadas com 38-40cm de compr., 28-40cm de larg.; pecíolo estriado com 7-16cm de compr., 0,1-0,2cm de diâmetro; raque com 17-30cm de compr.; glândulas presentes entre a inserção dos folíolos; 9-13 folíolos coriáceos, lanceolado-oblongos, assimétricos, com 15-20cm de compr., 3,5-5,5cm de larg., ápice agudo, base obtusa, margem inteira; inflorescência em panícula; flores com cálice pentalobado, pubescente, com aprox. 6mm de compr., 5mm de diâmetro; corola pentâmera, pubescente com ca. de 6mm de compr., 3mm de larg.; androceu com dez estames livres, ca. de 3mm de diâmetro, antera dorsifixa rimosa; gineceu com ovário piloso; fruto legume drupáceo, obovado, com apículo terminal, 6-6,5cm de compr., 4-4,5cm de larg.

**MATERIAL EXAMINADO** - Brasil, Pará, Moju, 18/5/1996, B. G. S. Ribeiro 2285 (IAN 164704); Moju, 18/5/1996, B. G. S. Ribeiro 2320 (IAN 164739); Moju, 18/5/1996, B. G. S. Ribeiro 2321 (IAN 164740); Moju, 29/3/1996, B. G. S. Ribeiro 2188 (IAN 164607); Moju, 25/3/1996, B. G. S. Ribeiro 2119 (IAN 164547); Moju, 29/10/97, Ferreira G. C. e Oliveira J. C. L. de 489 (IAN 166118, XILOTECA 6201); Santarém, 2/2/1955, R. L. Fróes 31520 (IAN 87484); Almeirim, 23/4/1963, E Oliveira 2497 (IAN 115281).

**NOME VERNACULAR** - Acapu, acapu-preto, angelim, angelim-de-folha-grande, pitangueira, ritangueira, teca-brasileira.

**DESCRIÇÃO ANATÔMICA MICROSCÓPICA** - Vasos múltiplos de dois (32%), múltiplos de três a quatro (32%), solitários 24% e múltiplos de quatro a seis (12%), porosidade difusa; frequência de 5-15vasos/mm<sup>2</sup>, diâmetro tangencial médio 113µm, forma da seção arredondada; elementos vasculares de compr. médio 574µm, apêndices, na maioria, ocorrem nas duas extremidades, placas de perfuração simples, depósito dentro dos vasos de cor marrom em pouca quantidade; pontoações intervasculares, raio-vasculares e parênquima-vasculares não visíveis sob microscópio ótico. - **Parênquima** axial predominantemente aliforme losangular e confluyente, ocorre marginal irregular, quatro células por série. **Raios** multisseriados, largura de 1-3 células, altura média 0,31mm, frequência de 3-7 raios/mm, homocelulares com todas as células

procumbentes; cristais romboédricos em câmara ocorrem nas células do parênquima. **Fibras** libriformes com pontoações simples e pequenas, compr. médio 1,46mm, paredes muito espessas, com 10 $\mu$ m.

**USOS - LENHO** apropriado para assoalhos, portas, vigamentos, escadas, esquadrias, caibros, vagões, dormentes, estacas, canoaria, construção civil em geral, obras hidráulicas, construção naval, confecções de móveis e tamancos (Rodrigues, 1989). Popularmente, o decócto das cascas é usado no tratamento de diarréias e úlceras crônicas (Rodrigues et al. 200-).

#### **ÁREAS DE OCORRÊNCIA NA AMAZÔNIA BRASILEIRA -**

**Amapá:** Serra do Navio, Macapá (rio Dois Irmãos), rio Oiapoque; **Amazonas:** rio Marañia; **Pará:** Belém (reserva Aurá, reserva Mocambo, cafezal do IAN, terreno do IPEAN, horto do Museu Emílio Goeldi, bosque Rodrigues Alves); Moju, Tucuruí, Almeirim, Ananindeua, Ourém, Monte Dourado, Santarém, estrada Belém-Mosqueiro, estrada Belém-Bragança, igarapé Arapijó.

#### **Subfamília MIMOSOIDEAE**

***Inga alba* (Swartz) Willdenow;** Sp. Pl. IV:1013. 1806 (Figura 6).

Árvore com aprox. 20-30m de altura, 30-60cm de circunferência; folhas paripinadas com 27-32cm de compr., 23-32cm de larg., pecíolo cilíndrico, ferrugíneo, glabro, 3-5cm de compr., 0,1-0,2cm de diâmetro, raque sem ala ou quando presente apresenta-se diminuta e apenas entre os últimos e penúltimos folíolos, 12-17cm de compr., glândula cupuliforme na inserção dos folíolos, abertura circular; 4-5 pares de folíolos membranáceos, oblongo-lanceolados, 11-17cm de compr., 4,5-7,0cm de larg., ápice agudo-acuminado, base obtusa, podendo apresentar-se ligeiramente assimétrica; inflorescência em racemos de espigas; flores sésseis; cálice tubuloso com cinco lobos em forma de dente, 1-1,5mm de compr., pubescente; corola tubulosa, cinco lobos em forma de dente, discretamente pubescente, ca. de 3-5mm de compr., estames numerosos, ca. de 1cm de compr., unidos até aprox. a metade de seu compr., antera dorsifixa, rimosa; gineceu unicarpelar; fruto nucóide achatado, encurvado ou reto, ca. de 40cm de compr., 2cm de larg.

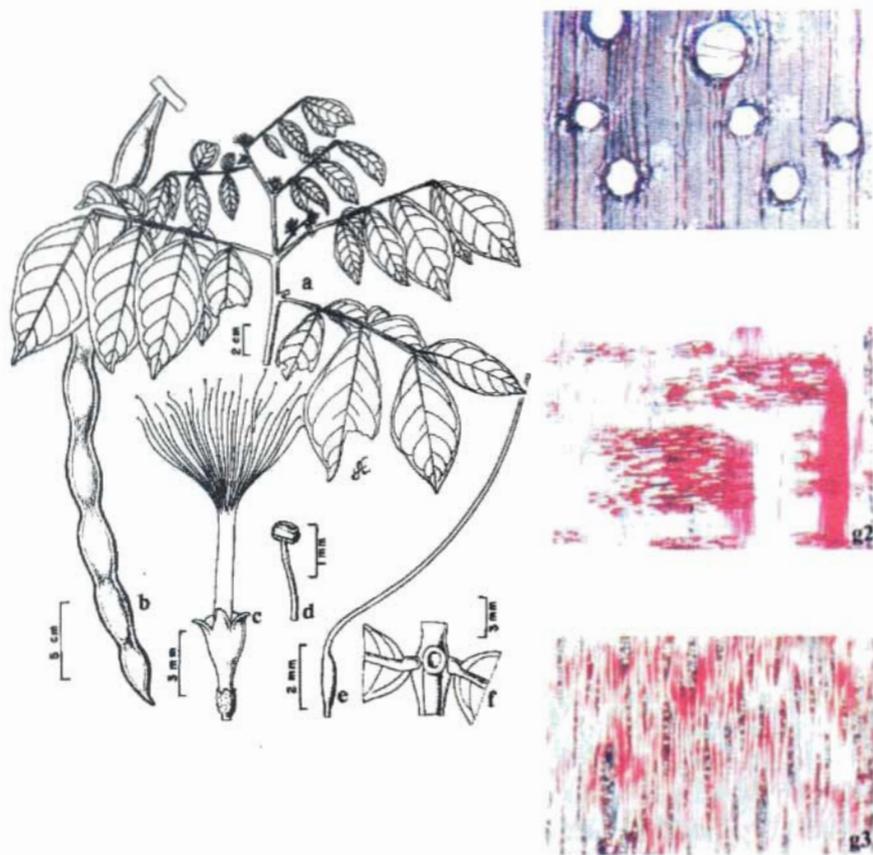


Figura 6. *Inga alba* Willd.; a) ramo com inflorescências; b) fruto; c) flor; d) estame; e) gineceu; f) glândula na inserção dos folíolos; g) estruturas anômicas da madeira: g1) seção transversal, g2) seção radial, g3) seção tangencial.

**MATERIAL EXAMINADO** - Brasil, Pará, Moju, 28/3/1997, B. G. S. Ribeiro 2447 (IAN 164935); Moju, 28/3/1997, B. G. S. Ribeiro 2451 (IAN 164939); Moju, 28/3/1997, B. G. S. Ribeiro 2449 (IAN 164937); Moju, 28/3/1997, B. G. S. Ribeiro 2448 (IAN 164936); Moju, 28/3/1997, B. G. S. Ribeiro 2445 (IAN 164933); Moju, 29/10/97, Ferreira G. C. e Oliveira J. C. L. de 104 (IAN 165156, XILOTECA 6194); Belém, 2/7/1957, G. A. Black 57-20013 (IAN 96430). Brasília, 30/7/1992, B. A. S. Pereira e V. V. Mecenas 2151 (IAN 164284).

**NOME VERNACULAR** – Ingá, ingá-turi, ingá-xixi, ingá-xixica, ingazeira.

**DESCRIÇÃO ANATÔMICA MICROSCÓPICA** - **Vasos** predominantemente solitários (84%); múltiplos de dois (16%); porosidade difusa, frequência 2-6 vasos/mm<sup>2</sup>, diâmetro tangencial médio 213µm, forma da seção arredondada; elementos vasculares de compr. médio 413µm, apêndices muito curtos ocorrem ocasionalmente, nas duas ou em uma das extremidades, placas de perfuração simples; pontoações intervasculares alternas de forma arredondada com ornamentações, pontoações raio-vasculares e parênquima-vasculares semelhantes às intervasculares. **Parênquima** axial predominantemente aliforme tendendo a losangular, ocasionalmente ocorre confluência e parênquima vasicêntrico, 2-5 células seriadas. **Raios** predominantemente unisseriados, ocasionalmente ocorrem multisseriados, altura média 0,26mm, frequência de 5-13 raios/mm, homocelulares com todas as células procumbentes; cristais romboédricos em câmara ocorre 37m nas células do parênquima axial. **Fibras** librifformes com pontoações simples e pequenas, compr. médio 1,58mm, parede delgada com espessura de 5µm.

**USOS** - Madeira apropriada para vigas, caibros, ripas, lambris, painéis, escadas, paredes divisórias, estrutura de implementos agrícolas, embalagens pesadas (engradados), miolo de portas (Instituto, 1983). O fruto é comestível (Cavalcante, 1991).

**ÁREAS DE OCORRÊNCIA NA AMAZÔNIA BRASILEIRA** - **Amapá**: rio Oiapoque; **Amazonas**: Manaus (parque dez); **Maranhão**: Mirador; **Pará**: Belém (bosque municipal, estrada do Cafezal, bos-

que Rodrigues Alves, reserva Black, reserva APEG), Moju, São Miguel do Guamá, Monte Dourado, Faro, Altamira, Ananindeua, planalto de Santarém, rodovia Belém-Brasília, estrada de ferro de Bragança, rio Itacaiunas; **Rondônia:** Porto Velho.

***Inga edulis* Martius;** Mart. Fl. Bras. XV. II:113. 1876-1879 (Figura 7).

Árvore de aprox. 10-20m de altura, 25-40cm de circunferência; folhas paripinadas, 22-29cm de compr., 16-25cm de larg., pecíolo cilíndrico, ferrugíneo, pubescente, 2-4cm de compr., 0,1-0,2cm de diâmetro; raque alada, 7-14cm de compr., 2,5cm de larg., glândula na inserção dos folíolos, cupuliforme achatada, abertura longitudinal; 4-6 pares de folíolos membranáceos, pubescentes, oblongo-lanceolados, 8-13cm de compr., 3-5cm de larg., ápice agudo-acuminado, base obtusa, podendo apresentar-se ligeiramente assimétrica, margem inteira; inflorescência em racemo de espigas; flores sésseis, cálice tubuloso com cinco lobos em forma de dentes, 3-5mm de compr., pubescentes; corola tubulosa, cinco lobos em forma de dentes, densamente pubescente, ca. de 10-16mm de compr., estames numerosos, ca. de 3cm de compr., unidos até aprox. a metade do seu compr., antera dorsifixa, rimosa; gineceu unicarpelar; fruto legume nucóide, cilíndrico, sulcado, reto ou encurvado, 70-115cm de compr., 2-3cm de larg..

**MATERIAL EXAMINADO** - Brasil, Pará, Moju, 26/6/1996, B. G. S. Ribeiro 2338 (IAN 164757); Moju, 27/3/1997, B. G. S. Ribeiro 2440 (IAN 164928); Moju, 28/3/1997, B. G. S. Ribeiro 2443 (IAN 164931); Moju, 28/3/1997, B. G. S. Ribeiro 2441 (IAN 164929); Moju, 28/3/1997, B. G. S. Ribeiro 2450 (IAN 164938); Moju, 29/10/97, Ferreira G. C. e Oliveira J. C. L. de 491 (IAN 166120, XILOTECA 6195); Belém, 30/5/1947, J. M. Pires e G. A. Black 1635 (IAN 29018).

**NOME VERNACULAR** – Abaremotemo, abavemo, engá, ingá-caixão, ingá-cipó, ingá-da-beirada, ingá-doce, ingá-da-praia, ingá-opëapiíba, ingá-rabo-de-mico, ingá-timbó, ingá-verdadeiro, ingáí, rabo-de-mico.

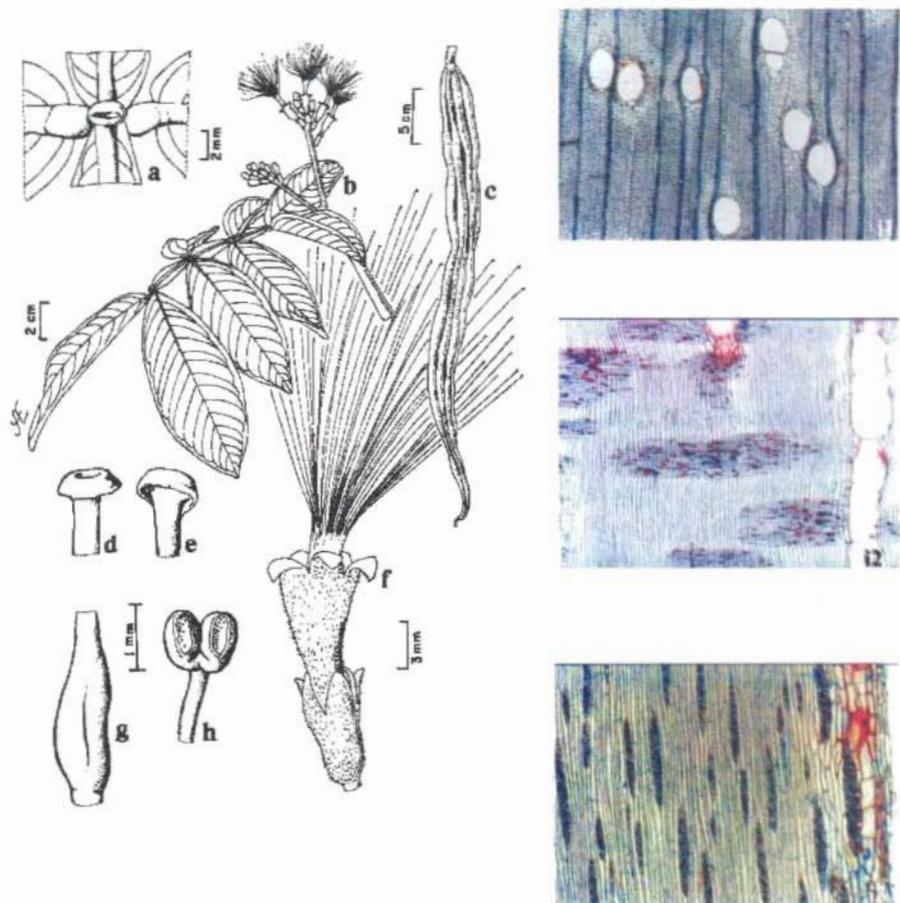


Figura 7. *Inga edulis* Mart.; a) glândula na inserção dos folíolos; b) folha e inflorescência; c) fruto; d) e e) estigma; f) flor; g) ovário; h) antera; i) estruturas anatómicas da madeira: i1) seção transversal, i2) seção radial, i3) seção tangencial.

**DESCRIÇÃO ANATÔMICA MICROSCÓPICA** - Vasos predominantemente solitários (71%), múltiplos de dois a três (27%), porosidade difusa; freqüência de 2-6 vasos/mm<sup>2</sup>, diâmetro tangencial médio 176µm, seção oval; elementos vasculares de compr. médio 402µm, apêndices muito curtos ocorrem ocasionalmente, nas duas ou em uma das extremidades, placas de perfuração simples; pontoações intervasculares alternas de forma arredondada com ornamentações, pontoações raio-vasculares e parênquima-vasculares semelhantes às intervasculares. **Parênquima** axial vasicêntrico, às vezes confluyente, 2-3 células seriadas. **Raios** multisseriados, altura média 0,30mm, freqüência de 3-8 raios/mm, homocelulares com todas as células procumbentes; cristais romboédricos em câmara ocorrem nas células do parênquima e fibras. **Fibras** libriformes com pontoações simples e pequenas, septadas, comprimento médio 1,27mm, parede delgada com espessura de 5µm.

**USOS** - Madeira apropriada para lenha, caixotaria e cangalhas; fruto comestível; a polpa do fruto é usada na preparação de xarope contra bronquite. As cascas são utilizadas pelos curtumes e o decócto dessas é empregado para curar feridas e em clisteres contra diarreia (Prance, 1975).

#### **ÁREAS DE OCORRÊNCIA NA AMAZÔNIA BRASILEIRA**

- **Acre:** Cruzeiro do Sul; **Amapá:** rio Oiapoque; **Amazonas:** Manaus, foz do rio Caiari; **Maranhão:** São Luis, Alcântara; **Mato Grosso:** Aripuanã; **Pará:** Belém (reserva Black, IAN, rio Guamá, Mosqueiro, horto botânico, estrada para o Mocambo), Óbidos, Almeirim, Altamira, Barcarena (ilha das Onças), Santarém, Ananindeua, São Caetano de Odivelas, a 70km de Tucuruí, margem direita da rodovia Tucuruí, rio Moju; **Rondônia:** Porto Velho, Guajará-Mirim, rio Jarú, rio Madeira, rio Jamari; **Roraima:** rio Uraricoera.

*Parkia gigantocarpa* Ducke; Arch. Jard. Bot. Rio de Janeiro, 1:19. 1915 (Figura 8).

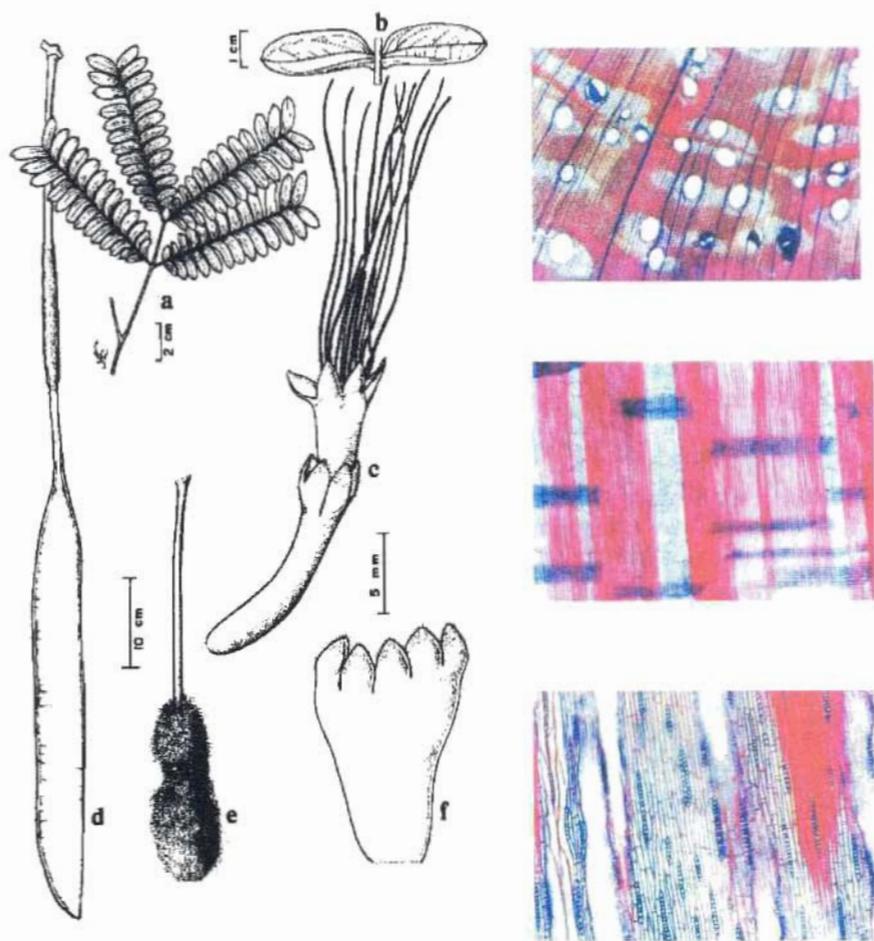


Figura 8. *Parkia gigantocarpa* Ducke; a) folha com dois pares de folíolos; b) dois folíolos; c) flor; d) fruto; e) inflorescência; f) cálice aberto; g) estruturas anômicas da madeira, g1) seção transversal, g2) seção radial, g3) seção tangencial.

Árvore com aprox. 30-40m de altura, 1-2,45m de circunferência; folhas bipinadas, 70-80cm de compr., 67-72cm de larg.; pecíolo com 8-15cm de compr., 0,1-0,5cm de larg.; 4-5 pares de pinas, 33-35cm de compr., 8-10cm de larg.; folíolos membranáceos, linguiformes, assimétricos, ápice obtuso, base truncada, assimétrica; inflorescência em capítulo oblongo, sustentada por pendão com ca. de 24cm de compr.; flores com cálice gamossépalo, carnoso, ca. de 14mm de compr., 2mm de diâmetro, pubescente principalmente da região mediana para o ápice; com cinco lobos do mesmo tamanho; corola gamopétala com ca. de 20mm de compr., 2mm de diâmetro, pentâmera, terminando em cinco lobos com ápices triangulares; androceu com dez estames soldados até a região mediana, com ca. de 4mm de compr.; fruto folículo, 35-44cm de compr., 5-6cm de larg.

**MATERIAL EXAMINADO** - Brasil, Pará, Moju, 27/3/1997, B. G. S. Ribeiro 2430 (IAN 164918); Moju, 27/3/1997, B. G. S. Ribeiro 2428 (IAN 164916); Moju, 27/3/1997, B. G. S. Ribeiro 2427 (IAN 164915); Moju, 27/3/1997, B. G. S. Ribeiro 2429 (IAN 164917); Moju, 29/10/97, Ferreira G. C. e Oliveira J. C. L de. 356 (IAN 165654, XILOTECA 6198); Moju, 16/6/1957, R. L. Fróes 33946 (IAN 100131); Belém, 30/12/1946, A. Ducke 2046 (IAN 20180).

**NOME VERNACULAR** - Fava-atanã, fava-barriguda, fava-bolota, faveira-atanã, fruto-gigante, japacanim, paricá, visqueiro.

**DESCRIÇÃO ANATÔMICA MICROSCÓPICA** - Vasos predominantemente solitários (74%), múltiplos de dois (19%), múltiplos de três a seis (7%), porosidade difusa; frequência 4-13 vasos/mm<sup>2</sup>; diâmetro tangencial médio 103 $\mu$ m, forma da seção ovalada a arredondada; elementos vasculares de comprimento médio 426 $\mu$ m, apêndices ocorrem ocasionalmente, nas duas ou em uma das extremidades, placas de perfuração simples; pontoações intervasculares alternas de forma poligonal com ornamentações, pontoações raio-vasculares alternas de forma arredondada com ornamentações, parênquimo-vasculares semelhantes às intervasculares. **Parênquima** axial predominantemente aliforme sem

confluência, ocorre também parênquima confluyente formando uma faixa que circunda todo o anel de crescimento com maior porosidade nessas faixas, quatro células por série. **Raios** unisseriados, altura média 0,19mm, frequência de 3-9 raios/mm linear, homocelulares com todas células procumbentes; cristais romboédricos em câmara ocorrem nas células do parênquima axial. **Fibras** libriformes com pontoações simples e pequenas presente nas paredes radiais, comprimento médio 1,45mm, paredes muito espessa com 10 $\mu$ m.

**USOS - MADEIRA** apropriada para caixotaria, brinquedos (Camargos et al., 1996), construção geral, assoalho, laminados e compensados (IBDF, 1981).

### **ÁREAS DE OCORRÊNCIA NA AMAZÔNIA BRASILEIRA**

- **Amazonas:** Novo Aripuanã, Carauari, rio Negro, rio Curumitá; **Pará:** Belém (arredores da cidade, Mosqueiro, horto do Museu Paraense Emílio Goeldi, IPEAN, Mocambo), Moju; **Rondônia:** Porto Velho.

*Parkia pendula* (Willdenow) Bentham ex Walpers; Rep. bot. Syst. 5:577. 1846 (Figura 9).

Árvore com ca. de 30-40m de altura, 1-2,5m de circunferência; folhas bipinadas com 30-56cm de compr., 12-37cm de larg.; pecíolo com 3-9cm de compr., 0,2-0,4cm de larg.; aprox. 16-30 pares de pinas, 9-17cm de compr., 1-2cm de larg.; folíolos membranáceos, lanceolados, lineares, assimétricos; ápice agudo, base inequilátera; inflorescência em capítulo globoso, denso, sustentada por pendão com 62-105cm de compr.; flores com cálice gamossépalo, carnoso, ca. de 8mm de compr., 1,5mm de diâmetro, pubescente principalmente da região mediana para o ápice, cinco lobos, sendo dois maiores que os outros; corola pentâmera, pétalas lanceoladas, ca. de 8mm de compr., pubescente apenas no ápice; androceu com dez estames livres, antera dorsifixa, fendas longitudinais, gineceu com ovário piloso; fruto folículo coriáceo, reto, oblongo, em cacho, 16-19cm de compr., 2-3cm de larg.

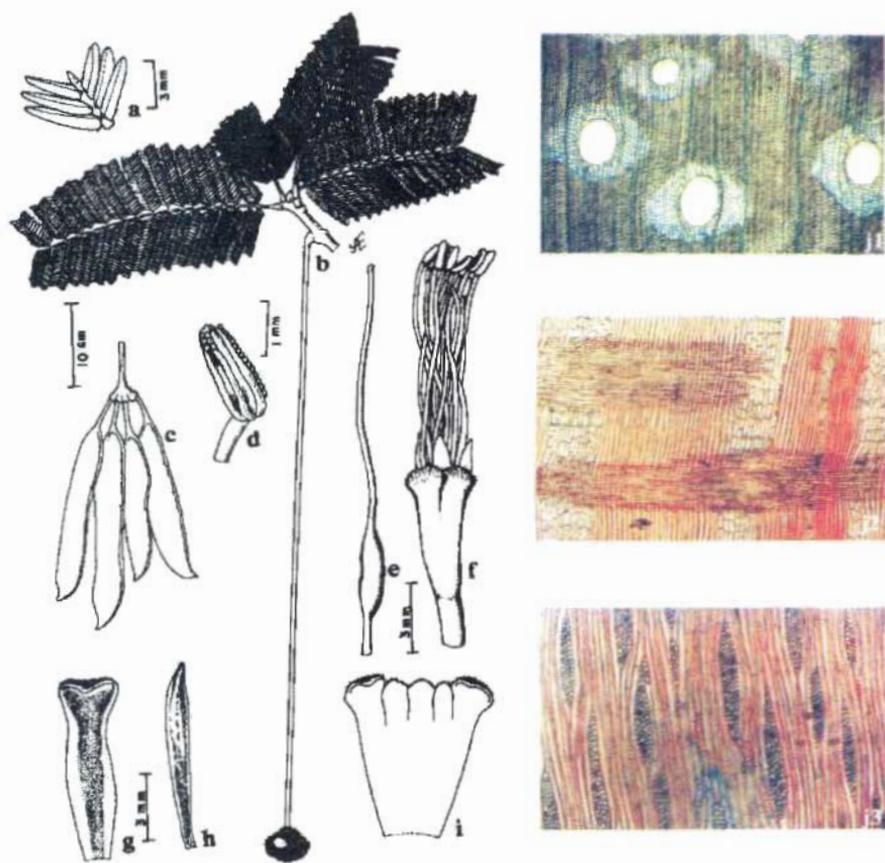


Figura 9. *Parkia pendula* Benth. ex Walp.; a) foliolo com seis foliólulos; b) ramo com quatro folhas, pendão e inflorescência; c) cacho com quatro frutos; d) antera; e) gineceu; f) flor; g) sépala; h) pétala; i) cálice aberto; j) estruturas anatômicas da madeira: j1) seção transversal, j2) seção radial, j3) seção tangencial.

**MATERIAL EXAMINADO** - Brasil, Pará, Moju, 25/3/1997, B. G. S. Ribeiro 2405 (IAN 164893); Moju, 26/3/1997, B. G. S. Ribeiro 2419 (IAN 164907); Moju, 27/3/1997, B. G. S. Ribeiro 2424 (IAN 164912); Moju, 27/3/1997, B. G. S. Ribeiro 2423 (IAN 164911); Moju, 27/3/1997, B. G. S. Ribeiro 2421 (IAN 164909); Moju, 29/10/97, Ferreira G. C. e Oliveira J. C. L. de 375 (IAN 165673, XILOTECA 6199); rio Itacaiunas, 7/1970, J. M. Pires 12550 (IAN 128655).

**NOME VERNACULAR** – Andira, angelim, angelim-bolota, angelim-saia, arara-petiú, arara-tucupi, benguê, boleiro, boloteira, boloteiro, bulandi, camurim, esponja, fava-arara-tucupi, fava-bolota, fava-de-bolota, faveira, faveira-benguê, faveira-berloque, faveira-párquia, faveira-rosa, faveirão, faveiro, jaguarana, joarana, joeirana, joerana, jueirana-vermelha, juerana, jupuúba, macaqueiro, mafuá, muirareina, muirarema, murariena, orelha-de-macaco, paricá, paricá-grande, pau-de-arara, pau-de-sândulo, pracaxi, procaxi, rabo-de-ara-ra, sabiú, visgueira, visqueiro.

**DESCRIÇÃO ANATÔMICA MICROSCÓPICA** - Vasos solitários (46%), múltiplos de dois a três (31%), múltiplos de quatro a cinco (13%) e múltiplos de dez (10%), porosidade difusa; freqüência de 2-11 vasos/mm<sup>2</sup>, diâmetro tangencial médio 212µm, forma da seção arredondada; elementos vasculares de compr. médio 487µm, apêndices observados nas duas extremidades (na maioria), às vezes ocorre apenas em uma, placas de perfuração simples; pontoações intervasculares alternas de forma poligonal com ornamentações, pontoações raio-vasculares alternas forma oval com ornamentações e parênquima-vasculares alternas e arredondadas com ornamentações. **Parênquima** axial aliforme losangular confluyente 4-9 células seriadas. **Raios** multisseriados, com 3-6 células de largura, altura média 0,40mm, freqüência de 3-6 raios/mm, homocelulares com todas as células procumbentes; cristais romboédricos em câmara ocorrem nas células do parênquima e ocasionalmente nas fibras. **Fibras** libriiformes com pontoações simples e pequenas, comprimento médio 1,72µm, parede delgada.

**USOS** - O decócto de suas cascas é usado, popularmente, em hemorragias ocasionadas por golpes e em lavagens de úlceras e feridas (Rodrigues et al. 200-). As cascas possuem matéria corante muito boa, por isso são utilizadas nas indústrias de curtume (Rodrigues, 1989). Madeira apropriada para construções leve e pesada, embarcações, marcenaria em geral, brinquedos, artigos domésticos (Camargos, et al. 1996), embalagem, caixotarias leves, salto de sapato, tamanco e palito de fósforo (Instituto, 1981).

#### **ÁREAS DE OCORRÊNCIA NA AMAZÔNIA BRASILEIRA -**

**Acre:** Rio Branco; **Amapá:** rio Araguari, rio Oiapoque, rio Camaipi; **Amazonas:** Carauari, Humaitá, **Mato Grosso:** rio Juruena; **Pará:** Belém (Mosqueiro, horto do Museu Emílio Goeldi, Mocambo), Almeirim, São Miguel do Guamá, Óbidos, Monte Alegre, Marabá, Moju, Bragança, Tucuruí, Santarém, Belterra, estrada de ferro de Tocantins, rodovia Belém-Brasília, mata da companhia Pirelli, rio Itacaiunas; **Rondônia:** Porto Velho, Colorado do Oeste, Ariquemes.

#### **Subfamília PAPILIONOIDEAE (Faboideae)**

*Dipteryx odorata* Willdenow; Sp. Pl. III:910. 1803 (Figura 10).

Árvore com aprox. 20-30m de altura, 60-80cm de circunferência; folhas paripinadas 37-66cm de compr., 36-62cm de larg.; pecíolo 6-19cm de compr., 0,3-0,7cm de larg., raque alado terminado em prolongamento flexível com ca. de 3-5,5cm de compr.; 4-8 folíolos coriáceos, oblongos, ligeiramente assimétricos, 18-31cm de compr., 7-11cm de larg., ápice acuminado, base truncada, assimétrica; inflorescência em panícula; flores com cálice piloso, ferrugíneo, carnoso, dois lobos mais externos medindo aprox. 9mm de compr. e três mais internos; desses últimos, dois apresentam-se em forma de lacínios com ca. de 16mm e um diminuto em forma de lábio tridentado; corola rosa-violácea, pentâmera, vexilo com ca. de 18mm, asas com ca. de 16mm de compr. e carena com aprox. 15mm de compr.; androceu com ca. de 1,5cm de compr., dez

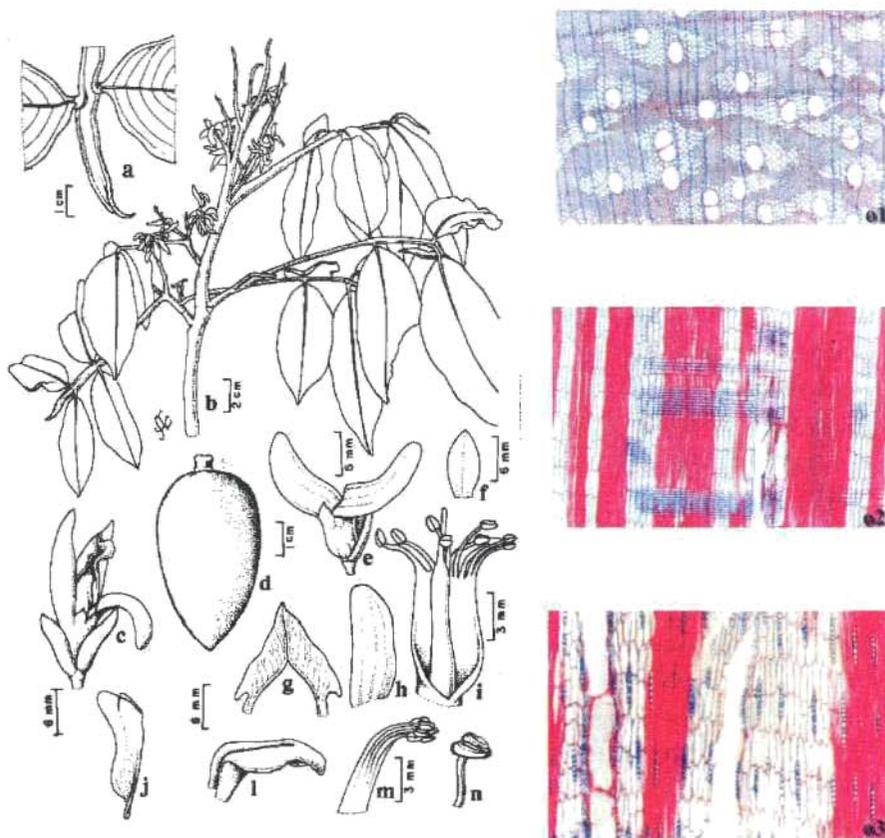


Figura 10. *Dipteryx odorata* Willd.: a) inserção do último par de folíolos com prolongamento da raque; b) ramo com inflorescências; c) flor; d) fruto; e) cálice; f) lobo menor do cálice; g) carenas; h) lobo maior do cálice; i) androceu e gineceu; j) asas; l) vexilo; m) androceu; n) antera; o) estruturas anatómicas da madeira, o1) seção transversal, o2) seção radial, o3) seção tangencial.

estames unidos até a região mediana, antera basifixa, rimosa; gineceu tubuloso com aprox. 2cm de compr., afinando-se para o ápice; fruto drupa, elítico, 5-6cm de compr., 4-5cm de larg.

**MATERIAL EXAMINADO** - Brasil, Pará, Moju, 26/3/1997, B. G. S. Ribeiro 2418 (IAN 164906); Moju, 26/3/1997, B. G. S. Ribeiro 2416 (IAN 164904); Moju, 26/3/1997, B. G. S. Ribeiro 2415 (IAN 164903); Moju, 26/3/1997, B. G. S. Ribeiro 2404 (IAN 164892); Moju, 26/3/1997, B. G. S. Ribeiro 2401 (IAN 164889); Moju, 29/10/97, Ferreira G. C. e Oliveira J. C. L. de 492 (IAN 166121, XILOTECA 6192); Mosqueiro, 13/1/1947, A. Ducke 2049 (IAN 20183).

**NOME VERNACULAR** – Baru, camaru-ferro, cambaru, cambaru-ferro, catinga-de-boi, champagne, champanha, coração-de-negro, cumari, cumaru, cumaru-amarelo, cumaru-da-folha-grande, cumaru-do-amazonas, cumaru-escuro, cumaru-ferro, cumaru-rosa, cumaru-roxo, cumaru-verdadeiro, cumarurana, cumaruzeiro, cumaruzinho, cumbari, cumbaru, cumbaru-ferro, cumbaru-roxo, emburama-brava, fava-de-cumaru, fava-tonca, ipê-cumaru, kumbaru, muirapapé, muirapayé, paru, sacupembinha, sapucaia, sucupira, sucupiramirim, umbaru.

**DESCRIÇÃO ANATÔMICA MICROSCÓPICA:** Vasos solitários (69%), múltiplos de dois a três (29%) e múltiplos de quatro (2%), porosidade difusa; frequência 5-13 vasos/mm<sup>2</sup>, diâmetro tangencial médio 90µm, forma da seção arredondada; elementos vasculares de compr. médio 319µm, apêndices ocorrem raramente nas duas ou em uma das extremidades, placas de perfuração simples, tilos ocorrem ocasionalmente; pontoações intervasculares alternas de forma arredondada com ornamentações, pontoações raio-vasculares e parênquima-vasculares semelhantes às intervasculares. **Parênquima** axial predomina aliforme losangular confluyente com células fusiformes em disposição estratificada, com seis linhas por mm. **Raios** exclusivamente unisseriados, altura média 0,14mm, frequência de 3-10 raios/mm linear, homocelulares com todas as células procumbentes; cristais romboédricos em câmara ocorrem nas células do parênquima e ocasionalmente nas fibras. **Fibras** libríformes com pontoações simples e pequenas, compr. médio 1,20mm, parede muito espessa.

**USOS** - Popularmente, o decócto dos frutos é utilizado como tônico, moderador da respiração e movimentos cardíacos, e como anestésico; o xarope das cascas é usado no tratamento de tosse, resfriado, coqueluche, asma, bronquite e afecções pulmonares; o óleo das sementes é usado em úlceras bucais, otite e fragilidade do couro cabeludo; o decócto das sementes é utilizado no tratamento de ameba e derrame. O óleo do fruto é usado como aromatizante de chocolate, cigarros, bebidas, medicamentos e sabonetes (Rodrigues et al. 200-). As amêndoas são comestíveis, pois quando assadas assemelham-se à "castanha" de caju (Rodrigues, 1989). A madeira é apropriada para construção externa (estruturas, postes, mourões, dormentes, cruzetas, etc.), vigas, caibros, ripas, tacos e tábuas para assoalho, esquadrias, laminados para fins decorativos, peças torneadas (pés de móveis, cabos de talher, etc.), cabos de ferramenta, implementos agrícolas, vagões, estacas marítimas, trapiche (Instituto, 1981).

#### **ÁREAS DE OCORRÊNCIA NA AMAZÔNIA BRASILEIRA -**

**Acre:** Rio Branco; **Amapá:** Macapá; **Amazonas:** Manaus (igarapé do Passarinho, capoeiras velhas da estrada de Flores), Santa Isabel do Rio Negro, Humaitá, Camanaus, Tefé (rio Tefé), estrada Campos Sales, rio Urubu, rio Atabapo, rio Negro; **Maranhão:** Monção; **Mato Grosso:** rio Aripuanã; **Pará:** Santarém, Viseu, Tucuruí, Oriximiná, Almeirim, Barcarena, Belém (Mosqueiro, horto Museu Emílio Goeldi), Capanema (rio Peixe Boi), Moju, Ourém, rodovia Belém-Brasília, região do planalto de Santarém, margem da estrada Santarém-Cuiabá, rio Caxoenim, rio Dourado; **Rondônia:** Porto Velho (rio Jamari), Vilhena.

***Vatairea guianensis* Aublet;** Pl. Gui. II:755. 1775 (Figura 11).

Árvore com aprox. de 20-30m de altura, 1-2m de circunferência; folhas imparipinadas, 34-46cm de compr., 17-27cm de larg.; pecíolo cilíndrico, 4-10cm de compr., 0,1-0,3cm de diâmetro; 9-17 folíolos alternos, membranáceos, oblongos, 8-14cm de compr., 3-5cm de larg., ápice retuso ou agudo, base obtusa; inflorescência

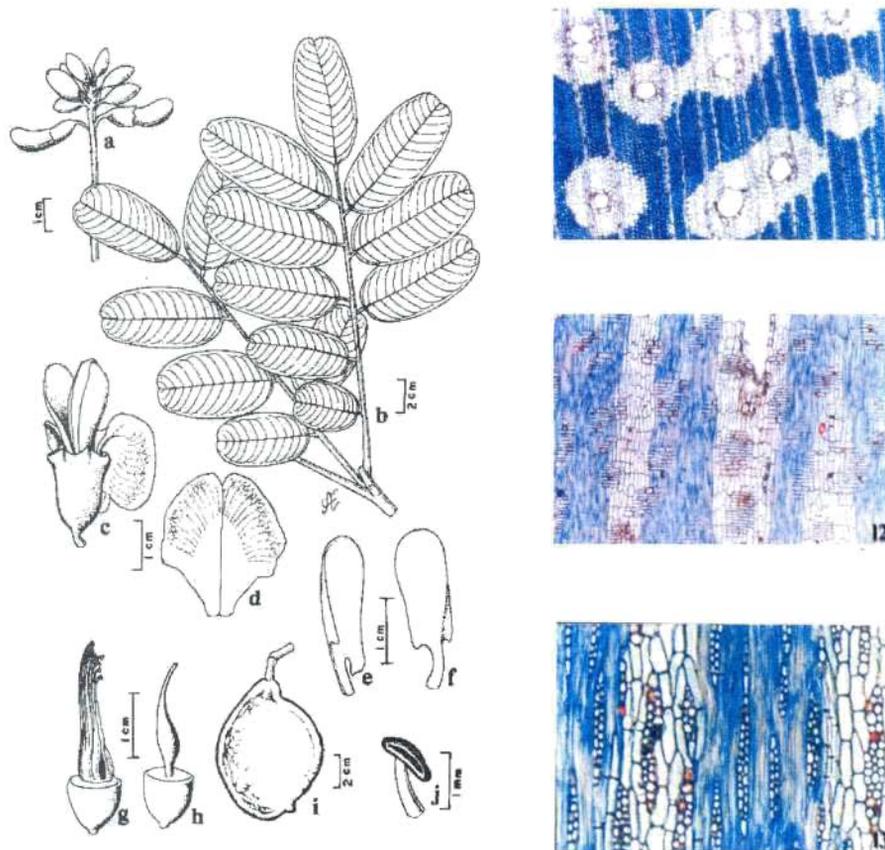


Figura 11. *Vatairea guianensis* Aublet.: a) inflorescência; b) ramo com duas folhas; c) flor; d) vexillo; e) carena; f) asa; g) cálice evidenciando androceu; h) cálice evidenciando gineceu; i) fruto; j) antera; l) estruturas anatómicas da madeira: 11) seção transversal, 12) seção radial, 13) seção tangencial.

em panícula; flores com cálice gamopétalo, carnoso, pubescente, 1,5cm de compr., 1,5cm de diâmetro, corola dialipétala, pentâmera, vexilo 3cm de compr., 2cm de larg., asa e carena com ca. de 2,5cm de compr., 1cm de larg.; androceu com ca. de 2cm de compr., dez estames unidos até o meio, antera dorsifixa com fenda longitudinal; gineceu com ca. de 2cm de compr., ovário piloso; fruto núcula, irregularmente arredondado, achatado, com apículo terminal, 5-9cm de compr., 4-7cm de larg.

**MATERIAL EXAMINADO** - Brasil, Pará, Moju, 25/3/1997, B. G. S. Ribeiro 2392 (IAN 164880); Moju, 27/3/1997, B. G. S. Ribeiro 2439 (IAN 164927); Moju, 27/3/1997, B. G. S. Ribeiro 2390 (IAN 164878); Moju, 27/3/1997, B. G. S. Ribeiro 2389 (IAN 164877); Moju, 28/3/1997, B. G. S. Ribeiro 2454 (IAN 164942); Moju, 29/10/97, Ferreira G. C. e Oliveira J. C. L. de 487 (IAN 166116, XILOTECA 6200) Região do Jarí, 10/5/1970, N. T. Silva 3127 (IAN 134983); Almeirim, 11/4/1963, E. Oliveira 2459 (IAN 115248).

**NOME VERNACULAR** – Amargoso, andira-da-várzea, anelím-amargoso, fava, fava-amarela, fava-amargosa, fava-bolacha, fava-de-bolacha, fava-de-impigem, faveira, faveira-amarela, faveira-bolacha, faveira-de-empingem, faveira-do-baixio, faveira-do-igapó, faveira-grande, faveira-grande-do-igapó, faveira-impinge, faveiro, lombrigueira, sucupira, sucupira-amarela.

**DESCRIÇÃO ANATÔMICA MICROSCÓPICA** - Vasos predominantemente solitários (76%), múltiplos de dois a quatro (24%), porosidade difusa; frequência 2-9 vasos/mm<sup>2</sup>, diâmetro tangencial médio 108µm, forma da seção arredondada; elementos vasculares com comprimento médio 509µm, apêndices presentes nas duas ou em uma das extremidades, placas de perfuração simples; pontoações intervasculares alternas de forma arredondada, um pouco alongada, com ornamentações; pontoações raio-vasculares e parênquimo-vasculares são alternas arredondadas, com ornamentações. **Parênquima** axial aliforme losangular, abundante, 3-10 células por série. **Raios** multisseriados larg. em número de 1-4 células, altura média 0,28mm, frequência de 5-9 raios/mm, homocelulares com todas as células procumbentes; cristais romboédricos em câmara

ocorrem nas células do parênquima axial. **Fibras** libriformes com pontoações simples e pequenas, comprimento médio 1,73mm, parede delgada.

**USOS** - Madeira apropriada para construção civil (ripas, caibros, vigas), móveis comuns, folhas faqueadas, cabos de ferramentas e implementos, estrutura de implementos agrícolas, engradados e paletes (Instituto, 1983). Os frutos são usados, popularmente, no tratamento de empingens (Rodrigues, 1989).

#### **ÁREAS DE OCORRÊNCIA NA AMAZÔNIA BRASILEIRA -**

**Amapá:** Macapá, fazenda Tucunaré, entre Porto Platon e Serra do Navio; **Amazonas:** Manaus, Tefé, Axinir, Borba; **Pará:** Belém (horto do Museu Emílio Goeldi), Senador José Porfírio, Porto de Moz, Almeirim, Prainha, Barcarena (ilha das Onças), Breves, Moju, Cametá, Tomé-Açú, Tucuruí, Ourém, estrada de Altamira ao porto de Pindobal, Monte Dourado, Muaná, rio Catu, rio Tocantins, rio Guamá, rio Moju, rio Cuminá; **Maranhão:** Turiaçu; **Rondônia:** rio Madeira; **Roraima:** Boa Vista.

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A flora de Leguminosae da área estudada, como em qualquer outra região da Amazônia, é rica em espécies, abrigando portanto, grande quantidade de representantes muito assemelhados. No caso de certas espécies, há muita dificuldade no processo de identificação. Considerando que Leguminosae é uma família em que o número de espécies predomina nos levantamentos florísticos na Amazônia e que seus usos são bastante diversificados, há necessidade de se obter informações sobre características morfológicas e anatômicas que possam elucidar o processo de identificação em nível específico, para subsidiar as demais áreas de pesquisa que necessitem lidar com uma identificação precisa das espécies. Na área de estudo, existem cerca de 200 espécies dessa família, das quais dez foram estudadas neste trabalho.

Há necessidade de se analisar todas as espécies de Leguminosae ocorrentes na área de estudo, para se construir chaves dicotômicas de identificação em níveis genérico e específico, considerando-se as características morfológicas e anatômicas avaliadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROSO, G.M. **Sistemática de Angiospermas do Brasil**. Belo Horizonte: Imprensa Universitária, 1991. v.2, 377p.
- BERG, M.E.V.D. **Plantas medicinais na Amazônia**: contribuição ao seu conhecimento sistemático. 2.ed. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1993. 207p.
- BRITO, A.L.V.T.de. The use of concentrated ammonia as an excellent medium for the restoration of orchid pollinaria. **Lindleyana**, v.11, n.3, p.205-210, 1996.
- CAMARGOS, J. A. A.; CZARNESKI, C.M.; MEGUERDITCHIAN, I.; OLIVEIRA, D. de **Catálogo de árvores do Brasil**. Brasília: IBAMA, Laboratório de Produtos Florestais, 1996. 887p.
- CAVALCANTE, P.B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. 5.ed. Belém: CEJUP, 1991. 279p.
- CORADIN V.T.R.; MUNIZ, G.I.B. Normas de procedimentos em estudo de anatomia de madeira: Angiospermae e Gymnospermae. Brasília: IBAMA, 1992. 19p.
- CRONQUIST, A. **The evolution and classification of flowering plants**. 2 ed. New York: The New York Botanical Garden, 1993. 555p.
- DICKISON, W. C. The basis of Angiosperm phylogeny: vegetative anatomy. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, St. Louis, v.6, p.590-620. 1975.
- DUCKE, A. As leguminosas do Estado do Pará. **Archivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, v.4, n.11, p.211-341, 1925.
- DUCKE, A. **As leguminosas da Amazônia Brasileira**. Rio de Janeiro: Serviço de Publicidade Agrícola, 1939. 170p.

- DUCKE, A. Revision of the *Macrolobium* species of the Amazonian Hylaea. **Tropical Woods**, New Haven. n.65, p.21-31, 1941.
- DUCKE, A. **Notas sobre a flora neotrópica II**. Belém: IAN, 1949. 248p. (IAN. Boletim Técnico, 18).
- FEDALTO, L.C.; MENDES, I. C. A.; CORADIN, V.T.R. **Madeiras da Amazônia: descrição do lenho de 40 espécies ocorrentes na Floresta Nacional do Tapajós**, Brasília: IBAMA, Laboratório de Produtos Florestais, 1989. 156p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL. (Brasília, DF). **Madeiras de Tucuruí; características e utilização**. Brasília: Hidrobrasileira S/A, 1981.
- INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICA. (São Paulo, SP). **Manual de identificação das principais madeiras comerciais brasileiras**. São Paulo: Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira, 1983.
- JOLY, A.B. **Botânica; introdução à taxonomia vegetal**. São Paulo: Nacional, 1993. 777p.
- LEWIS, G.P. **Legumes of Bahia**. Kew: Royal Botanic Gardens, 1987. 315p.
- LEWIS, G.P.; OWEN, P.E. **Legumes of the Ilha de Maracá**. Kew: Royal Botanic Gardens, 1989. 88p.
- POLLARD, R.M.; RAVEN, P. H. (Ed.). **Advances in legume systematics Part 1**. Kew: Royal Botanic Gardens, 1981. 425p.
- PRANCE, G.T.; SILVA, M.F. **Árvores de Manaus**. 17 ed. Manaus: INPA, 1975. 312p.
- RODRIGUES, I.A. MELO, A.M.; SOARES, M.H.M. Guia de Plantas Medicinais com ênfase às espécies da Amazônia. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS, 1., 1997, Campinas. **Programas e resumos**. Campinas: IAC: Embrapa-CENARGEN, 1997. p.96.
- RODRIGUES, R.M. **A flora da Amazônia**. 2.ed. Belém: CEJUP, 1989. 462p.
- STEARNS, W.T. **Botanical latim**. London: David & Charles, 1983. 565p.

# CONTRIBUIÇÃO AO CONHECIMENTO DE ESPÉCIES DE LEGUMINOSAE, CONHECIDAS NA AMAZÔNIA BRASILEIRA COMO “ANGELIM” E VARIAÇÕES

Gracialda C. Ferreira; Regina Célia Viana Martins-da-Silva; Joaquim Ivanir Gomes

## INTRODUÇÃO

Leguminosae é uma família riquíssima em espécies. Lúteis de grande importância para o homem e encontra-se dividida em três subfamílias: Caesalpinioideae, Mimosoideae e Faboideae (Papilionoideae), com mais de 18.000 espécies distribuídas em 650 gêneros. As espécies de Caesalpinioideae e Mimosoideae ocorrem principalmente nos trópicos e as de Papilionoideae são encontradas mais freqüentemente nas regiões temperadas (Polhill & Raven, 1981; Barroso, 1991; Joly, 1993). Apresentam hábito muito variado, desde grandes árvores até ervas e trepadeiras, ocorrendo em diferentes ambientes. Apresentam folhas compostas; filotaxia alterna e sempre com estípulas na base; flores actinomorfas ou zigomorfas, com cálice mais freqüentemente gamossépalo, podendo apresentar-se dialissépalo e corola dialipétala. Nas Mimosoideae aparece a gamopetalia, androceu geralmente com dez estames, podendo apresentar menor ou maior número, livres ou soldados; ovário súpero, com um ou muitos óvulos. O fruto, em geral, é um legume, porém, algumas espécies apresentam outros tipos como lomento, fóliculo, sâmara, dentre outros (Barroso, 1991).

O potencial econômico das Leguminosae em nível industrial é indiscutível, pois fornecem alimentos, madeiras de boa qualidade, fármacos, corantes e são usadas, ainda, para recuperar solos degradados e na ornamentação. Segundo Lewis (1987), há uma quantidade significativa de espécies que produzem as madeiras mais utilizadas e apreciadas, universalmente, na fabricação de móveis e entalhes, como certos tipos de Jacarandá (*Dalbergia* spp.).

Muitas árvores dessa família, dentre as mais belas, são usadas na ornamentação de praças e ruas de cidades, como por exemplo, *Delonix regia* Rafin, *Caesalpinia pulcherrima* Sw. e *Erythrina crista-galli* L.

Na Amazônia brasileira, a nomenclatura popular é bastante utilizada para a comercialização de madeira. Esse fato torna-se preocupante, visto que não há uma padronização que associe um nome popular a um científico, havendo duas ou mais espécies denominadas por um único nome científico ou, uma única espécie sendo conhecida por mais de um nome popular, e essas denominações populares encontram-se variando de uma região para outra e às vezes dentro da mesma região, dependendo de quem as utiliza. Esse fato causa muita confusão, pois o uso da nomenclatura popular em detrimento à científica, pode levar a erros bastante sérios dos pontos de vistas biológico e comercial, visto que cada espécie apresenta características morfológicas, fisiológicas e ecológicas peculiares que lhe conferem diferentes propriedades físicas e mecânicas. Assim, os dados tecnológicos, secagem, trabalhabilidade, durabilidade, rendimento na serraria e o uso da madeira são peculiares a cada espécie. Considerando que as características do produto final são atributos particulares inerentes à cada espécie, cuja madeira designada por um nome popular que reúna duas ou mais espécies diferentes, não apresentará homogeneidade nas características esperadas desse produto, comprometendo, dessa forma, a qualidade do mesmo e, conseqüentemente, provocando a queda do preço durante a comercialização.

Algumas espécies de Leguminosae são consideradas como produtoras de madeira, com a denominação de "angelim" e com variações tais como "angelim-vermelho", "angelim-pedra", "angelim-da-mata", "angelim-rajado", dentre outras. Ducke (1949) se referia a essas madeiras como sendo retiradas de espécies que compõem o gênero *Hymenolobium*, na cidade de Belém e no litoral do Estado do Pará. Mainieri & Primo (1968) estudou anatomicamente as espécies que fornecem essa madeira, referindo-se aos gêneros *Andira*, *Amburana*, *Dinizia*, *Hymenolobium*, *Zygia*, *Platygyamus*, *Vatairea* e *Vataireopsis* como os potenciais produtores.

Camargos et al. (1996) elaboraram uma publicação contendo listas de nomes científicos e vernaculares, referindo-se à “angelim” e suas derivações como produzidos por espécies dos mesmos gêneros listados por Mainieri & Primo (1968), além de *Bowdichia*, *Couepia*, *Dimorphandra*, *Ormosia*, *Parkia* e *Piptadenia*.

A fim de maximizar a confiabilidade durante as transações comerciais dessa madeira e facilitar o conhecimento biológico das espécies estudadas, visando à conservação das mesmas, pretende-se elaborar um manual de identificação das espécies conhecidas, na Amazônia, como “angelim” e demais variações, evidenciando características básicas, do ponto de vista morfológico tanto vegetativo quanto reprodutivo, bem como características anatômicas da madeira. O presente trabalho é parte desse manual, onde foram estudadas seis espécies conhecidas sob essas denominações.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foi analisado material da Xiloteca da Embrapa Amazônia Oriental e dos Herbários IAN (Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA), INPA (Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Manaus-AM), HAMAB (Instituto de Pesquisa Amapaense, Macapá-AP) e MG (Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém-PA). As observações de campo foram realizadas no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Oriental, localizado entre as coordenadas geográficas de 2° 08' e 2° 12' de latitude sul e 48° 47' e 48° 48' de longitude oeste de Greenwich, no Estado do Pará, município de Moju, rodovia PA-150, Km 30 (Figura 1), o qual se caracteriza por apresentar clima quente e úmido, relevo plano com pequenos declives de 0 a 3% e solo predominantemente Latossolo Amarelo com diferentes texturas. Foram realizadas seis viagens à área onde se desenvolveu o estudo de campo, com a finalidade de coletar amostras botânicas e de madeira das espécies conhecidas como “angelim” e suas derivações. De cada indivíduo conhecido com essa nomenclatura popular, foram coletadas cinco amostras, utilizando-se técnicas convencionais de coleta. As amostras foram prensadas no próprio local e

borrifadas com álcool 90% para conservá-las até chegar ao laboratório; amostras de flores foram colocadas em álcool a 70% para serem analisadas posteriormente e também foram coletadas amostras de madeira para análise microscópica.

Foram estudadas as espécies *Dinizia excelsa* Ducke, *Hymenolobium excelsum* Ducke, *H. flavum* Kleinh., *H. heterocarpum* Ducke, *H. petraeum* Ducke e *Zygia racemosa* (Ducke) Barneby & Grimes.

No laboratório, as amostras botânicas e as de madeira foram desidratadas em estufa elétrica durante 48 horas, à temperatura de 70°C e de 35°C, respectivamente. Para identificação taxonômica, utilizou-se literatura especializada com chaves dicotômicas de identificação (Ducke, 1936, 1949; Mattos, 1979; Rodrigues & Mattos, 1980; Lima, 1982), bem como a comparação com material de herbário. Posteriormente foram preparadas exsicatas e registradas no herbário IAN da Embrapa Amazônia Oriental. As duplicatas serão intercambiadas com herbários regionais.

Utilizando-se uma régua milimetrada, foram mensuradas folhas, folíolos e pecíolos, medindo-se pelo menos cinco folhas de cada indivíduo. Os desenhos foram realizados em câmara clara acoplada a um estereomicroscópio, utilizando-se material desidratado e em meio líquido; das espécies que não foi possível coletar flores, utilizou-se amostras do Herbário IAN, as quais foram hidratadas, fervendo-se em água por aproximadamente 30 minutos.

A descrição morfológica foi baseada nas observações de campo e de laboratório, com o auxílio do estereomicroscópio. A terminologia utilizada na descrição da forma das folhas e das peças florais foi a segundo Stearn (1983). Para visualizar os detalhes e desenhar as estruturas que auxiliam no processo de identificação, diferentes aumentos foram utilizados; a referência da diagnose das espécies foi obtida através de consulta ao CD-Rom do Index Kewensis; os usos, os nomes vernaculares e as áreas de ocorrência estão citados segundo as exsicatas dos Herbários MG, IAN, HAMAB e INPA e bibliografia específica consultada.

A classificação das espécies estudadas, de divisão até família, foi realizada segundo Cronquist (1993); de família a gênero seguiu-se Polhill & Raven (1981). Para cada espécie estudada, são apresentados nome genérico, epíteto específico, respectivo autor, bibliografia da diagnose, ilustrações, descrição botânica, nomes vernaculares, descrição da madeira, usos e áreas de ocorrência na Amazônia brasileira.

Das amostras de madeira, foram preparados corpos de prova com 1,5cm na direção tangencial, 1,5cm na direção radial e 2,0cm na direção axial. O amolecimento dos mesmos foi feito em autoclave à temperatura de 121°C, com duração de 48 horas e, após o cozimento, foram colocados em água destilada. As seções anatômicas foram obtidas com auxílio de um micrótomo de deslize, com espessura das seções anatômicas variando de 18 a 24µm.

As seções anatômicas foram mantidas entre lâminas umedecidas com água destilada até o momento da preparação para montagem. Para coloração foi usado "safrablau" (safranina 1% + azul de astra 1%) por um período de 20 minutos. Após a coloração, os cortes foram lavados com água destilada e submetidos a uma série alcoólica crescente (50%, 70%, 95% e duas vezes no álcool etílico P.A.); posteriormente ficaram imersos em Acetato de N-Butila, até o momento da montagem. As seções não-coloridas apenas passaram pela série alcoólica e posteriormente ficaram imersas em Acetato de N-Butila. Como meio de montagem utilizou-se a resina Entelan, tendo sido preparadas lâminas com seções coloridas e naturais para cada espécie.

Para análise das dimensões das fibras e dos elementos vasculares, foram retirados fragmentos de material seco com um estilete e colocados em vidro (capacidade para 20ml) com 5ml de ácido acético P.A. ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) e 5ml de água oxigenada 30% ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), deixando macerar por um período de 22 a 24 horas em estufa, a temperatura de 60°C. O macerado obtido foi lavado quatro vezes com água destilada, retirando o excesso das substâncias com uma pipeta de transferência e decantação. Adicionou-se então o "safrablau" (safranina 1% + azul de astra 1%) deixando-se por um

período de 20 minutos. As lâminas foram preparadas com glicerina PA (duas gotas por lâmina) e para separação dos elementos vasculares, lâminas de vidro com uma ou duas concavidades. As extremidades das lâminas selecionadas para descrição macroscópica e fotomicrografia foram fixadas com esmalte incolor.

As medições e observações foram feitas com auxílio de um microscópio ótico com uma escala micrometrada acoplada à lente. As descrições anatômicas e as medições das fibras e dos elementos vasculares foram de acordo com as normas preconizadas pela Copant, editadas por Coradin & Muniz (1992), e as descrições macroscópica e microscópica foram feitas utilizando-se uma lente manual conta-fios de 10X e microscópio ótico, respectivamente.

## RESULTADOS

### Classificação

- Magnoliophyta
  - Magnoliatae
    - Rosidae
      - Rosales
        - Leguminosae
          - Mimosoideae
            - Papilionoideae

### Chave dicotômica para a identificação das seis espécies de Leguminosae estudadas

1. Folhas bipinadas
  2. Folha longo -peciolada (3 -5comp.); inflorescência axilar terminal espiciforme; fruto legume samaróide; árvore com 28 -50m de altura; raízes tabulares bem desenvolvidas; casca escamosa soltand o-se em grandes placas .....1. *Dinizia excelsa*
  - 2'. Folha curto-peciolada (1-1,5comp.); inflorescência caulicular capituliforme; fruto folículo; árvore com 20 -25m de altura; raízes tabul ares quase imperceptíveis; casca estriada.....2. *Zygia racemosa*
- 1'. Folhas pinadas
  3. Folíolos com base truncada e ápice mucronado
    4. Fruto oblongo; flores róseo-avermelhadas.....3. *Hymenolobium excelsum*
    - 4'. Fruto obovado; flores azuladas .....4. *H. heterocarpum*
  - 3'. Folíolos com base assimétrica e ápice retuso
    5. Ovário intensamente piloso; androceu não persistente junto ao fruto.....5. *H. flavum*
    - 5'. Ovário discretamente piloso; androceu persistente junto ao fruto.....6. *H. petraeum*

## RESULTADOS

### Subfamília Mimosoideae

#### Tribo Mimoseae

1. *Dinizia excelsa* Ducke; Arch. Jard. Bot. Rio de Janeiro, 3:76. 1922 (Figura 1).

Árvore de grande porte, 28-50m de altura, 1,0-4,5m de circunferência; base com sapopemas até 1-2m do solo; copa bem distribuída a muito larga; tronco reto e cilíndrico; casca externa escamosa, soltando-se em grandes placas vermelhas, até 5cm de espessura, internamente branco-amarelada, presença de resina incolor e inodora; folha bipinada, alterna, 7-16cm de compr., longo-peciolada, pecíolo 3-5cm de compr., raque foliar pilosa, canaliculada, terminando em prolongamento da mesma; 6-10 folíolos, 3,5-8cm de compr., alternos, peciolólulo curto com 0,5-1cm de compr.; raque foliolar com tricomas curtos e dispersos, canaliculada com prolongamento terminal; folíolos de segunda ordem alternos, quase sésseis a sésseis, oblongos, 1,5-2,5cm de compr., 0,5-1cm de larg., base assimétrica, ápice mucronado, margem inteira redobrada, tricomas na nervura principal da face dorsal, discreta pilosidade na face ventral. Inflorescência espiciforme em heterocládio duplo racemo, amarelo-esverdeada, brácteas caducas, tricomas amarelo-claros; flor branco-esverdeada, pedunculada, diclamídea, bissexuada; cálice 1,5-2mm de compr., piloso externamente, pentâmero, gamossépalo, corola 3,5-4mm de compr., pilosa externamente com aglomerados de tricomas no ápice, pentâmera, dialipétala, actinomorfa; androceu com estames dialistêmones, exsertos; antera dorsifixa, deiscência longitudinal, extrorsa, biteca; gineceu com 4-5,5mm de compr.; ovário piloso externamente, súpero, unicarpelar, bilocular; fruto legume samaróide, oblongo, margens retas, 21-35cm de compr. por 4-8cm de larg., polispermico.

**Nomes vernaculares** - angelim, angelim-falso, angelim-ferro, angelim-pedra, angelim-vermelho, dinízia-parda, faveira, faveira-ferro, faveira-dura, faveira-grande, faveira-preta.

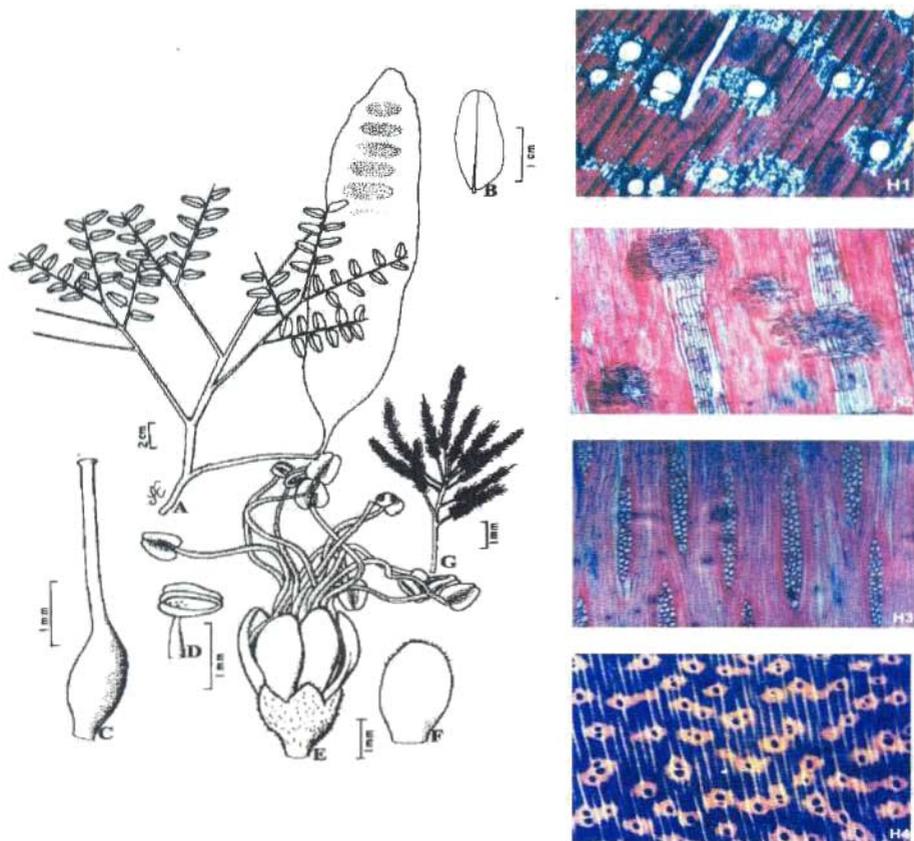


Figura 1: *Dinizia excelsa* Ducke - A) ramo com fruto; B) foliólulo; C) ovário; D) antera evidenciando deiscência; E) flor evidenciando cálice, corola e androceu; F) pétala evidenciando pêlos no ápice; G) inflorescência; H) estruturas anômicas da madeira: H1) seção transversal; H2) seção radial; H3) seção tangencial; H4) fotomicrografia da seção transversal. A & B de Silva N da 2947 (IAN), C-G de Pires JM *et al.* (IAN), H1-H3 de Oliveira JCL de *et al.* 15 (IAN), H4 de Oliveira JCL de *et al.* (IAN).

**Material examinado- Brasil, Pará, Moju, Reserva da Embrapa, 25/10/1997, Ferreira GC 357 (IAN 165655) (Fr); 29/10/1997, Ferreira GC 382 (IAN 165680) (Fr); 20/11/1997, Oliveira JCL de & Freitas J da C 07 (IAN 165681, X-6299) (M); 20/11/1997, Oliveira JCL de & Freitas J da C 08 (IAN 165682, X-6300) (M); 24/11/1997, Oliveira JCL de & Freitas J da 15 (IAN 165689, X-6307) (M). Região do Jari, Santa Patrícia, 10/3/1970, Silva NT da 2947 (IAN 134810) (Fr). Planalto Monte Dourado, 29/8/1968, Oliveira E de 4810 (IAN 124982 (FI). Breves, igarapé Arapijô, 30/7/1956, Pires JM et al. 5064 (IAN 94434) (FI).**

**Características da madeira - Madeira** muito pesada (0,95-1,00 g/cm<sup>3</sup>), trabalhabilidade difícil com acabamento excelente; cerne marrom-avermelhado-claro; alburno cinza-avermelhado; grã revessa; textura média; brilho moderado; cheiro desagradável e fraco; sabor indistinto; resistente em contato com o solo. É rígida e forte (Souza et al. 1997). **Vasos** com diâmetro tangencial de 100-210 $\mu$ m (em média 160 $\mu$ m); forma da seção circular, sendo ocasionalmente oval em alguns vasos; elementos vasculares de 130-630 $\mu$ m de compr. (média de 400 $\mu$ m). Parênquima axial aliforme e aliforme confluyente unindo poucos vasos e difuso; série cristalífera de 3-30 cristais romboidais por série. Raios não estratificados e homogêneos; altura de 13-34 células (média de 21 células) e de 0,24-0,57mm (média de 0,38mm); largura de 2-4 células (média de 3 células) e de 25-60 $\mu$ m (média de 43 $\mu$ m); número de raios por milímetro variando de 3-6 (média de 5 raios/mm). Fibras libriformes com 0,55-1,65mm de compr. (média de 1,12mm); diâmetro total das fibras de 10-40 $\mu$ m (média de 18 $\mu$ m); diâmetro do lúmen com 1-10 $\mu$ m (média de 4 $\mu$ m); espessura da parede com 4-13 $\mu$ m (média de 7 $\mu$ m). Camadas de crescimento distintas.

**Usos** - Construção civil e naval, dormentes, postes, torneados, vigamentos, marcenaria, carpintaria, cepos de bigorna e açogue, calçamento de ruas, implementos agrícolas e outros.

**Áreas de Ocorrência na Amazônia brasileira - Acre; Amapá:** Macapá, Mazagão, Serra do Navio; **Amazonas:** Axininim, Balbina, baixo rio Madeira (Borba), Lábrea, estrada Manaus-Itacoatiara, estrada Manaus-Caracaraí, Manaus (Reserva Ducke, Distrito Agropecuário da Suframa), Maués, Parintins, Santa Isabel do rio Negro; **Maranhão:** rio

Maracassumé; **Mato Grosso**; **Pará**: Almeirim, Alto Tapajós (Vila Nova), baixo Tocantins, Breves, Curuá-Una, estrada Belém-Brasília (Km 201, 195, 234, 129), Gurupá, Moju, Monte Dourado (rio Jari-igarapé Tinguelim), Melgaço, Prainha (rio Uruará), Porto Trombetas, Porto de Moz (rio Jaraucu), rio Curuatinga, rio Una (Planalto de Santarém), rio Tocantins (igarapé São Miguel), rio Xingu (entre Vitória e Altamira), Tucuruí, Santarém, Jacundá, Santa Bárbara; **Rondônia**: Porto Velho, Santa Bárbara, Santo Antônio, Teotônio; **Roraima**: São João da Baliza.

Etimologia: O nome *Dinizia* foi dado pelo autor do gênero como uma homenagem a um amigo, o Dr. I.A.Picanço Diniz (Barroso, 1991).

## Tribo Ingeae

2. *Zygia racemosa* (Ducke) Barneby & Grimes; Mem. The New York Bot. Gard. 74(2):71-73. 1996 (Figura 2).

Árvore de porte médio 20-25m de altura, ca. de 0,90m de circunferência; base reforçada; copa bem distribuída; tronco reto e cilíndrico; casca estriada cinza-esverdeada, internamente amarelo-clara, inodora; folha bipinada, alternada, 4,5-13cm de compr., curto-peciolada; pecíolo 1-1,5cm de compr.; raque foliar pilosa, canaliculada, terminando em prolongamento da mesma; 6-12 folíolos, 4-7,5cm de compr., opostos, peciólulo curto 1-2mm de compr.; raque foliolar pilosa, canaliculada, com prolongamento terminal; folíolos de segunda ordem sésseis, oblongos a oblongos falciformes, subcoriáceos, glabros, brilhantes na face superior e opacos na inferior, 1-2cm de compr., 0,3-0,6cm de larg., base assimétrica, ápice retuso, margem inteira, glabros. Inflorescência caulicular capituliforme em racemo; flor branco-amarelada, séssil; bráctea semi-caduca, pilosa na base; diclamídea, heteroclamídea, polistêmona, bissexuada; cálice com ca. de 1mm de compr., piloso, pentâmero, gamossépalo, actinomorfo; corola com 3-4mm de compr., pilosa no ápice das pétalas, pentâmera, gamopétala, tubulosa, actinomorfa; androceu com estames monadelfos, polistêmones (14-24 estames), exsertos; antera basifixa, deiscência longitudinal, biteca; gineceu 11-14mm de compr.; ovário discretamente piloso, súpero, unilocular, bilocular; fruto folículo, curvado, margens salientes, tricomas densos, amarelo-ferrugíneos, 7-10cm de compr. por 0,5-1cm de larg., polispérmico.

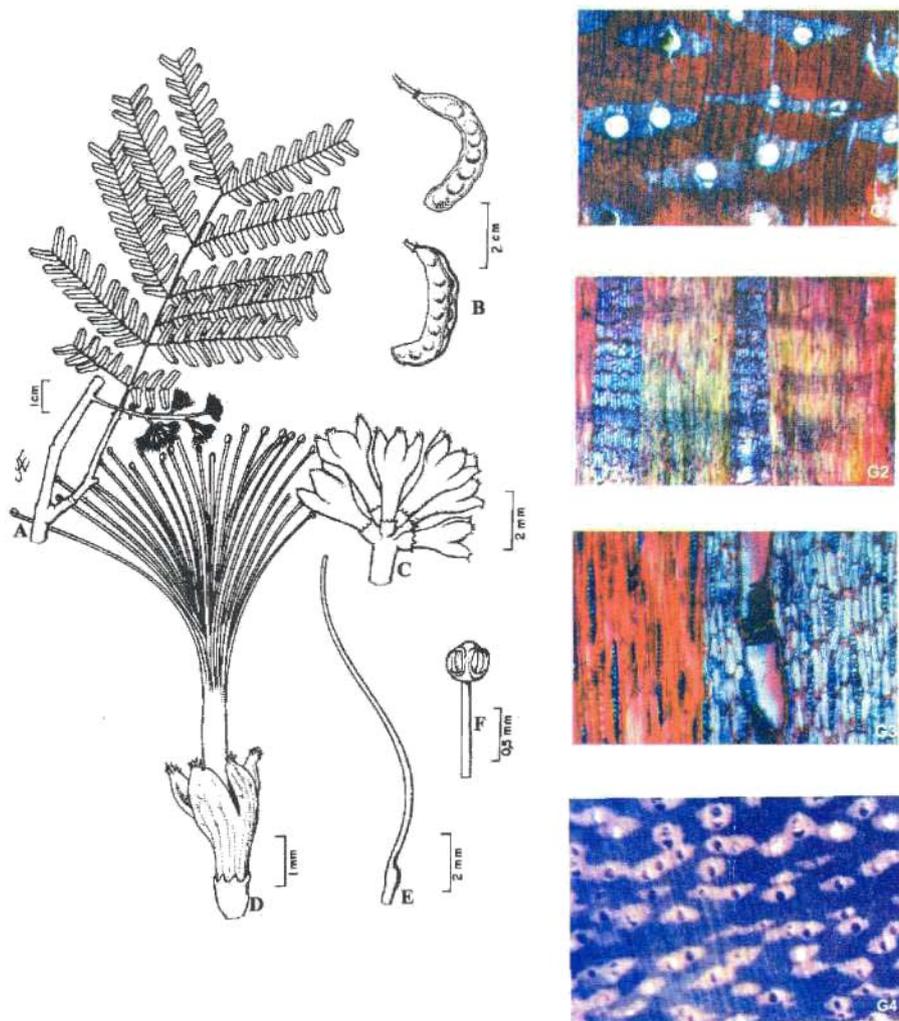


Figura 2: *Zygia racemosa* (Ducke) Barneby & Grimes - A) ramo com inflorescência; B) dois frutos; C) ramo de inflorescência evidenciando disposição das flores; D) flor evidenciando androceu; E) ovário; F) antera evidenciando deiscência; G) estruturas anatômicas da madeira: G1) seção transversal; G2) seção radial; G3) seção tangencial; G4) fotomicrografia da seção transversal. A-F de Ferreira GC 370 (IAN), G1-G4 de Frões R de L 31799 (IAN).

**Nomes vernaculares** - angelim, angelim-bordado, angelim-pedra, angelim-pintado, angelim-rajado, angico-pintado, angico-rajado, bois serpent, bousin, cassie, caetitu, chico-pires, corticeira-do-campo, faveira, hooboballi, houdou, ingá, ingá-caetitu, ingarana, ingarana-da-terra-firme, ipê-tigre, palpitu, sobreira, sucupira, urubuzeiro, xixi.

**Material examinado- Brasil, Pará,** Moju, reserva da Embrapa, 27/10/1997, Ferreira GC 370 (IAN 165663, X-6301) (M, FI, Fr). Santarém, Curuá-Una, Prainha, 18/1/1979, Santos MR 547 (IAN 163608) (Fr). Rio Uruaru, 6/5/1955, Frões R de L 31799 (IAN 87755, X-2572) (M).

**Características da madeira** - Madeira muito pesada (0,95-1,00 g/cm<sup>3</sup>) trabalhabilidade difícil (não aceita prego); cerne castanho-amarelo-claro sobre fundo amarelo-pardacento; alborno amarelo; grã reversa ou direita; textura média para grosseira; ausência de brilho; cheiro imperceptível (Melo & Gomes, 1979). Vasos com diâmetro tangencial de 110-200 $\mu$ m (em média 150  $\mu$ m), a forma da seção dos vasos é oval, com tendência a circular; elementos vasculares de 140-580 $\mu$ m de compr. (média 370 $\mu$ m). Parênquima axial aliforme e aliforme confluyente unindo alguns vasos; série cristalífera de 5-16 cristais romboidais por série. Raios não-estratificados e homogêneos; altura de 6-27 células (média de 14 células) e de 0,08-0,4mm (média de 0,20mm); largura de 1-3 células (média de 1,44 células) e 7-17 $\mu$ m (média de 12 $\mu$ m); números de raios por milímetro variando de 6-13 (média de 10/mm). Fibras de 0,55-1,55mm (média de 1,02mm) de compr.; diâmetro total de 10-30 $\mu$ m (média de 18 $\mu$ m); diâmetro do lúmen de 2-16 $\mu$ m (média de 7 $\mu$ m); espessura da parede de 2-9 $\mu$ m (média de 5 $\mu$ m). Camadas de crescimento pouco distintas.

**Usos** - Tacos de assoalhos, construção em geral, compensado, marcenaria de luxo, carpintaria, cabo de talheres, bengalas, dormentes, objetos de adorno e outros.

**Áreas de Ocorrência na Amazônia brasileira** - Acre; Amapá: Serra do Navio; Amazonas: igarapé do Japiim, igarapé da Onça, Lábrea, Manaus (Reserva Ducke), estrada Manaus-Itacoatiara, estrada Manaus-Caracará, Nova Olinda do Norte, Parintins, Remansão (rio Tocantins), rio Aripuanã, rio Tarumã, São José das Pedras (rio Urubu); Maranhão: Santa Luzia; Pará: Acará, Almeirim, Ananindeua,

Belém, Bragança (estrada de ferro Colônia-Santa Rosa), Castanhal, Cajutuba, Curuá-Una, estrada Belém-Brasília (Km 254, 86), Gurupá, Ilha do Breu, Moju, Monte Dourado (rio Jari-estrada do Munguba), Óbidos, Oriximiná (Porto Trombetas e mata da região dos campos de Ariramba), PA-70, rio Jaraucu (Caxiuanã), rio Tapajós no curso médio e Faro, Santarém (Santarém-Cuiabá), Tucuruí; **Rondônia:** Porto Velho, Santa Bárbara.

### Subfamília Papilionoideae

Tribo Dalbergieae

3. *Hymenolobium excelsum* Ducke; Arch. Jard. Bot. Rio de Janeiro, 1:38. 1915 (Figura 3).

Árvore de grande porte, 30-45m de altura, ca. de 4m de circunferência; base com sapopemas até 1-1,5m do solo; copa umbeliforme; tronco reto e cilíndrico; casca escamosa soltando-se em pequenas placas vermelhas; ramos com cicatrizes deixadas pelas folhas caídas; folha pinada, imparipinada, alterna, 9-14cm de compr., curtopeciolada, pecíolos 1,5-3cm de compr.; raque foliar pilosa e canaliculada; 23-37 folíolos, 1,5-2,5cm de compr., 0,5-1cm de larg., opostos; peciólulo curto com ca. de 2mm de compr., oblongos, base truncada, ápice mucronado, pilosos em ambas as faces, margem inteira, pilosidade aveludada na nervura principal da face dorsal; estípulas lanceoladas e pilosas na base do pecíolo. Inflorescência heterocládio duplo racemo; flor róseo-avermelhada, pedunculada, diclamídea, heteroclamídea, diplostêmone, bissexuada; cálice 0,5-1cm de compr., piloso externamente, pentâmero, gamossépalo, actinomorfo; corola 1,0-1,5cm de compr., glabra, pentâmera, dialipétala, zigomorfa; androceu com estames monadelfos, heterodínamos, inclusos; antera basifixa, deiscência longitudinal, extrorsa, biteca; gineceu 2cm de compr.; ovário piloso, súpero, unilocular; fruto sâmara, oblongo, margens quase retas, 10-19cm de compr., 2,5-3cm de larg., monospérmico, apículo terminal caduco, cálice persistente, nervuras salientes, paralelas, uma indo da base até o apículo e outra da base até 2/3 do comprimento do fruto.

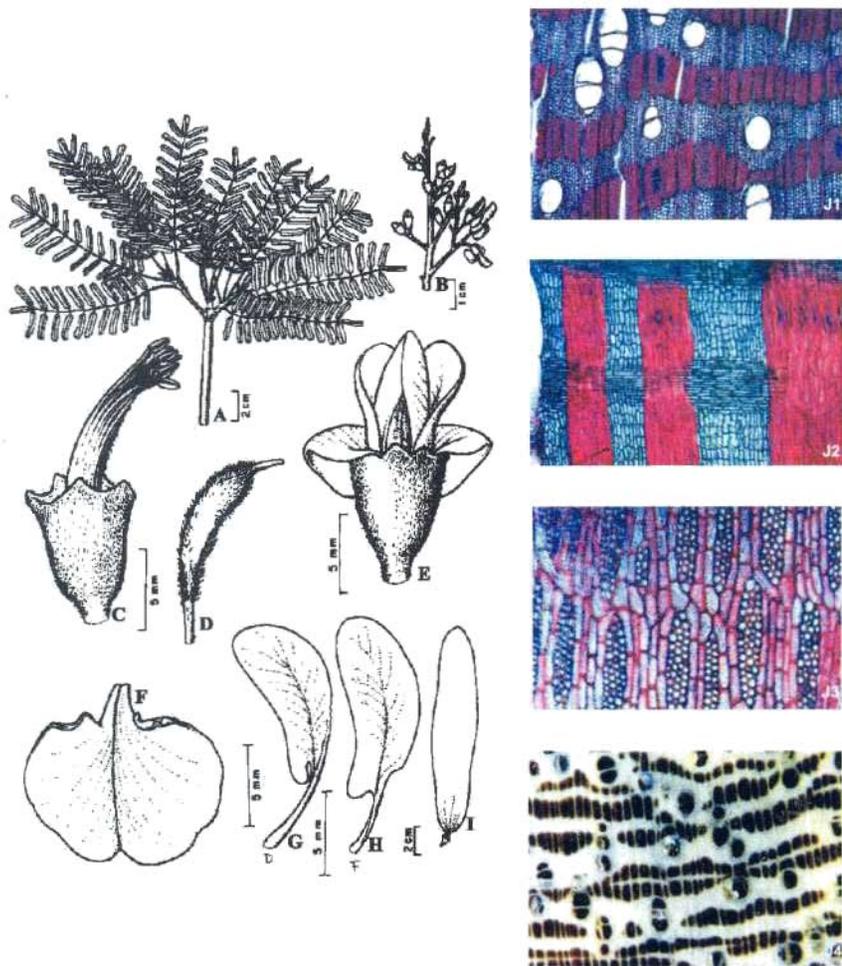


Figura 3. *Hymenolobium excelsum* Ducke - A) ramo evidenciando disposição das folhas; B) inflorescência; C) flor evidenciando cálice e androceu; D) ovário; E) flor evidenciando corola; F) vexilo; G) carena; H) asa; I) fruto; J) estruturas anatómicas da madeira: J1) seção transversal; J2) seção radial; J3) seção tangencial; J4) fotomicrografia da seção transversal. A-H de Silva NT da 2906 (IAN), I de Ducke A 1680 (IAN), J1-J4 de Oliveira JCL de et al. 10 (IAN).

**Nomes vernaculares** - angelim, angelim-comum, angelim-rajado-da-mata, angelim-rajado, angelim-da-mata, fava-folha-fina.

**Material examinado- Brasil, Pará**, Moju, reserva da Embrapa, 20/11/1997, Oliveira JCL de & Freitas J da C 10 (IAN 165684, X-6302) (M), 1/12/1997, Oliveira JCL de & Freitas J da C 23 (IAN 165697, X-6303) (M). Região do Jari, estrada entre Tinguelim e Braço, Km 22, 23/1/1970, Silva NT da 2906 (IAN 134771) (Fl). Belém, Utinga, 26/10/1944, Ducke A 1680 (IAN 11192) (Fl, Fr).

**Características da madeira** - Madeira pesada (0,80-0,90g/cm<sup>3</sup>) trabalhabilidade difícil, mas recebe bom acabamento; cerne vermelho-castanho sobre fundo amarelo-pardacento; alburno acinzentado; grã reversa para regular; textura grosseira; superfície lisa ao tato; ausência de brilho; cheiro e sabor indistintos (Melo & Gomes, 1979). Vasos com diâmetro de 170-300 $\mu$ m (em média 240 $\mu$ m); forma da seção oval; elementos vasculares de 210-560 $\mu$ m de compr. (média de 350 $\mu$ m). Parênquima axial aliforme com prolongamentos laterais longos formando faixas irregulares com 9-23 camadas de célula (em média de 13 células), estratificado; série cristalífera até 30 cristais romboidais por série. Raios estratificados, homogêneos constituído por células procumbentes; altura de 12-25 células (média de 17 células) e de 0,23-0,53mm (média de 0,33mm); largura de 2-4 células (média de 3 células) e de 30-80 $\mu$ m (média de 52 $\mu$ m); número de raios por milímetro variando em 4-10 (média de 6 raios/mm). Fibras com 0,57-1,97mm de compr. (média de 1,27mm); diâmetro total das fibras de 14-50 $\mu$ m (média de 23 $\mu$ m); diâmetro do lúmen com 1-16 $\mu$ m (média de 6 $\mu$ m); espessura da parede com 6-15 $\mu$ m (média de 8 $\mu$ m). O número de linhas de estratificação é em média de 3 linhas por mm. Camadas de crescimento bem demarcadas por zonas fibrosas escuras, realçadas pela ausência do parênquima.

**Usos** - Dormentes, construção em geral, compensado, tornearia, marcenaria, carpintaria, tacos, objetos de adorno e outros.

**Áreas de Ocorrência na Amazônia brasileira** - Amapá: Serra do Navio; Amazonas: Rio Uaupés, Parintins; Pará: Alcobaça (Tocantins), baixo e médio rio Trombetas (Oriximiná, lago Erepecuru,

rio Acapu), Belém, Bragança, Breu Branco, cachoeiras inferiores do Tapajós, Faro, ilhas altas do Tajuparu (Breves), Melgaço (Caxiuana), Monte Dourado, Santarém (Serra), Tucuruí

4. *Hymenolobium heterocarpum* Ducke; Tropical Woods, 47:6. 1936 (Figura 4).

Árvore de grande porte, 30-48m de altura, 1-2,5m de circunferência; base com sapopemas; copa umbeliforme; tronco cilíndrico e tortuoso; casca externa escamosa, quando jovem com aspecto gretado, internamente avermelhada, exsudando resina incolor entre a casca e a madeira, oxidando em contato com o ar, sabor amargo; folha pinada, imparipinada, alterna, 10-18cm de compr., longopeciada, pecíolo medindo 2,5-5cm de compr.; pecíolo e raque foliar com tricomas vermelho-ferrugíneos; 15-29 folíolos, 2-5cm de compr., 0,5-1,5cm de larg., opostos; peciólulo curto com 0,1-0,5cm de compr., oblongos, base truncada, ápice mucronado com tufo de tricomas, margem inteira, tricomas amarelo-ferrugíneos na face dorsal, pubescente a glabra na face ventral, estípula semicaduca na base do pecíolo. Inflorescência em heterocládio duplo racemo; flor azulada, pedunculada, bráctea basal, diclamídea, heteroclamídea, diplostêmone, bissexuada; cálice com 7-8mm de compr., piloso externamente, pentâmero, gamossépalo, actinomorfo; corola 1,5-2,5cm de compr., glabra, pentâmera, dialipétala, zigomorfa; androceu com estames monadelfos, polistêmones, inclusos; antera dorsifixa, deiscência longitudinal, extrorsa, biteca; gineceu 17-23mm de compr.; ovário densamente piloso, súpero, unicarpelar, unilocular; fruto sâmara obovado, 3,5-8cm de compr., 2,5-4,5cm de larg., monospermico, apículo terminal caduco, cálice persistente, nervuras paralelas uma partindo da base até o apículo e outra da base até 2/3 do comprimento do fruto.

**Nomes vernaculares** - angelim-da-mata, barbatimão, caramate, sucupira-peluda, timborana

**Material examinado- Brasil, Pará**, Moju, reserva da Embrapa, 25/11/1997, Oliveira JCL de & Freitas J da C 17 (IAN 165691, X-6304) (M). **Amazonas**, Manaus, Prensador, 28/2/1943, Ducke A 1191 (IAN 10187) (Fr); 19/12/1942 Ducke A 148 (IAN 9912) (Fl).

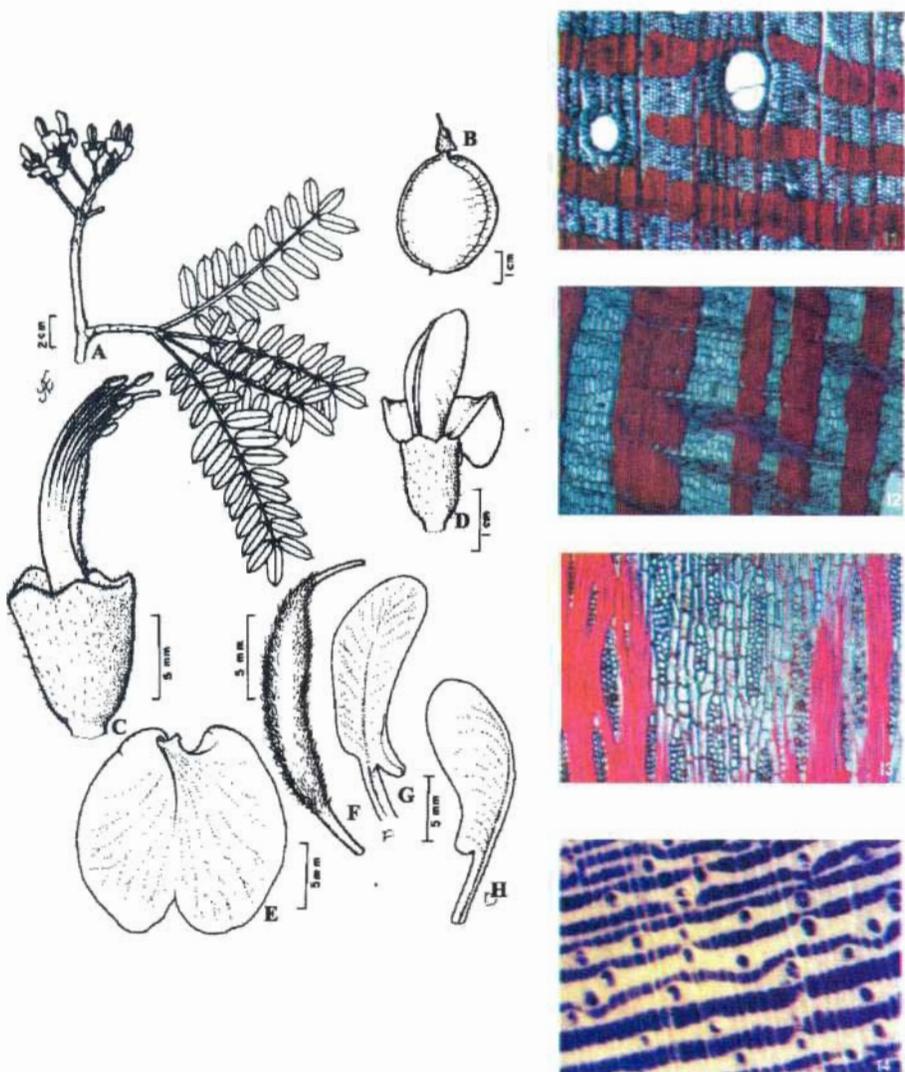


Figura 4: *Hymenolobium heterocarpum* Ducke - A) ramo com inflorescência; B) fruto; C) flor evidenciando cálice e androceu; D) flor evidenciando corola; E) vexilo; F) ovário; G) asa; H) carena; I) estruturas anatómicas da madeira: I1) seção transversal; I2) seção radial; I3) seção tangencial; I4) fotomicrografia da seção transversal. A & C-H de Ducke A 148 (IAN), B de Ducke A 1191 (IAN), I1-I4 de Oliveira JCL *da et al.* (IAN).

**Características da madeira - Madeira** muito pesada (0,95-1,00 g/cm<sup>3</sup>) trabalhabilidade regular; cerne castanho-claro; alborno amarelo; grã reversa; textura média; superfície lisa ao tato; ausência de brilho; cheiro imperceptível (Souza et al. 1997; Marques et al. 1997). **Elementos vasculares de 230-600µm de compr.** (média de 410 µm ). Parênquima axial zonado em faixas largas. Raios estratificados; altura de 9-29 células (média de 17 células) e de 0,24-0,62 mm (média de 0,37 mm ); largura de 2-4 células (média de 3 células) e de 20-60µm (média de 43µm ); número de raios por milímetro variando em 4-9 (média de 6 raios/mm). Fibras com 0,87-2,20mm de compr. (média de 1,58mm); diâmetro total das fibras de 17-40µm (média de 27µm ); diâmetro do lúmen com 2-27µm (média de 9µm ); espessura da parede com 5-14µm (média de 9µm ). O número de linhas de estratificação varia de 2-4 linhas por mm (média de 3 linhas) . Camadas de crescimento distintas.

**Usos** - Construção em geral, carpintaria, marcenaria, assoalhos e outros.

**Áreas de Ocorrência na Amazônia brasileira - Amazonas:** Içana, rio Negro, Manaus (igarapé Buião, cachoeira baixa do Tarumã); estrada Manaus-Caracará; **Pará:** Jacundá; rio Xingu; Santarém.

5. *Hymenolobium flavum* Kleinh.; Rec. Trav. Bot. Néerl. 22:400 1925 (Figura 5).

Árvore de grande porte, 26-38m de altura, ca. de 2,50m de circunferência; base com sapopemas até 1-1,5m do solo; copa umbeliforme; tronco reto e cilíndrico; casca estriada cinza-avermelhada, internamente branco-amarelada exsudando resina incolor, inodora de sabor amargo; folha pinada, imparipinada, alterna, 10-16cm de compr., longo-peciolada; pecíolo medindo 3-5cm de compr., pilosa; 11-19 folíolos, 3-6cm de compr. e 1,5-2,5cm de larg., opostos; pecíolulo curto com 0,1-0,5cm de compr., oblongos, base assimétrica, ápice retuso, margem inteira, tricomas vermelho-acinzentados nas nervuras da face dorsal, face ventral glabra, bráctea lanceolada na base do pecíolulo. Inflorescência heterocládio duplo racemo; flor arroxeadas, pedunculada, diclamídea, heteroclamídea, bissexuada; cálice 0,5-1cm

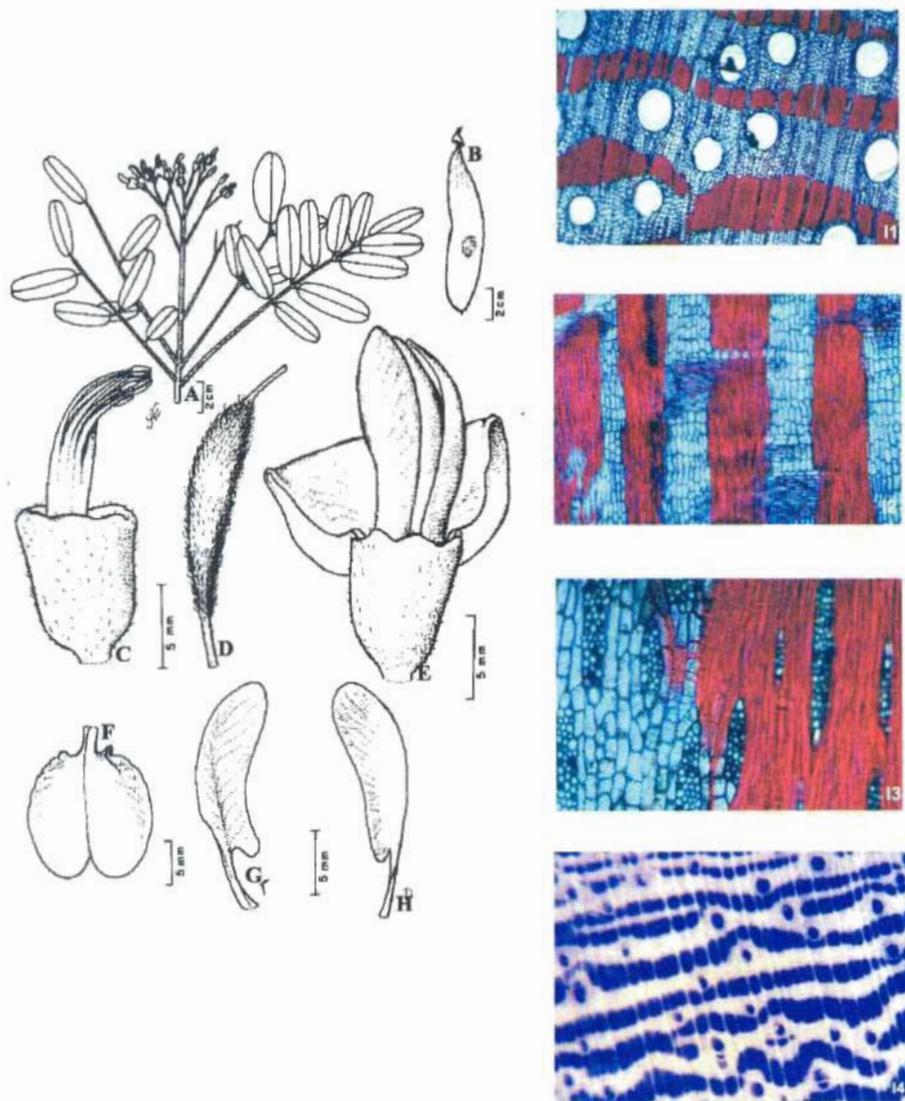


Figura 5: *Hymenolobium flavum* Kleinhoonte - A) ramo com inflorescência; B) fruto; C) flor evidenciando cálice e androceu; D) ovário; E) flor evidenciando corola; F) vexillo; G) asa; H) carena; I) estruturas anatómicas da madeira: I1) seção transversal; I2) seção radial; I3) seção tangencial; I4) fotomicrografia da seção transversal. A & C-H de Silva NT da 3044 (IAN), B de s/c (IAN 49803), I1-I4 de Oliveira JCL de 2007 (IAN).

de compr., piloso externamente, pentâmero, gamossépalo, actinomorfo; corola 1-2cm de compr., glabra, pentâmera, dialipétala, zigomorfa; androceu com estames monadelfos, diplostêmones, inclusos; antera dorsifixa, deiscência longitudinal, extrorsa, biteca; gineceu 11-19mm de compr.; ovário densamente piloso, prolongando-se lateralmente, súpero, unicarpelar, unilocular; fruto sâmara, oblongo, achatado, margens curvas, 7,5-13,5cm de compr., 1,5-2,5cm de larg., monospérmico ou com duas sementes, ápulo terminal, cálice persistente, nervuras laterais salientes, paralelas indo da base até o ápulo.

**Nomes vernaculares** - angelim-amarelo, angelim-vermelho, favinha, favinha-amarela, mari-mari.

**Material examinado- Brasil, Pará, Moju**, reserva da Embrapa, 27/11/1997, Oliveira JCL de & Freitas J da C 21 (IAN 165695, X-6305) (M); 26/11/1997, Oliveira JCL de & Freitas J da C 20 (IAN 165694, X-6306) (M). Região do Jari, Tinguelim, Km 21, 27/4/1970, Silva NT da 3078 (IAN 134936) (FI); entre Monte Dourado e Munguba, 15/4/1970, Silva NT da 3044 (IAN 134902) (FI). **Suriname**, 25/11/1916, s/c (IAN 49803) (Fr).

**Características da madeira** - Madeira pesada (0,80-0,90 g/cm<sup>3</sup>) trabalhabilidade difícil; cerne amarelo-claro sobre fundo amarelo-pardacento; alborno amarelo; grã-direita; textura média; ausência de brilho; cheiro imperceptível (Marques et al. 1997). **Vasos** diâmetro tangencial de 90-280  $\mu\text{m}$  (em média 200 $\mu\text{m}$ ); forma da seção oval; elementos vasculares de 260-720 $\mu\text{m}$  de compr. (média de 500 $\mu\text{m}$ ). Parênquima axial zonado em faixas largas com 7-18 camadas de células (média de 12 camadas); estratificado com muitas células subdivididas; série cristalífera com até 18 cristais romboidais por série. Raios apresentando estratificação irregular, homogêneos predominantes porém, ocasionalmente ocorrem raios heterogêneos; altura de 11-22 células (média de 16 células) e de 24-50  $\mu\text{m}$  (média de 34 $\mu\text{m}$ ); largura de 2-4 células (média de 3 células) e de 30-80 $\mu\text{m}$  (média de 54 $\mu\text{m}$ ); número de raios por milímetro variando em 3-6 (média de 4 raios/mm). Fibras com 0,67-2,37mm de compr. (média de 1,68mm); diâmetro total das fibras de 20-50 $\mu\text{m}$  (média de 30 $\mu\text{m}$ );

diâmetro do lúmen com 2-30 $\mu$ m (média de 8 $\mu$ m); espessura da parede com 5-17 $\mu$ m (média de 10 $\mu$ m). O número de linhas de estratificação varia de 2-4 linhas por mm (média de 3 linhas). Camadas de crescimento distintas.

**Usos - Construção** em geral, carpintaria, marcenaria e outros.

**Áreas de Ocorrência na Amazônia brasileira - Amapá:** serra do Navio; **Amazonas:** Manaus; **Pará:** Almeirim; região do Jari; Tinguelim; Monte Dourado; **Roraima:** São João da Baliza.

6. *Hymenolobium petraeum* Ducke; Arch. Jard. Bot. Rio de Janeiro, 1:36. 1915 (Figura 6).

Árvore de grande porte, 30-40m de altura, 64-90cm de circunferência; base com sapopemas até 1-2m do solo; copa umbeliforme; tronco reto e cilíndrico; casca escamosa soltando-se em placas grandes vermelho-acinzentadas; folha pinada, imparipinada, alterna, 9-12cm de compr., longo-peciolada; pecíolo 4-5cm de compr., raque foliar glabra, canaliculada; 9-13 folíolos, 4,5-7cm de compr., 2-3cm de larg., opostos; peciólulo curto, 0,5cm de compr., oblongos, base assimétrica, ápice retuso, margem inteira, glabros; estípula lanceolada na base do peciólulo. Inflorescência heterocládio duplo racemo; flor lilás-violácea, pedunculada, diclamídea, heteroclamídea, diplostêmone, bissexuada; cálice 0,5cm de compr., piloso externamente, pentâmero, gamossépalo, actinomorfo; corola 1-2cm de compr., glabra, pentâmera, dialipétala, zigomorfa; androceu com estames monadelfos, diplostêmone, inclusos; antera basifixa, deiscência longitudinal, extrorsa, biteca; gineceu 1-1,5cm de compr.; ovário pubescente, súpero, unicarpelar, unilocular; fruto sâmara, oblongo, achatado, margens retas, 7,5-8,5cm de compr., 1,5-2,0cm de larg., monospérmico, apículo terminal semi-caduco, cálice e androceu persistentes, nervuras salientes, paralelas, uma saindo da base até o apículo e outra da base até 1/3 do comprimento do fruto.

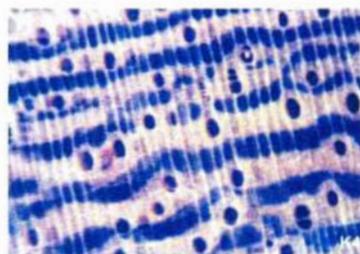
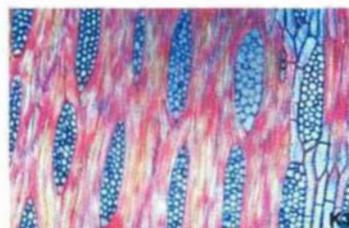
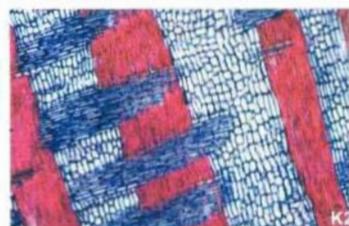
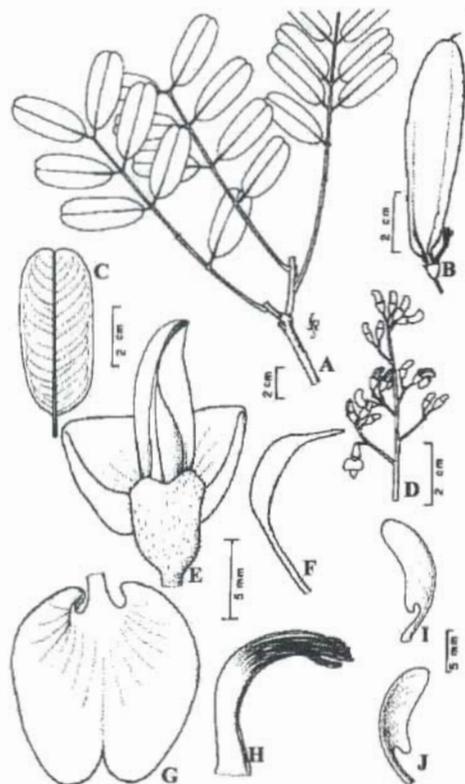


Figura 6: *Hymenolobium petraeum* Ducke - A) ramo; B) fruto; C) foliolo; D) inflorescência; E) flor evidenciando corola; F) ovário; G) carena; H) vexilo; I) androceu; J) asa; K) estruturas anatômicas da madeira: K1) seção transversal; K2) seção radial; K3) seção tangencial; K4) fotomicrografia da seção transversal. A & C-J de Ducke A s/n (IAN), B de Pires JM 1300 (IAN), K1-K4 de Silva NT da 2811 (IAN).

**Nomes vernaculares** - angelim, angelim-amarelo, angelim-arozeira, angelim-branco-pedra, angelim-comum, angelim-da-mata, angelim-do-pará, angelim-grande, angelim-macho, angelim-pedra, angelim-róseo, mirarema, murarema, sucupira-amarela.

**Material examinado- Brasil, Pará, Jari, 24/8/1991, Rosa NA 49 (X-5685) (M). Santarém, Flona do Tapajós, 4/10/1969, Silva NT da 2811 (X-2278, IAN 134635) (M, Fr). Bragança, 28/10/1973, Pires JM 13300 (IAN 141699) (Fr). Belém, Utinga, 11/1948, Ducke A s/n (IAN 37460 (Fl)).**

**Características da madeira - Madeira** muito pesada (0,95-1,00 g/cm<sup>3</sup>) trabalhabilidade regular (aceita prego), recebe acabamento esmerado; cerne marrom-avermelhado-claro com acentuadas listras claras, de aspecto fibroso; alburno marrom muito pálido; grã reversa ou direita; textura grosseira; superfície lisa ao tato; ausência de brilho; gosto e cheiro indistintos (Melo e Gomes, 1979; Souza et al. 1997; Marques et al. 1997). **Vasos** com diâmetro tangencial de 170-300 $\mu$ m (em média 240 $\mu$ m); forma da seção oval com tendência a circular; elementos vasculares de 340-560 $\mu$ m de compr. (média de 444  $\mu$ m ). **Parênquima axial** zonado em faixas largas de 6-18 camadas de células (média de 12 camadas) e estratificado; série cristalífera até 8 cristais romboidais por série. **Raios** estratificados, homogêneos constituídos por células procumbentes e ocasionalmente com células quadradas na extremidade do raio (heterogêneos); altura de 11-20 células (média de 15 células) e de 0,26-0,38mm (média de 0,31mm ); largura de 3-4 células (média de 4 células) e de 30-90  $\mu$ m (média de 53  $\mu$ m ); número de raios por milímetro variando em 4-7 (média de 5 raios/mm). Fibras com 0,65-2,05mm de compr. (média de 1,42mm); diâmetro total das fibras de 16-50 $\mu$ m (média de 27 $\mu$ m ); diâmetro do lúmen com 4-26 $\mu$ m (média de 10 $\mu$ m ); espessura da parede com 4-13 $\mu$ m (média de 8 $\mu$ m). O número de linhas de estratificação varia de 3-4 linhas por mm (média de 2 linhas). Camadas de crescimento distintas, demarcadas por zonas fibrosas.

**Usos - Tábuas**, ripas, pernamancas, vigas, carpintaria, marcenaria, dormentes, tacos de assoalho, construção civil e naval, vigamentos e esteios.

**Áreas de Ocorrência na Amazônia brasileira - Amapá:** campo alto de Mazagão, Macapá, serra do Navio; **Amazonas:** Manaus, Parintins; **Pará:** Almeirim, Belém, Bragança, estrada de Altamira a Oeste da volta do Xingu, Faro, Gurupá, Monte Alegre, Monte Dourado, Mosqueiro, Óbidos, rio Tapajós (Bela Vista), rio Xingu, Santarém (serra); **Maranhão:** Itapicuru; **Roraima:** ilha de Maracá.

## CONCLUSÃO

- Através das seis espécies estudadas, pode-se facilmente diferenciar morfológicamente e vegetativamente *Dinizia* e *Zygia* dos *Hymenolobium*. *Dinizia* e *Zygia* apresentam folhas bipinadas e os *Hymenolobium* folhas pinadas.

- Entre *Dinizia* e *Zygia* as principais diferenças são: porte da árvore (*Dinizia* com 28-50m de altura e *Zygia* com 20-25m de altura); tronco (*Dinizia* possui raízes tabulares bem desenvolvidas e *Zygia* raízes tabulares quase imperceptíveis); casca (em *Dinizia* é escamosa, soltando-se em grandes placas e em *Zygia* é estriada); folha (em *Dinizia* é longo-peciolada, pecíolo com 3-5cm de comprimento e em *Zygia* é curto-peciolada, pecíolo com 1-1,5cm de comprimento); folíolo (em *Dinizia* são alternos e em *Zygia* são opostos); inflorescência (em *Dinizia* é axilar terminal, espiciforme e em *Zygia* caulicular, duplo racemo com flores saindo na parte terminal do pedúnculo); fruto (em *Dinizia* é legume samaróide e em *Zygia* é um folículo). Nas quatro espécies de *Hymenolobium* estudadas, as diferenças encontradas foram: *H. excelsum* e *H. heterocarpum* apresentam as bases dos folíolos truncadas e ápices mucronados, diferindo quanto ao fruto (*H. excelsum* é oblongo e *H. heterocarpum* é obovado). *H. petraeum* e *H. flavum* apresentam ápices dos folíolos retusos e bases assimétricas, porém a persistência do androceu junto ao fruto foi observada apenas em *H. petraeum*. A coloração das flores pode separar *H. excelsum* das demais espécies por apresentar-se róseo-avermelhada; nas outras três espécies de *Hymenolobium* estudadas fica difícil a separação baseada nesse caráter, por variar do azul ao roxo, passando pelo violeta. Há necessidade de serem observados

mais indivíduos no campo, a fim de se caracterizar melhor as diferenças entre as espécies estudadas.

- A estrutura anatômica da madeira evidencia que a estratificação dos raios é uma característica peculiar do gênero *Hymenolobium*, sendo muito importante na sua identificação. Entretanto, *Dinizia* e *Zygia* por não apresentarem raios estratificados são facilmente distintos do gênero *Hymenolobium*.

- Com base nos dados anatômicos quantitativos, *Dinizia* difere de *Zygia*, principalmente, quanto à altura dos raios (em mm e células), isto é, em *Dinizia*, os raios são mais altos em relação à *Zygia*. A largura dos raios também é uma boa característica na separação das duas espécies, sendo os raios de *Dinizia* mais largos (em micra e em células) do que os de *Zygia*.

- A separação das espécies do gênero *Hymenolobium* são mais difíceis, embora, *H. flavum* e *H. petraeum* apresentem fibras mais longas do que *H. excelsum* (valores médios). No que se refere aos raios, os valores obtidos são muito próximos entre si, o que torna inviável o uso dessa característica para a identificação das espécies desse gênero.

- Com relação ao diâmetro dos vasos, faz-se necessária a mensuração em mais de um espécime para melhor definir esse parâmetro anatômico, pois é uma característica de maior variabilidade segundo Muniz (1986).

- Os valores médios dos elementos vasculares não são indicados para diferenciar *Dinizia* de *Zygia*. Porém, para as espécies de *Hymenolobium* esta característica pode separá-las em grupos.

Baseando-se na análise microscópica, verifica-se que as espécies do gênero *Hymenolobium* apresentam pouca diferença entre si, e no que se refere às espécies *Dinizia excelsa* e *Zygia racemosa*, as diferenças são bastante significativas.

- Este trabalho terá continuidade com o estudo de outras espécies de *Hymenolobium* e de outros gêneros conhecidos popularmente na Amazônia com a denominação "angelim" ou qualquer uma

das demais variações. Pretende-se elaborar um manual com todas as plantas estudadas, evidenciando-se as diferenças de campo e de laboratório em nível específico, a fim de contribuir para a identificação dessas espécies, minimizando as confusões causadas pela utilização apenas da nomenclatura popular e otimizando a qualidade do produto final que, conseqüentemente, elevará o preço dessa madeira no mercado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BARROSO, G.M. **Sistemática de Angiospermas do Brasil**. Belo Horizonte: Imprensa Universitária, 1991. v.2, 377p.
- CAMARGOS, J. A. A.; CZARNESKI, C.M.; MEGUERDITCHIAN, I.; OLIVEIRA, D. de. **Catálogo de árvores do Brasil**. Brasília: IBAMA. Laboratório de Produtos Florestais. 1996. 887p.
- CORADIN V.T.R.; MUNIZ, G.I.B. **Normas de procedimentos em estudo de anatomia de madeira: Angiospermae e Gymnospermae**, Brasília, IBAMA, 1992. 19p.
- CRONQUIST, A. **The evolution and classification of flowering plants**. 2. ed. New York: The New York Botanical Garden, 1993. 555p.
- DUCKE, A. Notes on the species of *Hymenolobium*: Giant trees of Brazilian Amazonia. **Tropical Woods**, n.47, p.1-10, 1936.
- DUCKE, A. Notas sobre a flora neotrópica II. Belém: IAN, 1949. 248p. (IAN. Boletim Técnico, 18).
- JOLY, A.B. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. São Paulo: Nacional, 1993. 777p.
- LEWIS, G.P. **Legumes of Bahia**. Kew: Royal Botanic Gardens, 1987. 315p.
- LIMA, H.C. de. Considerações taxonômicas sobre o gênero *Hymenolobium* Bentham (Leguminosae-Faboideae). **Acta Amazônica**, Rio de Janeiro, v.12, n.1 p. 41-48, 1982.

- MAINIERI, C.; PRIMO, B.L. **Madeiras denominadas "Angelim". Estudo macro e microscópico.** São Paulo: Instituto de Pesquisas do Estado de São Paulo, 1968, 35p. (Instituto de Pesquisa. Publicação, 739).
- MARQUES, M.H.B. **Madeiras da Amazônia;** características e utilização. Brasília: IBAMA, 1997, v.3, 141p.
- MATTOS N.F. O gênero *Hymenolobium* Benth. (Leguminosae) no Brasil. **Roessleria**, v.3, n.1, p.13-53, 1979.
- MELO, C.F.M.de; GOMES, J.I. **Estudo químico e micrográfico de madeiras da Amazônia.** Belém: Embrapa-CPATU, 1979. 70p. (Embrapa-CPATU. Comunicado Técnico, 19).
- MUNIZ G.I.B.de. **Descrição da estrutura e ultraestrutura da madeira de cinco espécies de *Prosopis* da Argentina e análise as metodologia.** 1986. 192p. Tese (Mestrado em Ciências Agrárias)- Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- POLHILL, R.M.; RAVEN, P. H. ed. **Advances in legume systematics Part 1.** Kew: Royal Botanic. 1981. Part 1 425p.
- RODRIGUES, W.A.; MATTOS, N.F. *Hymenolobium discolor* W. Rodrigues & N. Mattos, nova espécie de Leguminosae da Amazônia. **Acta Amazônica**, Manaus, v.10, n.4, p.743-745, 1980.
- SOUZA, M.H.de, MAGLIANO, M.M.; CAMARGOS, J.A.A. **Madeiras tropicais brasileiras.** Brasília: IBAMA. Laboratório de Produtos Florestais, 1997. 152p.
- STEARNS, W.T. **Botanical latim.** London: David & Charles, 1983. 565p.

## Parte 2 - Biologia Reprodutiva

# SÍNDROMES DE POLINIZAÇÃO E BIOLOGIA FLORAL DE ESPÉCIES MADEIREIRAS DA AMAZÔNIA E IMPLICAÇÕES PARA O MANEJO FLORESTAL

Márcia Motta Maués

## INTRODUÇÃO

Pouco se conhece sobre os processos de polinização e reprodução das espécies arbóreas que vêm sendo exploradas na floresta amazônica, apesar de algumas delas encontrarem-se ameaçadas de drástica diminuição nos estoques naturais.

De acordo com Prance (1985), um dos aspectos mais importantes dentre os estudos de ecologia florestal é a compreensão dos mecanismos de polinização e biologia floral. A complexidade das síndromes de polinização das árvores da floresta amazônica é ainda um vasto campo a ser explorado, devido, em parte, à dificuldade de se atingir o dossel, observando-se a altura das árvores nativas, que pode ultrapassar os 30 metros, bem como a própria densidade populacional da vegetação e o difícil acesso aos locais de estudo.

Há algumas décadas, pensava-se que a maioria das árvores das florestas tropicais apresentava autogamia, à semelhança das espécies arbóreas de regiões temperadas, baseando-se, principalmente, na grande distância entre indivíduos, no padrão assincrônico de florescimento de várias espécies e na restrita mobilidade de seus polinizadores (Corner, 1954; Baker, 1959 citados por Bawa, 1974). Entretanto Janzen (1971) verificou que abelhas da família Euglossinae eram capazes de regressar ao ninho após captura e liberação a uma distância de até 23 km. Assim, concluiu que a mesma distância poderia ser coberta para o forrageamento de pólen (busca de alimento para as larvas do ninho), podendo assim polinizar árvores que estivessem neste raio de ação. Verificou ainda

que estas abelhas obedeciam a uma rota pré-determinada, na qual visitavam o mesmo grupo de plantas diariamente nos mesmos horários, favorecendo as plantas que floresciam por longos períodos e com poucas flores abertas por dia, lançando então a teoria das abelhas "*trap-liners*", termo já utilizado antes por Baker (1970) citado por Proctor et al. (1996).

Bawa (1974), em estudo sobre o sistema reprodutivo de espécies arbóreas da floresta de La Selva, na Costa Rica, demonstrou que cerca de 76% das espécies apresentavam fecundação cruzada (alogamia). Foi o suficiente para lançar as bases para o redirecionamento dos estudos sobre a biologia reprodutiva das árvores tropicais, e atrair a atenção dos pesquisadores para os problemas gerados a partir da exploração desordenada das florestas.

Guariguata (1998) fez referência a estudos realizados em uma floresta amazônica com relação à produção de sementes em áreas exploradas há cerca de dez anos e áreas não exploradas, mostrando que o número de frutos das mesmas espécies nas duas áreas foi diferente, sendo inferior nas áreas onde houve exploração madeireira. Comentou também que a remoção de indivíduos de uma mesma espécie pode aumentar o nível de endogamia nos indivíduos remanescentes, o que refletiria tanto na produção de sementes como na qualidade (viabilidade) desse material.

Bawa (1990a) enfatizou que para realizar o manejo florestal com responsabilidade, é fundamental haver um nível mínimo de conhecimento sobre a biologia reprodutiva e a estrutura genética das espécies florestais sob manejo. Este conhecimento é ainda limitado, mas já se sabe que as espécies tropicais apresentam padrões complexos de florescimento, grande variedade de polinizadores e dispersores de sementes, ocorrem geralmente em baixas densidades e são em grande parte alógamas. Sob o ponto de vista do manejo florestal, o conhecimento da biologia da polinização permitiria saber o quanto as espécies dependem de um determinado polinizador, pois no caso de haver uma especificidade entre planta-polinizador, o manejo e a conservação da população do polinizador se tornaria tão importante quanto o manejo da espécie arbórea em

questão. Além disso, o autor afirmou que uma estratégia adequada de manejo deveria levar em consideração o modo pelo qual as populações de polinizadores seriam influenciadas pelas modificações na frequência e composição das espécies florestais, sabendo-se que nas florestas tropicais existem grupos de espécies que compartilham os mesmos vetores de polinização.

Assim, para conhecer a biologia reprodutiva de uma planta, é necessário fazer uma ampla abordagem que envolva a fenologia reprodutiva, biologia floral, sistema reprodutivo, agentes polinizadores e dispersores e, conseqüentemente, a síndrome de polinização. Esses parâmetros, associados à estrutura genética, podem ser entendidos como o sistema genético.

A fenologia reprodutiva pode ser avaliada em intervalos de tempo regulares (uma semana, quinze dias, um mês) através da observação da duração, ocorrência, seqüência, e frequência dos eventos de floração (botão floral e flor) e frutificação (frutos verde e maduro, disseminação), de um grupo de plantas em uma população natural ou plantação (Fournier & Charpentier, 1975).

Um dos padrões adotados para a classificação do tipo de floração foi criado por Gentry (1974), baseado no estudo do florescimento de um grupo de espécies da família Bignoniaceae. Foram estabelecidos três tipos: "Big-bang" ou "Mass-flowering": floração relâmpago com uma grande quantidade de flores abrindo simultaneamente, ocorrendo em vários indivíduos de uma espécie em um curto intervalo de tempo (de um dia a uma ou duas semanas); "Cornucópia": quantidade grande de flores abrindo em diversos indivíduos de uma espécie em um intervalo de três a oito semanas, com flores que duram apenas um dia; e "Steady-state": relativamente poucas flores abrindo em diferentes indivíduos de uma espécie em um longo intervalo de tempo (dois meses a um ano).

O sistema reprodutivo compreende todos os aspectos da expressão sexual nas plantas, que afetam a contribuição genética para gerações futuras de indivíduos dentro de uma espécie. Em estudos de polinização em condições naturais, o conhecimento

do sistema reprodutivo é uma etapa essencial para avaliar a dependência da produção de sementes em função da taxa e do tipo de polinização em direção ao entendimento dos mecanismos de fluxo gênico.

De acordo com o tipo de sistema reprodutivo, as plantas podem apresentar autopolinização, quando as flores são polinizadas com seu próprio pólen, ou polinização geitonogâmica, quando ocorre a transferência de pólen entre flores no mesmo indivíduo, ou polinização cruzada, quando há o envolvimento de duas plantas distintas da mesma espécie, uma doadora de pólen e a outra receptora, para que ocorra a fecundação. Ambas situações também podem ocorrer em uma mesma planta, resultando em um sistema misto, assim como existem espécies que produzem frutos sem ocorrer polinização, por um processo chamado agamospermia (apomixia).

A biologia floral envolve todos os aspectos relacionados à flor, como o horário de abertura plena (antesse), o período de receptividade do estigma e o horário de liberação do pólen. Através do conhecimento da estrutura básica da flor, seu tamanho e horário de abertura, é possível inferir sobre o tipo de polinizador adaptado à mesma. A relação pólen/óvulo é um indicativo do tipo de sistema reprodutivo, de acordo com Cruden (1977). A receptividade do estigma e a viabilidade do pólen também são ferramentas que auxiliam no entendimento do sistema reprodutivo.

Os atrativos florais, tais como coloração e odor e as recompensas, como pólen, néctar, óleo, perfume ou resinas atraem os visitantes ou polinizadores. O conhecimento destes recursos, a biologia floral e a morfologia/estrutura da flor permitem descrever a síndrome de polinização de uma espécie, que é o conjunto de características e atributos que levam essa espécie a ser polinizada por um determinado grupo de agentes (Faegri & van der Pijl, 1979).

Baseado em Faegri & Pijl (1979) e Proctor et al. (1996), as principais síndromes de polinização são:

a) Anemofilia: flores polinizadas pelo vento. Caracterizam-se por um número reduzido de anteras com pólen pequeno, seco e muito abundante; poucos atrativos visuais; estigma com superfície viscosa, geralmente em um plano superior ao perianto; o perianto é insignificante, pequeno ou ausente; o número de óvulos é reduzido. São, na maioria dos casos, dióicas;

b) Cantarofilia: flores polinizadas por besouros. Os besouros já existiam antes mesmo do surgimento das angiospermas, e devem ter sido os primeiros polinizadores dessas plantas. Estes insetos são geralmente “desajeitados” e visitam as flores em busca de alimento (pólen e/ou tecidos nutritivos) e às vezes podem causar sérios danos à flor. Algumas flores polinizadas por besouros apresentam um mecanismo de termogênese que promove a volatilização do odor e influência na atração dos polinizadores (Prance, 1985). Caracterizam-se pela redução de atrativos visuais; nenhuma forma especial; guia de nectário ausente; antese vespertina ou noturna; coloração creme, amarelo-clara, amarelo-esverdeada, vermelho ou vinho; aroma conspícuo (de especiarias ou frutos maduros e fermentados); estrutura do perianto robusta e oferta de pólen; tecidos nutritivos e/ou néctar como recompensa. Muitas vezes são utilizadas por esses insetos como local de acasalamento e postura. Estudos realizados em florestas úmidas da Austrália mostraram que até 25% das espécies arbóreas são polinizadas por coleópteros (Bawa, 1990b);

c) Miofilia: flores polinizadas por moscas. De acordo com o grupo de moscas visitantes, encontram-se três grupos de flores para esta síndrome. O primeiro grupo reúne flores com formas pouco especializadas, coloração discreta, apresentando guias de néctar, odor imperceptível, órgãos sexuais expostos, ofertando néctar como recompensa. O segundo apresenta flores mais especializadas, com coloração escura, marrom ou verde, adornadas com pontuações ou listras, aroma almiscarado, com estrutura funcionando como armadilha aos visitantes. O terceiro grupo reúne flores que mimetizam formas e odores, atraindo os visitantes de maneira “fraudulenta”, induzindo-os ao acasalamento e postura, e

promovendo, indiretamente, a polinização. Raros registros dessa síndrome são encontrados atualmente para as espécies arbóreas tropicais;

d) Melitofilia: a polinização é realizada por abelhas. As abelhas são responsáveis por quase 52% da polinização das espécies arbóreas tropicais (Bawa et al. 1985), sendo consideradas excelentes vetores de fluxo gênico, por sua capacidade de voar longas distâncias (Janzen, 1971). Soma-se ainda a “fidelidade” mostrada pela maioria das abelhas em visitas a plantas da floresta amazônica (Absy & Kerr, 1977), que aumenta seu valor como insetos polinizadores. As flores polinizadas por abelhas geralmente são zigomórficas, têm coloração vistosa variando entre o rosa, amarelo, azul, violeta (nunca vermelho, pois as abelhas não enxergam esta cor), guias de néctar, aroma agradável, antese diurna, plataforma de pouso (que pode ser uma agregação de flores pequenas, uma pétala modificada ou outra estrutura), pólen e/ou néctar em abundância, estando o néctar protegido e produzido em quantidade moderada, órgãos sexuais protegidos, muitos óvulos por flor. Um exemplo dessa síndrome é encontrado na família Lecythidaceae, onde, em pelo menos dez gêneros, a polinização é realizada por abelhas mamangavas dos gêneros *Xylocopa*, *Eulaema*, *Euglossa*, *Epicharis* (família Anthophoridae) e *Bombus*, *Trigona* e *Melipona* (família Apidae) (Prance, 1985);

e) Esfingofilia: flores polinizadas por mariposas. Geralmente estas flores têm antese noturna, aroma forte (perceptível à longa distância) e agradável, coloração branca ou creme, estrutura tubular, guias de néctar ausentes, néctar protegido e produzido em abundância, e pouco pólen. Segundo Bawa (1990b), essa síndrome é muito comum em florestas tropicais, a exemplo de representantes da família Rubiaceae, porém é ainda muito pouco estudada;

f) Psicofilia: flores polinizadas por borboletas. Apresentam antese diurna, cores vibrantes como o vermelho, laranja, rosa-choque, azul e amarelo, geralmente estão agrupadas em massas, apresentam um tubo estreito que permite apenas a passagem da probóscide, tem aroma discreto e agradável, néctar protegido e produzido em abundância;

g) Ornitofilia: flores polinizadas por pássaros. A grande maioria dos polinizadores deste grupo é constituída por beija-flores e pássaros da ordem Passeriformes, entretanto encontram-se também outros pássaros como polinizadores importantes, os periquitos (não só aqui na Amazônia onde foi registrado o primeiro caso de polinização por pisitacídeos da Região Neotropical, em *Platonia insignis* – Maués & Venturieri (1997), como na Austrália). Flores polinizadas por pássaros são geralmente robustas, de cores vibrantes como o vermelho, rosa-choque e coral, produzem néctar diluído e em abundância, bastante pólen, têm antese diurna, mas não possuem aroma perceptível;

h) Quiropterofilia: flores polinizadas por morcegos são comuns nos trópicos. Estas flores têm geralmente antese noturna, coloração discreta (branca, creme, verde), odor forte e nem sempre agradável (lembra furtos em decomposição), estrutura robusta, produzem néctar e pólen em abundância, ocupam uma posição peculiar sobressaindo-se à folhagem. Dentre as espécies amazônicas, essa síndrome foi encontrada nas famílias Bombacaceae e Caryocaraceae e em alguns gêneros de Leguminosae (i.e. *Bauhinia* e *Parkia*) (Prance, 1985).

Este trabalho analisou exemplos de síndromes de polinização de espécies madeireiras nativas da Amazônia, incluindo a biologia floral, relacionando a aspectos do manejo florestal.

Os casos estudados resultaram de investigações em um grupo de oito espécies com diferentes síndromes de polinização, estudadas durante os anos de 1996 a 1998, em área de floresta úmida natural e em plantios, no Estado do Pará.

## METODOLOGIA

Estudou-se a biologia floral e realizou-se um levantamento dos principais vetores de pólen de *Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl. Lecythidaceae (castanheira-do-brasil), *Jacaranda copaia* (Aublet) D. Don Bignoniaceae (parapará), *Dipteryx odorata* Willd. Leguminosae-Papilionoideae (cumarú), *Manilkara amazonica* (Huber) Standley Sapotaceae (maparajuba), *Vouacapoua americana* Aubl. Leguminosae-Caesalpinioideae (acapu), *Symphonia globulifera* Aubl. Clusiaceae (anani), *Parkia pendula* Benth. ex Walp Leguminosae-Mimosoideae (faveira-bolota) e *Simarouba amara* Aubl. Simaroubaceae (marupá).

### a) Área de estudo

Os estudos foram conduzidos em área de floresta secundária, no município de Belterra (2°38'S 54°57'W) e em plantios existentes na área experimental da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém (1°53'S 48°46'W), no Estado do Pará.

Segundo classificação de Köppen, Belterra tem o padrão climático Ami, caracterizado por apresentar temperatura média de 25°C, umidade relativa média de 86%, precipitação média anual de 2.100 mm e um total médio de 2.150 horas de brilho solar (Carvalho, 1980). Em Belém, o padrão climático é Afi, apresentando temperatura média anual de 25,9°C, umidade relativa do ar de 84% e precipitação pluviométrica de 2.900mm.

### b) Morfologia floral

Foram coletadas flores e inflorescências das espécies selecionadas para estudo, com o auxílio de podão, escada e de uma torre metálica. O material coletado foi levado imediatamente ao laboratório, e colocado em recipientes com água para evitar a desidratação. Parte do material foi fixado em FAA (Radford, 1974).

Em seguida, as flores foram analisadas sob estereoscópio Olympus SZH. Foram feitas fotografias e fotomicrografias utilizando Microscópio Eletrônico de Varredura.

### c) **Biologia floral**

Foi feita a determinação do horário de abertura plena das flores (antese), através de observações *in loco* ou no laboratório, quando coletavam-se ramos férteis com flores em estágio de pré-antese, acompanhando-se a abertura das mesmas.

A receptividade do estigma foi testada de acordo com metodologia de Dafni (1992) e Dafni & Maués (1998), utilizando-se peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ), Perex Test Merk, solução Baker e solução Peroxtesmo KO. Peroxtesmo KO indica a presença de uma enzima, a peroxidase, o pólen viável ou o estigma receptivo assume uma coloração azul ou roxa na presença desta enzima. O Perex Test indica a presença de  $H_2O_2$  no estigma, sendo medido através de uma escala de cores que varia do amarelo claro ao vermelho, com escores para cada nuance. O peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) indica a receptividade, através da formação de bolhas de ar. É um método simples e barato, porém se houver qualquer corte no tecido, pode levar a um falso resultado. O teste de Baker indica também a presença de atividade enzimática, através da álcool-dehidrogenase.

A viabilidade do pólen foi testada com solução de Alexander (1980) e solução Baker (Dafni, 1992). A solução de Alexander revela se o protoplasma está íntegro, indicativo da viabilidade do pólen; os grãos viáveis assumiram a coloração interna vermelho-escura, devido ao carmim acético e externamente verde, pela ação do verde malaquita, e os inviáveis ficaram totalmente verdes.

O grau brix do néctar foi medido com refratômetro portátil ATAGO, somente nas espécies com grande quantidade de néctar. Os recursos florais e atrativos foram identificados. As glându-

las secretoras de aroma (osmóforos) foram localizadas utilizando-se solução de vermelho-neutro a 0,1%. Flores frescas foram submersas na solução por intervalos de tempo de um minuto, 30 minutos, 60 minutos e 120 minutos. Após esta etapa, as flores foram lavadas em água destilada e dissecadas sob estereoscópio, para a análise das partes florais. As regiões coradas de vermelho intenso indicavam a presença dos osmóforos.

#### d) Sistema reprodutivo

Investigou-se o sistema reprodutivo através de cruzamentos controlados. Basicamente foi verificada a ocorrência de autopolinização para todas as espécies estudadas, através do isolamento de flores/inflorescências com sacos de papel impermeável e sacos à prova de pólen.

Para o acapu, foram feitos testes preliminares de polinização controlada no campo e no laboratório (*in vitro*). Para isto, três árvores foram selecionadas considerando-se a disponibilidade de flores e altura dos ramos com as inflorescências. Foram aplicados os seguintes tratamentos adaptados de Radford (1974):

- Autopolinização espontânea: um dia antes da antese as flores foram protegidas com sacos de papel impermeável e deixadas sem manipulação por dois dias, quando foram coletadas e fixadas em FAA;

- Autopolinização induzida: seguiu-se o mesmo procedimento adotado no tratamento 1, porém no dia seguinte retirou-se o saco de papel momentaneamente para polinizar a flor com seu próprio pólen;

- Xenogamia com emasculação: as flores foram protegidas um dia antes da antese, e no dia seguinte foram emasculadas (retiravam-se todas as anteras antes da deiscência) e polinizadas com o pólen umas das outras. No dia posterior, as flores foram coletadas e fixadas em FAA;

- Xenogamia sem emascação: o mesmo procedimento do tratamento 3, sem a retirada das anteras;
- Geitonogamia com emascação: o mesmo procedimento do tratamento 3, porém os cruzamentos foram feitos entre flores de uma mesma árvore;
- Controle: foram marcadas flores para polinização aberta no campo.

As flores foram coletadas e fixadas em FAA, 48 horas após os cruzamentos. Os resultados foram analisados em dez flores de cada tratamento, em microscópio de fluorescência, corando-se os pistilos, previamente amaciados em solução de NaOH 2M por duas horas, em corante de azul de anilina e calcoflúor Jefferies & Belcher (1974) citados por Kearns & Inouye (1993). Utilizou-se filme colorido ASA 400 para o registro das imagens.

#### e) Visitantes e polinizadores

Observou-se o comportamento dos visitantes no momento das visitas e o local de contato com os órgãos reprodutivos. Os insetos visitantes foram coletados com rede entomológica, mortos em vapores de acetato de etila, montados em alfinete e etiquetados. Posteriormente, foram identificados em nível taxonômico mais inferior possível, com o auxílio de especialistas e também por comparação com espécimens da Coleção Entomológica da Embrapa Amazônia Oriental.

Os demais visitantes foram observados visualmente com auxílio de binóculos Nikon 15x25 e identificados em nível de família.

#### f) Síndromes de polinização

Com base em todos os aspectos investigados, determinou-se a síndrome de polinização para cada planta, de acordo com a classificação de Faegri & van der Pijl (1979).

Como havia indícios de anemofilia no marupá, foram instaladas armadilhas para coleta de pólen, de acordo com a metodologia de Dafni (1992), que consistiam de lâminas com gelatina e corante nas árvores com flores femininas, distribuídas aos 10 m e 5 m de altura e em nível do solo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre as espécies estudadas, *Bertholletia excelsa* (castanheira-do-brasil, Figura 1 a), *Jacaranda copaia* (parapará, Figura 1c) e *Dipteryx odorata* (cumaru, Figura 1e) apresentaram síndrome de polinização melitófila, ou seja, são polinizadas por abelhas, e suas flores reúnem as principais características atrativas a esse grupo de polinizadores. Essas características foram, principalmente, antese diurna; flores de cores atrativas (lilás, rosa e amarela, respectivamente); presença de odor agradável; recursos florais (néctar e pólen) produzidos em quantidade reduzida e protegidos; órgãos reprodutivos protegidos.

As flores da castanheira possuem uma câmara de estaminódios soldados, formando uma estrutura robusta (lígula) que recobre os estames e o estigma, restringindo a entrada dos insetos visitantes e permitindo somente insetos robustos e vigorosos penetrarem para coletar pólen ou néctar. Mori et al. (1978), Müller et al. (1980), Moritz (1984) e Maués & Oliveira (1999) mencionam que as flores de castanheira-do-brasil selecionam os visitantes de acordo sua estrutura morfológica. As fotomicrografias da superfície estigmática da castanheira revelaram a presença de papilas que facilitam a aderência do pólen (Maués & Oliveira, 1999) (Figura 1b). O teste para detecção de osmóforos indicou a concentração das glândulas de cheiro na porção interna das pétalas. A região mais receptiva do estigma está situada na porção basal das papilas.

O parapará apresenta inflorescências paniculadas terminais com flores hermafroditas de antese diurna; androceu com anteras rimosas poricidas, apresentando exposição parcial do pólen e um estaminódio central de cor branco-transparente (diáfano) com pêlos glandulares em toda a sua extensão (Figura 1d). Foram

localizados osmóforos nos pêlos glandulares do estaminódio. As flores ofertam pólen e néctar aos visitantes, permanecendo abertas por todo o dia, fechando ao anoitecer (Maués & Santos, 1999). O pólen é disponibilizado uma hora após a abertura plena da flor, e permanece viável desde sua exposição até o dia seguinte. O estaminódio é responsável pela atração dos visitantes e pelo estreitamento do caminho no interior da flor, como afirma Endress (1994). A região receptiva do estigma concentra-se na porção interna dos lobos, e a receptividade inicia logo após a antese, enquanto as anteras ainda estão fechadas, prolongando-se até o dia seguinte. Esta estratégia estende o período de aptidão à polinização para até dois dias (Maués & Santos, 1999). Observou-se que imediatamente após a deposição de pólen no estigma, os lobos fecham-se.

O cumaru apresenta inflorescências paniculadas eretas, com flores hermafroditas de antese diurna. Os recursos florais ofertados aos visitantes são o pólen e o néctar. As flores são extremamente aromáticas e este odor exerce grande atração aos polinizadores. Verificou-se maior concentração de osmóforos nas pétalas e sépalas, principalmente na porção central do estandarte. No teste olfativo, as partes florais que exalaram aroma com maior intensidade foram as pétalas. O aroma foi classificado como adocicado e agradável, lembrando aroma de frutas, perceptível ao olfato humano sob a copa de uma árvore em plena floração (Maués et al. 1999a).

A Tabela 1 reúne as características morfológicas mais importantes das espécies estudadas.

Verificou-se que o parapará e a castanha-do-brasil florescem em períodos bem definidos na região de Belém, nos meses de menor precipitação pluviométrica (agosto a novembro) apresentando um padrão "cornucópia" de acordo com a classificação de Gentry (1974). Esta estratégia favorece a polinização cruzada, pois facilita o fluxo de pólen entre árvores distintas, em função da disponibilidade desse recurso na maioria dos indivíduos da população. O cumaru tem um padrão assincrônico de florescimento, podendo ser encontrados indivíduos com flores tanto na época mais chuvosa, quanto nos meses mais secos, observando-se uma discreta concentração de plantas florescendo nesse período (Maués et al. 1999a).

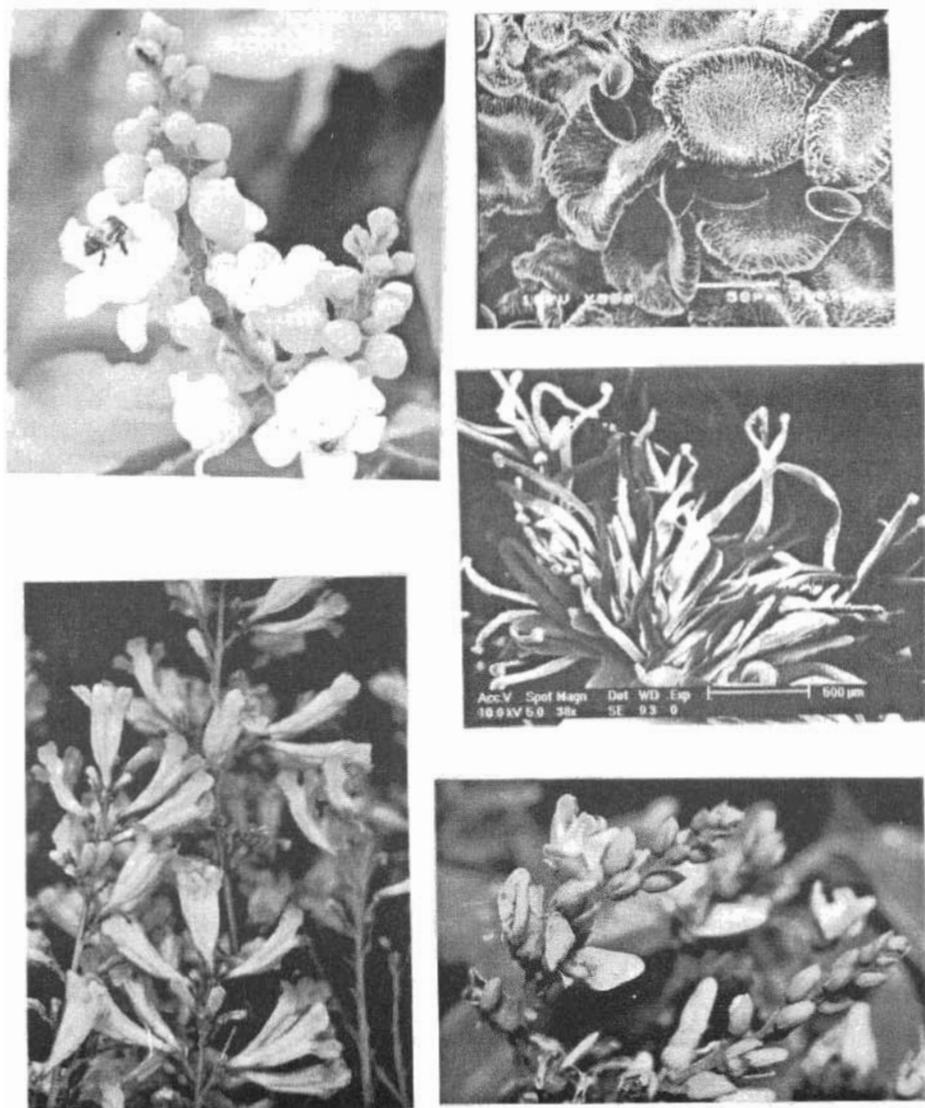


Figura 1. a - *Epicharis* em flor de *Bertholletia excelsa*; b. Estigma de *B. excelsa*; c. Flores de *Jacaranda copaia*; d. Estaminódio de *J. copaia*; e. Inflorescência de *Dipteryx odorata*.

TABELA 1. Principais características morfológicas das espécies estudadas.

Espécie	Família	Nome comum	Sistema sexual	Tipo da inflorescência	Tipo da flor	Cor da corola	Tamanho da flor
<i>Jacaranda copaia</i>	Bignoniaceae	Paraparã	Hermafrodita	Paniculada, ereta	Actinomorfa	Lilás	2,5 a 3 cm
<i>Bertholletia excelsa</i>	Lecythidaceae	Castanheira-do-pará, castanha-do-brasil, castanheira	Hermafrodita	Paniculada, ereta	Zigomorfa	Amarela	2 a 3 cm
<i>Dipteryx odorata</i>	Leguminosae-Papilionoideae	Cumaru	Hermafrodita	Paniculada, ereta	Zigomorfa	Rosada	1 a 1,5 cm
<i>Vouacappou americana</i>	Leguminosae-Caesalpinioideae	Acapu	Hermafrodita	Paniculada, ereta	Actinomorfa	Amarela	0,5 cm
<i>Symphonia globulifera</i>	Clusiaceae	Anani	Hermafrodita	Cimosa, subumbeliforme	Actinomorfa	Vermelha	2,5 a 3,5 cm
<i>Parkia pendula</i>	Leguminosae-Mimosoideae	Faveira-bolota	Giromônica	Globular, capitulada	Actinomorfa	Vermelha	0,3 a 0,4 cm
<i>Simarouba amara</i>	Simaroubaceae	Manupá	Dióica	Paniculada, ereta, a masculina maior que a feminina	Actinomorfa	Amarelo-pálida	0,7 cm
<i>Manihara amazonica</i>	Sapotaceae	Maparajuba	Hermafrodita	Glomerulosa, caulinar	Actinomorfa	Branca	0,8 a 1 cm

As principais características da biologia floral das espécies estudadas estão na Tabela 2. Verificou-se, através da literatura e de experimentos, que todas essas espécies são predominantemente alógamas (Moritz, 1984; Maués & Santos, 1999; Maués et al. 1999a). O sistema de auto-incompatibilidade da castanheira-do-brasil já foi registrado em diversos trabalhos (Moritz, 1984; O'Malley et al. 1988; Kanashiro et al. 1997). Testes de autopolinização aplicados no cumaru e paraparã não resultaram em formação de frutos, que é um indicativo de que essas espécies são auto-incompatíveis.

A melitofilia é vantajosa do ponto de vista do manejo florestal, principalmente quando os agentes de polinização são abelhas corpulentas que voam longas distâncias, minimizando assim os problemas decorrentes da diminuição do número de indivíduos de uma dada espécie na área explorada. O raio de ação coberto pelas abelhas tropicais pode variar de cerca de 200 metros, no caso de abelhas de pequeno porte como as abelhas nativas sem ferrão (Apidae: Meliponinae), até 23 quilômetros, no caso de abelhas de médio a grande porte (Apidae: Euglossinae, Bombinae; Anthophoridae), o que significa que a polinização cruzada pode potencialmente ocorrer, mesmo em situações onde houver um considerável decréscimo na população de uma espécie madeireira (Roubik, 1989). Segundo Bawa (1990b), as abelhas de médio a grande porte são responsáveis pela polinização da maioria das espécies arbóreas tropicais. Entretanto, não se deve considerar que distâncias superiores a cinco quilômetros façam parte da rota diária de uma abelha tropical, portanto recomenda-se cautela no planejamento do número mínimo de indivíduos a serem deixados nas áreas sob manejo. Os principais resultados sobre os aspectos da polinização das espécies investigadas são apresentados na Tabela 3.

Outra síndrome de polinização encontrada foi a miofilia, observada em acapu (Figura 2a) e maparajuba (Figura 2d). Essas plantas tiveram como polinizador principal a *Ornidia obesa* (Figura 2b), uma mosca da família Syrphidae. Essa família é constituída por insetos que se alimentam de pólen, representando um grupo importante entre os polinizadores tropicais (Roubik, 1995; Proctor et al. 1996).

TABELA 2. Principais características de biologia floral das espécies estudadas.

Espécie	Recursos florais	Início da antese	Delimitação da antera	Tipo de estigma	Local dos óvulários	Receptividade do estigma (duração)	Tipo do pólen	Viabilidade do pólen (duração)	Aroma	Tipo de floração
<i>J. copaia</i>	Néctar e pólen	8:00 h	Apical	Filiforme, úmido, fendido no ápice, lóbulos com 4-5mm de comprimento	Estaminódio	Até 48 horas. Apenas a parte interna dos lóbulos é receptiva	Pegajoso	24 horas	Não observado	Comutópia (4-6 semanas), sincronizada
<i>E. excolta</i>	Néctar e pólen	5:30h	Longitudinal	Filiforme, seco, capitado, com papilas em toda superfície	Faco interno da corola	24 horas. Papilas estigmáticas da região central do estigma	Pegajoso	6-8 horas	Fresco	Comutópia, sincronizada
<i>D. odorata</i>	Aroma, néctar e pólen	5:30h	Longitudinal	Filiforme, úmido, clavado	Estandarte (pétala modificada)	24 horas. Apenas a região central do estigma é receptiva	Pegajoso	48 horas	Forte, adocicado	Comutópia, assincronizada
<i>V. amaranca</i>	Aroma, néctar e pólen	6:00 h	Longitudinal	Filiforme, úmido, com uma depressão apical arredondada por papilas	Corola, estilete	48 horas. Maior receptividade no círculo de papilas estigmáticas	Seco	6-8 horas	Agradável	Comutópia, sincronizada
<i>S. globulifera</i>	Néctar e óleo-resina	24:00 h	Velar	Pentabulbado, seco, com lobos cônicos e recurvados com um orifício apical	Não determinado	48 horas. Maior receptividade nos orifícios apicais dos lobos estigmáticos	Pegajoso (envolto em óleo-resina)	24-36 horas	Não tem	Comutópia, sincronizada
<i>P. pendula</i>	Néctar e pólen	17:00 h	Longitudinal	Filiforme, úmido	Corola	24 horas. Ápice do estigma	Pegajoso	12-16 horas	Forte, desagradável	Mass-flowering, sincronizada
<i>S. amara</i>	Néctar e pólen	17:00 h	Longitudinal	Pentabulbado em forma de estrela, coberto por substância viscosa	Não determinado	24 horas. Maior receptividade nas extremidades dos lóbulos	Seco	12-16 horas	Não observado	Comutópia, sincronizada
<i>M. amazonica</i>	Pólen	6:00 h	Longitudinal	Filiforme, seco, sulcamente lobado com depressão apical	Corola	24 horas. Maior receptividade na porção central do estigma	Seco	24 horas	Suave e agradável	Comutópia, sincronizada

Tabela 3. Principais características quanto à polinização das espécies estudadas.

Espécie	Alimento primário	Polinizadores efetivos	Polinizadores ocasionais	Síndrome de polinização	Fluxo de pólen (alcance)	Sistema reprodutivo
<i>J. copaia</i>	Néctar	Abelhas (Anthophoridae: <i>Epicharis rufata</i> , <i>Epicharis sp.</i> , <i>Centris similis</i> , <i>Centris sp.</i> , Apidae: <i>Bombus transversalis</i> , <i>Euglossa</i> spp.)	Abelhas (Apidae: <i>Apis mellifera</i> ), <i>borboletas</i>	Melitofilia - "buzz-pollinator"	Longo (até 10 km)	Auto-incompatível
<i>B. excelsa</i>	Néctar	Abelhas (Apidae: <i>Bombus brevinervis</i> , <i>Bombus transversalis</i> , <i>Eulaema ingulata</i> , <i>Eulaema nigrita</i> e Anthophoridae: <i>Xylocopa frontalis</i> , <i>Centris similis</i> , <i>Epicharis rufata</i> , <i>Epicharis (Propechairs) affinis</i> )	Beesouras (Chrysomelidae) e Meliponinae ( <i>Trigona branneri</i> )	Melitofilia	Longo (até 10 km)	Auto-incompatível
<i>D. odorata</i>	Néctar	Abelhas (Apidae: <i>Bombus transversalis</i> , <i>Bombus brevinervis</i> e <i>Eulaema nigrita</i> e Anthophoridae: <i>Epicharis rufata</i> , <i>Epicharis affinis</i> , <i>Epicharis sp.</i> e <i>Xylocopa frontalis</i> )	Beija-flor (Trochilidae), borboletas e mariposas	Melitofilia	Longo (até 10 km)	Auto-incompatível
<i>V. americana</i>	Néctar e pólen	Abelhas (Apidae, Meliponinae: <i>Tetragonisca angustula</i> , <i>Aparatrigona impunctata</i> e <i>Plebeia minima</i> ; Anthophoridae: <i>Exomalopsis aureopicta</i> ; Halictidae: <i>Augochloropsis cf. illota</i> ); moscas (Syrphidae: <i>Oridia obesa</i> e <i>Eristalis</i> spp.)	Abelhas (Apidae, Meliponinae: <i>Trigona branneri</i> , <i>Trigona pallens</i> , <i>Trigona laeviventris</i> , Apinae: <i>Apis mellifera</i> ), Vespas (Vespidae e Sphoridae), besouras (Chrysomelidae e Cerambycidae), borboletas e mariposas	Melitofilia	Médio (até 500 m)	Auto-compatível
<i>S. globulifera</i>	Néctar	Pássaros (Thraupidae: <i>Rarephocelus carbo carbo</i> e <i>Thraupis episcopus episcopus</i> e Trochilidae - beija-flor)	Não observados	Oritofilia	Longo (até 5 km)	Auto-incompatível
<i>P. pendula</i>	Néctar	Morcegos (Phyllostomidae)	Abelhas (Meliponinae: <i>Trigona</i> ), besouras (Chrysomelidae)	Quiloptero-filia	Longo (até 5 km)	Auto-incompatível
<i>S. amara</i>	Pólen	Vento, besouras (Chrysomelidae) (?)	Abelhas ( <i>Apis mellifera</i> , meliponinas)	Anemofilia, cantarofilia (?)	Curto (até 100 m)	Auto-incompatível
<i>M. amazonica</i>	Pólen	Moscas (Syrphidae: <i>Oridia obesa</i> e <i>Eristalis</i> sp.)	Besouras (Chrysomelidae), borboletas e mariposas	Melitofilia	Curto (até 100 m)	Auto-incompatível

As flores do acapu são amarelas, hermafroditas, dispostas em inflorescências paniculadas eretas. A antese é matutina e a deiscência da antera ocorre entre as 9:30 h e 11:30 h. Os recursos florais ofertados são pólen e néctar. As anteras ficam dispostas em dois conjuntos em planos distintos, a exposição do pólen ocorre primeiro no círculo externo de anteras e, após cerca de 30 minutos, no círculo interno. O período de maior viabilidade do pólen está compreendido entre 10:00 h e 16:00 h. A superfície estigmática apresenta papilas alongadas (Figura 2c). A área mais receptiva do estigma concentra-se em um círculo de papilas localizadas no ápice, e a receptividade ocorre desde a antese até cerca de 48 horas depois. Um forte aroma adocicado e agradável é exalado pelas flores abertas. Verificou-se que os osmóforos estão localizados principalmente nas pétalas e estilete (Maués et al. 1999b).

A maparajuba apresenta inflorescências glomerulosas caulinares, com flores brancas, hermafroditas, bastante aromáticas. A antese ocorre entre as 5:30 e 6:30h e a exposição do pólen ocorre cerca de três horas depois, entre as 8:30 h e 9:30 h. Essa espécie apresenta uma característica peculiar na estrutura floral, constituída pela aderência das anteras a apêndices petalóides e um mecanismo de "gatilho", o qual é disparado pelos insetos visitantes, promovendo a abertura das anteras e conseqüente liberação do pólen (Figura 2f). Os grãos de pólen apresentam viabilidade durante o dia todo. O período de maior receptividade do estigma está compreendido entre as 10:30h e 13:30h, e o local de maior receptividade concentra-se na porção apical. No teste com vermelho-neutro observou-se que as partes mais coradas foram as pétalas, indicando concentração de osmóforos nesta região (Santos & Maués, 1999).

O acapu floresce nos meses de maior precipitação pluviométrica, entre janeiro a fevereiro. O padrão de florescimento observado em maparajuba e acapu foi classificado como "cornucópia", segundo Gentry (1974). Verificou-se ainda que essas duas espécies apresentam um florescimento supra-anual ainda pouco investigado.

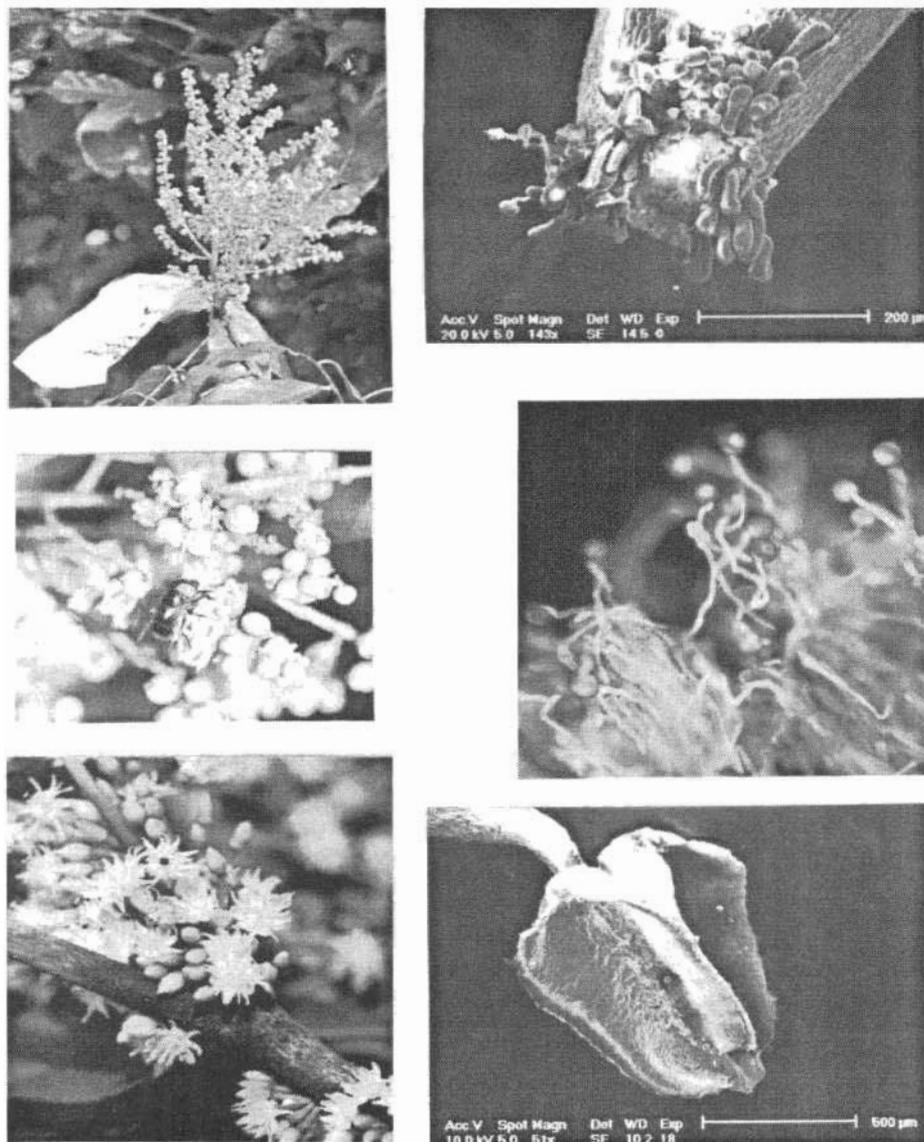


Figura 2.a - Inflorescência de *Vouacapoua americana*; b. *Ornidia obesa* em flor de *V. americana*; c. Estigma de *V. americana*; d. Flores de *Manilkara huberi*; e. Germinação do pólen de *V. americana*; f. Antera de *M. huberi*.

Quanto aos visitantes, observou-se que o acapu foi visitado por um grupo diversificado de insetos. A estrutura floral do tipo "taça", caracterizada pela exposição dos órgãos reprodutivos e dos recursos florais, contribuiu para a essa diversificação. Os visitantes chegam às flores imediatamente após a antese, para coletar o néctar, que é produzido durante o dia todo e armazenado no receptáculo. Observou-se dentre os visitantes, maior frequência e fidelidade de sirfídeos. Esses insetos foram considerados os polinizadores, com base no padrão e frequência das visitas, caracterizados por permanência prolongada em uma mesma inflorescência, aderência do pólen na região frontal da cabeça e na porção ventral do tórax. Os meliponíneos são os insetos mais frequentes após os sirfídeos, sendo atraídos às flores pela presença de néctar e pólen (Maués et al. 1999b). Foram considerados polinizadores ocasionais em função do seu tamanho e comportamento durante as visitas, restrito à coleta de pólen e néctar diretamente nas anteras e receptáculo, proporcionando poucas chances de contato com o estigma. Verificou-se maior especificidade quanto aos visitantes da maparajuba, já que *O. obesa* foi a espécie dominante entre os polinizadores. Observou-se que esse sirfídeo introduzia a probóscide na base das flores para coletar néctar, pousando sobre a flor de maneira que seu corpo fazia contato com as anteras, acionando o "gatilho" quando essas ainda estavam fechadas, levando pólen aderido ao abdômen ao sair da flor. Além dos sirfídeos, observou-se a visita de um coleóptero pequeno (2-3 mm) da família Chrysomelidae, abelhas sem ferrão (Apidae: Meliponinae), borboletas e mariposas. As abelhas e coleópteros coletavam pólen nas flores e os lepidópteros coletavam néctar (Santos & Maués, 1999). Como já foi mencionado, informações mais detalhadas sobre a morfologia floral, biologia floral e polinização são apresentadas nas Tabelas 1, 2 e 3.

Testando-se o sistema reprodutivo, verificou-se que o acapu apresenta xenogamia facultativa, onde ocorre tanto a fecundação cruzada quanto a autofecundação. Registrou-se o crescimento de tubo polínico em todos os testes de sistema reprodutivo, verificando-se ainda um nítido desenvolvimento do ovário, exceto nos testes de autopolinização espontânea. A Figura 2e mostra a

germinação do pólen de acapu na superfície estigmática, sob fluorescência. Os testes reprodutivos da maparajuba só resultaram em formação de frutos quando havia polinização cruzada, indicando xenogamia obrigatória. A xenogamia facultativa, verificada em acapu, é uma estratégia vantajosa para a espécie.

Espécies que apresentam a síndrome de miofilia devem ser tratadas com cuidado especial nas operações de manejo florestal. Os dípteros têm um raio de ação mais limitado em comparação com as abelhas em geral, portanto a retirada intensa de indivíduos pode acarretar prejuízos ao processo reprodutivo, no caso de espécies alógamas.

Anani (Figura 3a) e faveira-bolota (Figura 3c) são polinizadas por vertebrados voadores, apresentando, respectivamente, síndrome ornitófila e quiropterófila, ou seja, polinizadas por pássaros e morcegos. Estes agentes de polinização são excelentes para cobrir longas distâncias em vôo, promovendo com sucesso o fluxo gênico entre indivíduos e populações de árvores.

Anani apresenta inflorescências cimosas subumbeliformes; com flores hermafroditas, vermelhas. A antese é noturna. O néctar é produzido copiosamente, apresentando três picos distintos ao longo do dia, às 6:00 h, ao meio-dia e no final da tarde. Quando não há visitas nas flores, o néctar transborda e goteja como chuva com o movimento dos ramos. O grau brix apresentou baixa concentração de açúcares, variando de 9,05% a 10,84%. Apesar da existência de pólen e resina, o atrativo primário aos visitantes é o néctar. O pólen é liberado através de anteras valvares (Figura 3b) a partir das 6:00 h até cerca de 7:00 h. Juntamente com o pólen, é produzido um tipo de óleo-resina, envolvendo os grãos em um aglomerado viscoso. A viabilidade do pólen inicia-se desde a antese, prolongando-se até o dia posterior. A região mais receptiva do estigma concentra-se no ápice dos lóbulos, mais especificamente nos poros, e a receptividade ocorre desde a antese até o dia seguinte. Não há aroma nas flores. Não há possibilidade de haver transferência de pólen pelo vento ou gravidade, e deposição nos lóbulos estigmáticos entre flores distintas ou na mesma flor. É obrigatória a existência de um vetor biótico para promover o fluxo de pólen (Bittrich & Amaral, 1996, Maués et al. 1999c).

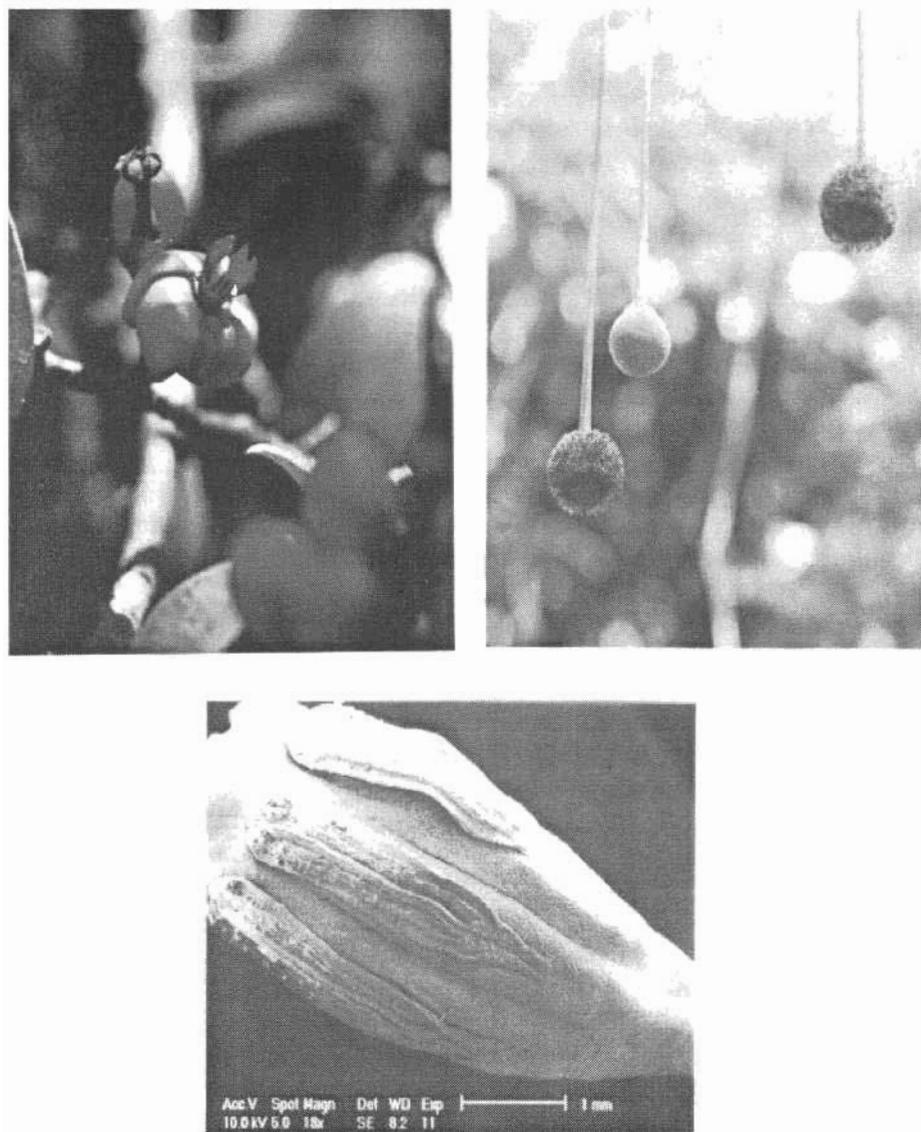


Figura 3a - Flor de *Symphonia globulifera*; b. Anteras de *S. globulifera*; c. Inflorescências de *Parkia pendula*.

Em faveira-bolota a antese inicia-se no final da tarde e completa-se durante a noite. Apresenta inflorescência em capítulos globulares pendentes, com pedúnculo de até um metro, encontrando-se cerca de 1.200 flores hermafroditas e femininas, vermelhas (Hopkins, 1984). Um forte odor, extremamente desagradável, como de frutos em decomposição, é exalado pelas flores após a antese. O pólen apresenta elevada viabilidade desde a deiscência até o dia seguinte. A receptividade do estigma concentra-se no período noturno. Apenas as flores hermafroditas são férteis. A antese é noturna, porém inicia-se no dia anterior, com a exposição dos estaminódios a partir das 12:00 h e do androceu a partir das 17:00 h ~ 18:00 h, seguida pela exposição dos estigmas. O néctar é produzido pelas flores femininas durante a noite, acumulando-se na base da inflorescência.

A floração de anani ocorre nos meses de maio a julho, anualmente, com pequenas variações intra-específicas. Entre a floração e disseminação do fruto podem passar até 150 dias (Maués et al. 1999c). De acordo com a classificação de Gentry (1974), o padrão de floração segue o tipo "cornucópia". A faveira-bolota floresce anualmente entre os meses de junho a agosto, seguindo o padrão "mass-flowering" (Hopkins, 1984).

Maiores detalhes da morfologia floral, biologia floral e polinização, estão nas Tabelas 1, 2 e 3.

Anani e a faveira-bolota apresentam auto-incompatibilidade, conforme trabalhos realizados por Bittrich & Amaral (1996) e Hopkins (1984), respectivamente, e corroborados por Maués et al. (1999c) e Santos & Maués (1998).

†Marupá é uma espécie dióica, pois apresenta indivíduos com flores pistiladas (Figura 4a) e outros com flores estaminadas (Figura 4b), implicando diretamente em fecundação cruzada e na necessidade de um agente para promover o fluxo de pólen. O principal recurso floral ofertado pelo marupá foi o pólen nas flores masculinas e as flores femininas ofereciam, em pouca quantidade, néctar com cerca de 25° Brix. Verificou-se que o estigma do marupá (Figura 4c) apresenta uma secreção viscosa que funciona como um

adesivo (Figura 4d), "colando" o pólen e estimulando a germinação (Figura 4e). Os insetos coletados visitando as flores pistiladas de marupá foram principalmente moscas da família Syrphidae (*Ornidia obesa*), abelhas como *Apis mellifera* e pequenos coleópteros da família Chrysomelidae, todos em grande quantidade, e em busca de pólen, principal atrativo floral. Foram encontrados alguns lepidópteros ainda não identificados.

Em estudos realizados por Santos & Maués (1998), observou-se que apesar do marupá apresentar alta taxa de polinização natural, não foi encontrado nenhum inseto visitando tanto as flores masculinas quanto as flores femininas. Os insetos foram encontrados visitando apenas as flores masculinas. O agente que realiza a transferência do pólen ainda não foi determinado. Assim como para as demais espécies, maiores informações sobre a morfologia e biologia floral e polinização estão nas Tabelas 2, 3 e 4.

Quanto aos resultados da captura de pólen em armadilhas, encontrou-se pólen nas lâminas dispostas em todos os estratos, levando a concluir que ocorre dispersão do pólen pela ação do vento e que é possível haver anemofilia (Santos & Maués, 1998). Este tipo de síndrome pode ter restrições óbvias para a reprodução de árvores em florestas tropicais, relacionadas ao padrão de distribuição espacial das espécies. Em plantações, a síndrome anemófila pode ocorrer sem maiores restrições, em função do adensamento.

São necessários estudos mais detalhados sobre a biologia reprodutiva de marupá, quanto aos polinizadores e sistema reprodutivo. Entretanto, somente a característica de dioécia apresentada pela espécie já compromete severamente a sua exploração, assim como de outras espécies dióicas, pois já no planejamento desta operação esta característica deverá ser considerada. Guariguata (1998) enfatizou o problema que pode ocorrer com a exploração intensa de espécies dióicas, recomendando que nas práticas de manejo seja proporcionada maior densidade de árvores masculinas ao redor de árvores femininas, já que a produção de frutos nessas espécies depende fundamentalmente da distância entre os indivíduos.

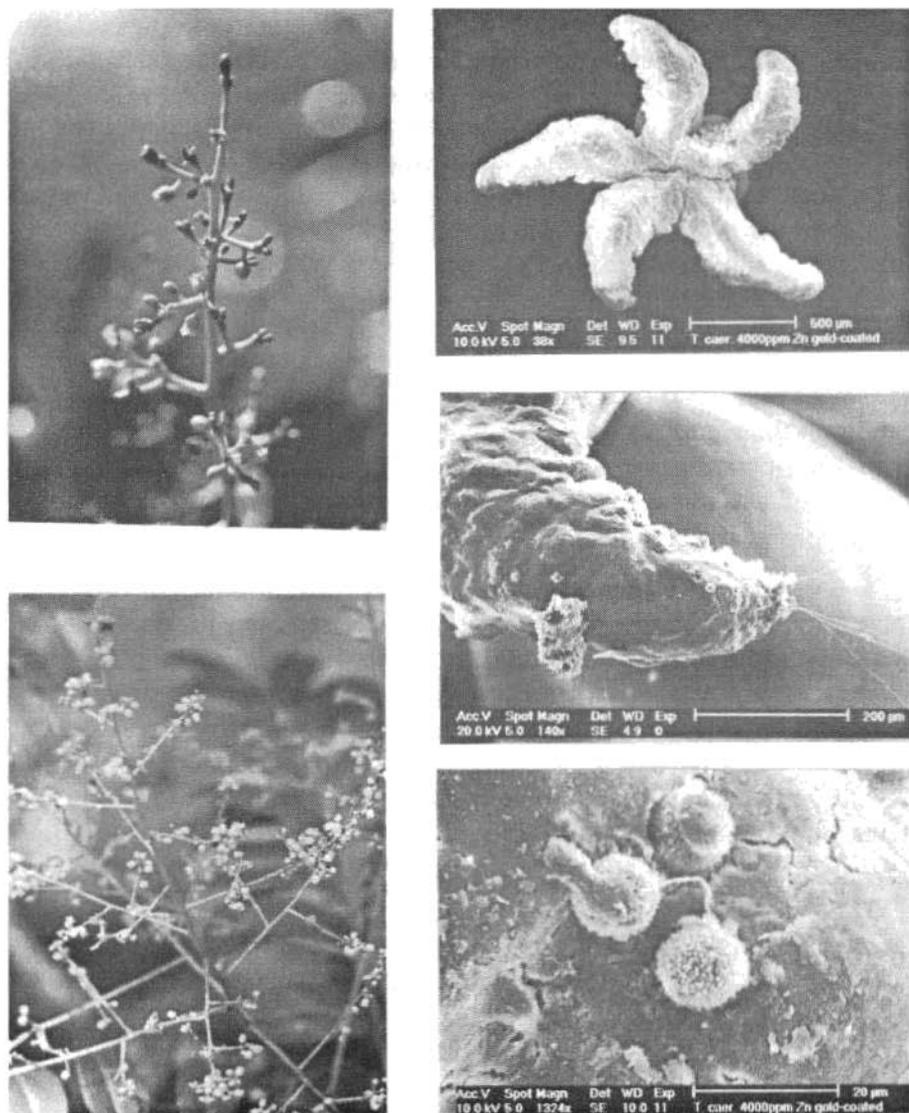


Figura 4a - Flores pistiladas de *Simarouba amara*; b. Flores estaminadas de *S. amara*; c. Estigma; d. Braço estigmático coberto por substância pegajosa; e. Grãos de pólen aderidos na superfície do estigma (um em estágio de germinação).

## CONSIDERAÇÕES GERAIS

As características morfológicas e a biologia floral são fundamentais na determinação dos polinizadores; as espécies dióicas (espécies com flores estaminadas e pistiladas em árvores distintas) merecem atenção especial, pois esta característica tem implicação direta nas tomadas de decisão para o manejo florestal; verificou-se grande diversidade de síndromes de polinização, com grupos de polinizadores bem definidos; algumas espécies são polinizadas por insetos de pequeno porte, como moscas, abelhas e besouros, que possuem médio a curto alcance de vôo, restringindo o fluxo gênico a uma pequena área; outras espécies são polinizadas por agentes capazes de transportar o pólen a grandes distâncias, como abelhas corpulentas, pássaros e morcegos, com menores riscos de interrupção no processo reprodutivo. Assim, a conservação dos polinizadores tem implicação direta nas florestas manejadas, para garantir o sucesso reprodutivo (produção de sementes de boa qualidade, genética e fisiologicamente), a manutenção da variabilidade genética, permitindo, assim, seu contínuo processo adaptativo.

Estudos sobre a biologia e ecologia reprodutiva de espécies arbóreas tropicais devem ser estimulados, a fim de preencher a lacuna existente e fornecer subsídios no direcionamento dos programas de manejo florestal, plantações e conservação genética. As espécies sob forte pressão de exploração madeireira devem ser priorizadas nesse processo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABSY, M.L.; KERR, W.E. Algumas plantas visitadas para obtenção de pólen por operárias de *Melipona seminigra merrillae* em Manaus. **Acta Amazonica**, v.7, p.309-315. 1977.
- ALEXANDER, M.P. A versatile stain for pollen fungi, yeast and bacteria. **Stain Technology**, v. 55, n.1, p.13-18. 1980.
- BAKER, H.G. Evolution in the tropics. **Biotropica**, v.2, p.101-111. 1970.
- BAWA, K.S. Breeding systems of tree species of a lowland tropical community. **Evolution**, v.28, p.85-92, 1974.
- BAWA, K.S. Plant-pollinator interactions in tropical rain forests. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.21, p.399-422, 1990b.
- BAWA, K.S. Reproductive biology and genetics of tropical trees in relation to conservation and management. In: GOMES-POMPA, A.; WHITMORE, T. C.; HADLEY, M. **Rain forest regeneration and management**. p.119-136. (Man and the Biosphere Series, v. 6).
- BAWA, K.S.; BULLOCK, S.H.; PERRY, D.R.; COVILLE, R.E.; GRAYUM, M. H. Reproductive biology of tropical lowland rain forest trees. II. Pollination systems. **American Journal of Botany**, v.72, n.3, p.346-356. 1985.
- BITTRICH, V.; AMARAL, M.C.E. Pollination biology of *Symphonia globulifera* (Clusiaceae). **Plant Systematics and Evolution**, v.200, p.101-110. 1996.
- CARVALHO, J.O.P. de. **Inventário diagnóstico da regeneração natural da vegetação em área da Floresta Nacional do Tapajós**. Belém: Embrapa-CPATU, 1980. 23p. (Embrapa-CPATU. Boletim de Pesquisa, 2).
- CORNER, E.J.H. The evolution of tropical forests. In: HUXLEY, J.; HARDY, A.C.; FORD, E.C. (Ed.). **Evolution as a process**. London. Allen and Unwin. 1954.

- CRUDEN, R.W. Pollen-ovule ratios: a conservative indicator of breeding systems in flowering plants. **Evolution** v. 31, p.32-46. 1977.
- DAFNI, A.; MAUÉS, M.M. A rapid and simple method to determine stigma receptivity. **Sexual Plant Reproduction**. v.11, p.17-180. 1998.
- DAFNI, A. **Pollination ecology: a practical approach**. Oxford: IRL, 250p. 1992.
- ENDRESS, P.K. **Diversity and evolutionary biology of tropical flowers**. Cambridge: Cambridge University Press, 1994. 511p. (Cambridge Tropical Biology Series).
- FAEGRI, K.; VAN DER PJIL, L. **The Principles of pollination ecology**. London, Pergamon Press, 1979. 219p.
- FOURNIER, L.A.O.; CHARPANTIER, C. El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las características de los árboles tropicales. **Turrialba**, v.25, n.1, p.45-48. 1975.
- GENTRY, A.H. Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. **Biotropica**, v.6, p.64-68, 1974.
- GUARIGUATA, M.R. **Consideraciones ecológicas sobre la regeneración natural aplicada al manejo forestal**. Turrialba: CATIE, 1982. 27p. (Informe Técnico, 304. Colección Manejo Diversificado de Bosques Naturales. Publicación, 14).
- HOPKINS, H.C. Floral biology and pollination ecology of the neotropical species of *Parkia*. **Journal of Ecology**, v.72, p.1-23. 1984.
- JANZEN, D.H. Euglossine bees as long-distance pollinators of tropical plants. **Science**, v.171, p.203-205. 1971.
- JEFFERIES, C.J.; BELCHER, A.R. A fluorescent brightener used for pollen tube identification *in vivo*. **Stain Technology**, v.49, n.4, p.199-202, 1974.
- KANASHIRO, M.; HARRIS, S.A.; SIMONS, A. RAPD diversity in brazil nut (*Bertholletia excelsa* Humb. And Bonpl., Lecythidaceae). **Silvae Genetica** v.46, p.219-223, 1997.

- KEARNS, C.A.; INOUE, D. W. **Techniques for pollination biologists**. Colorado: University Press of Colorado, 1993. 583p.
- MAUÉS, M.M.; OLIVEIRA, F.C. Fenologia reprodutiva e entomofauna polinizadora de castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Humb & Bompl., Lecythidaceae) na Amazônia Oriental. In: SIMPÓSIO SILVICULTURA NA AMAZÔNIA ORIENTAL: contribuições do Projeto Embrapa/DFID, 1999, Belém, PA. **Resumos expandidos**. Belém: Embrapa-CPATU: DFID, 1999. p.25-30. (Embrapa-CPATU. Documentos, 123).
- MAUÉS, M.M.; SANTOS, L.F.C. Biologia floral de parapará (*Jacaranda copaia*, Bignoniaceae), essência florestal nativa da Amazônia. In: SIMPÓSIO SILVICULTURA NA AMAZÔNIA ORIENTAL: contribuições do Projeto Embrapa/DFID, 1999, Belém, PA. **Resumos expandidos**. Belém: Embrapa-CPATU: DFID, 1999. p.20-24. (Embrapa-CPATU. Documentos, 123).
- MAUÉS, M.M.; VENTURIERI, G.C. Pollination ecology of *Platonia insignis* Mart. Clusiaceae, a fruit tree from eastern Amazon region: Proceedings of the 7th International Symposium on Pollination. **Acta horticulturae**. n.437, p.255-259, 1997.
- MAUÉS, M.M.; MACQUEEN, D.; SANTOS, L.F. C.; MARTINS-DASILVA, R.C.V. Biologia floral de anani (*Symphonia globulifera* L. Clusiaceae). In: SIMPÓSIO SILVICULTURA NA AMAZÔNIA ORIENTAL: contribuições do Projeto Embrapa/DFID, 1999c, Belém, PA. **Resumos expandidos**. Belém: Embrapa-CPATU: DFID. 1999c. p.31-35. (Embrapa-CPATU. Documentos, 123).
- MAUÉS, M.M.; MCQUEEN, D.; SANTOS, L.F.C. Biologia da polinização do cumaru (*Dipteryx odorata*, Leg. Pap.), essência florestal nativa da Amazônia. In: SIMPÓSIO SILVICULTURA NA AMAZÔNIA ORIENTAL: contribuições do Projeto Embrapa/DFID, 1999, Belém, PA. **Resumos expandidos**. Belém: Embrapa-CPATU: DFID, 1999a. p.116-120. (Embrapa-CPATU. Documentos, 123).

- MAUÉS, M.M.; SANTOS, L.F.C.; MACQUEEN, D.; MARTINS-DASILVA, R.C.V. Biologia da polinização de uma essência florestal amazônica, o acapu (*Vouacapoua americana* Aubl. Leguminosae). In: SIMPÓSIO SILVICULTURA NA AMAZÔNIA ORIENTAL: contribuições do Projeto Embrapa/DFID, 1999, Belém, PA. **Resumos expandidos**. Belém: Embrapa-CPATU: DFID. 1999b. p.15-19. (Embrapa-CPATU. Documentos, 123).
- MORI, S.A.; PRANCE, G.; BOLTON, A.B. Additional notes on the floral biology of Neotropical Lecythidaceae. **Brittonia**, v.30, n.2, p.113-130, 1978.
- MORITZ, A. **Estudos biológicos da floração e da frutificação da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H. B. K.)**. Belém: Embrapa-CPATU, 1980. 82p. (Embrapa-CPATU. Documentos, 29).
- MÜLLER, C.H.; RODRIGUES, I.A.; MÜLLER, A.A.; MÜLLER, N.R.M. **Castanha-do-brasil: resultados de pesquisa**. Belém: Embrapa-CPATU, 1980. 25p. (Embrapa-CPATU. Miscelânea, 2).
- O'MALLEY, D.M.; BUCKLEY, D.P.; PRANCE, G.T.; BAWA, K.S. Genetics of Brazil nut (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.: Lecythidaceae). 2. Mating system. **Theoretical and Applied Genetics**, v.76, p.929-932, 1988.
- PRANCE, G.T. The pollination of Amazonian plants. In: PRANCE, G.T.; LOVEJOY, T.E. (Ed.). **Key environments: Amazonia**. New York: Pergamon Press. 1985. p.166-191.
- PROCTOR, M.; YEO, P.; LACK, A. **The natural history of pollination**. London: HarperCollins, 1996. 479p. (The New Naturalis Series).
- RADFORD, A.E.; DICKSON, W.C.; MASEY, J.R.; BELL, C.R. **Vascular plant systematics**. New York: Harper & Row, 1974. 891p.
- ROUBIK, D.W. (Ed.) **Pollination of cultivated plants in the tropics**. Rome: FAO, 1995. (FAO. Agricultural Services Bulletin, 118).

- ROUBIK, D.W. **The ecology and natural history of tropical bees.** Cambridge: Cambridge University, 1989. (Cambridge Tropical Biology Series).
- SANTOS, L.F.C.; MAUÉS, M.M. Aspectos da biologia floral de duas espécies florestais amazônicas (*Parkia pendula* Benth. ex Walp. Leguminosae e *Simarouba amara* Aubl. Simaroubaceae). In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 49., 1998, Salvador. **Livro de Resumos.** Salvador, 1998. p.348.
- SANTOS, L.F.C.; MAUÉS, M.M. Biologia floral de maparajuba (*Manilkara amazonica* (Huber) Standley Sapotaceae) na região de Belém, Pará. In: SIMPÓSIO SILVICULTURA NA AMAZÔNIA ORIENTAL: contribuições do Projeto Embrapa/DFID, 1999, Belém, PA. **Resumos expandidos.** Belém: Embrapa-CPATU: DFID, 1999. p.36-40. (Embrapa-CPATU. Documentos, 123).

# FENOLOGIA REPRODUTIVA DE 25 ESPÉCIES ARBÓREAS DA AMAZÔNIA

Noemi Vianna Martins Leão; João Olegário Pereira de Carvalho

## INTRODUÇÃO

O conhecimento da fenologia reprodutiva é essencial para a obtenção de sementes que suprirão a demanda de material propagativo de espécies arbóreas nativas da Amazônia, em programas de reflorestamento. Além disso, auxilia na definição de metas e ações orientadoras das operações de manejo das populações e comunidades. Na fenologia são registradas as variações das fenofases dos indivíduos, o que facilita o entendimento da complexa dinâmica da floresta tropical.

A fenologia é definida por Evans (1980) como o estudo do período sazonal dos eventos do ciclo de vida. Para as plantas, esses episódios são críticos para a sobrevivência e a reprodução.

A importância do registro da variação das características fenológicas das árvores, destaca-se não só na compreensão da dinâmica das comunidades florestais, mas também como um indicador da resposta destes organismos às condições climáticas e edáficas de um local (Fournier, 1974).

O padrão fenológico pode ser definido através de parâmetros como: tempo de ocorrência, duração, sincronia e assimetria. Esses parâmetros foram discutidos em nível de indivíduos, populações, espécies e comunidades por Rathcke & Lacey (1985).

Este estudo foi desenvolvido visando a conhecer o comportamento da fenologia reprodutiva de 25 espécies arbóreas, na Floresta Nacional do Tapajós, Estado do Pará, observando-se a floração, frutificação, disseminação e as mudanças foliares de 1985 a 1999. O objetivo geral do estudo foi identificar os padrões de frutificação de árvores da floresta amazônica, durante um longo período de tempo.

## METODOLOGIA

O presente estudo foi desenvolvido em uma área de 400 hectares na Floresta Nacional do Tapajós, Estado do Pará, à altura do Km 67 da BR-163, rodovia Santarém-Cuiabá.

O clima local, segundo Köppen, é do tipo Ami. A área apresenta altitude de 175 m, relevo plano e solo do tipo Latossolo Amarelo Distrófico, textura muito argilosa. A temperatura média anual é de 25°C e a precipitação média anual é de 2.100 mm, de acordo com dados da Estação Meteorológica de Belterra, que dista cerca de 30 km, em linha reta, da área de estudo.

A área de estudo foi dividida em cem quadras de 4 hectares (200 m x 200 m) cada. Essas quadras foram marcadas a cada 50 m, com piquetes, os quais foram interligados por trilhas abertas para facilitar o deslocamento na mata, bem como a localização das quadras.

Foi realizado um inventário florestal a 100% de intensidade, considerando diâmetro mínimo de 30 cm. As espécies prioritárias para o estudo foram selecionadas considerando-se: os diferentes grupos ecológicos, a representatividade na região e a ocorrência regular de seus indivíduos na amostra total.

A seleção de árvores matrizes foi feita em duas etapas. A primeira, baseou-se na distribuição dos indivíduos de cada espécie, escolhendo-se indivíduos distantes uns dos outros a fim de se diminuir a probabilidade de parentesco entre os mesmos e avaliar a variabilidade intra-específica. Na segunda fase, consideraram-se as características fenotípicas de cada árvore, escolhendo-se aquelas com fenótipos não-defeituosos, copa maior e bom estado de sanidade. As matrizes escolhidas foram identificadas no Laboratório de Botânica da Embrapa Amazônia Oriental, através de material fértil.

Este estudo seguiu a metodologia recomendada por Fournier & Charpantier (1975), com as adaptações que se fizeram necessárias. Essa metodologia foi utilizada por Carvalho (1980) e Leão (1990), em trabalhos realizados com espécies arbóreas na Floresta Nacional do Tapajós.

As fenofases foram observadas de 1985 a 1999, com intervalo de 15 dias entre as observações, considerado por Fournier & Charpantier (1975) como sendo suficiente para avaliar o comportamento fenológico das espécies arbóreas da mata tropical. Foram considerados os seguintes eventos: floração (botão floral e flor), frutificação (fruto verde e fruto maduro), e disseminação.

Para a maioria das espécies, foram selecionados dez indivíduos o que, segundo Fournier & Charpantier (1975), constitui uma amostra adequada para esse tipo de estudo. As espécies cujo número de indivíduos adultos na área foi inferior a dez, tiveram todos os indivíduos incluídos no estudo.

As 25 espécies selecionadas para este estudo pertencem a 16 famílias botânicas e 23 gêneros (Tabela 1).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos mostraram a existência de padrões diferenciados de produção de frutos e sementes entre as espécies.

A maioria (72%) das espécies estudadas floresceu no período seco (junho a novembro), o que difere dos resultados de Opler et al. (1976), que estudando a precipitação pluvial, como um fator na abertura, período e sincronização da antese das flores de árvores e arbustos tropicais, notaram que, através do término do estresse hídrico e da repentina redução da temperatura, provocados pelo início das chuvas, havia uma paralisação da dormência e o início dos estádios finais do desenvolvimento dos botões florais para muitas espécies. No entanto, os resultados do presente estudo estão de acordo com os relatados por Knowles & Parrota (1997), que estudando padrões de florescimento em 160 espécies, durante 18 anos, na região do Rio Trombetas, no Estado do Pará, observaram picos de florescimento nos primeiros meses da estação seca (julho a outubro) e por Alencar (1998) que estudou 80 espécies arbóreas de uma floresta tropical úmida, na Amazônia central, encontrando 65% das espécies florescendo na estação seca (agosto a outubro).

TABELA 1. Espécies utilizadas no estudo de fenofases reprodutivas em 400 hectares de mata natural na Floresta Nacional do Tapajós, Pará.

Nome vulgar	Nome científico	Família
Anani	<i>Symphonia globulifera</i> L.f.	Guttiferae
Andiroba	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	Meliaceae
Angelim-rajado	<i>Pithecelobium racemosum</i> Ducke	Leguminosae
Aroeira	<i>Astronium gracile</i> Engl.	Anacardiaceae
Carapanaúba	<i>Aspidosperma oblongum</i> A. CD.	Apocynaceae
Castanha-do-pará	<i>Bertholletia excelsa</i> Ducke	Lecythidaceae
Castanha sapucaia	<i>Lecythis para ensis</i> Huber	Lecythidaceae
Cedro-vermelho	<i>Cedrela odorata</i> Aubl.	Meliaceae
Cumarú	<i>Dipteryx odorata</i> Aubl.	Leguminosae
Cupiúba	<i>Goupia glabra</i> Aubl.	Celastraceae
Freijó-cinza	<i>Cordia goeldiana</i> Huber	Boraginaceae
Jutaí-açu	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Leguminosae
Jutaí-mirim	<i>Hymenaea parvifolia</i> Huber	Leguminosae
Maçaranduba	<i>Manilkara huberi</i> Standley	Sapotaceae
Mandioqueira -arianã	<i>Qualea grandiflora</i> Mart	Vochysiaceae
Mandioqueira -áspera	<i>Qualea albiflora</i> Warm	Vochysiaceae
Marupá	<i>Simaruba amara</i> Aubl.	Simarubaceae
Morototó	<i>Didymopanax morototoni</i> Aubl.	Araliaceae
Pau-d'arco -amarelo	<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) Nichols	Bignoniaceae
Piquiá	<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.	Caryocaraceae
Quarubarana	<i>Erisma uncinatum</i> Warm	Vochysiaceae
Quaruba-verdadeira	<i>Vochysia maxima</i> Ducke	Vochysiaceae
Sumaúma	<i>Ceiba pentandra</i> Gaert.	Bombacaceae
Tatajuba	<i>Bagassa guianensis</i> Aubl.	Moraceae
Tauari	<i>Couratari stellata</i> A. C. Smith	Lecythidaceae

Por outro lado, os resultados deste estudo são semelhantes, em termos quantitativos, àqueles de Pires-O'Brien & O'Brien (1995), que estudando a sazonalidade da fenologia em árvores, na região do Jari, município de Almeirim, PA, relacionando o número de árvores com copas inteiras e folhas velhas com o regime local de chuvas, notaram forte correlação entre a sazonalidade da floração no período seco, e da frutificação, no período chuvoso.

As espécies estudadas apresentaram cinco padrões de frutificação em relação às chuvas. Foi possível distinguir: a) três espécies (12%) frutificando no período seco (aroeira, cedro-vermelho e pau-d'arco amarelo); b) três espécies (12%) no período chuvoso (andiroba, cumaru e quaruba-verdadeira); c) seis espécies (24%) que prolongam a frutificação durante todo o ano (castanha-do-pará, castanha-sapucaia, jutaí-açu, jutaí-mirim, mandioqueira-áspera e piquiá); d) dez espécies (40%) que frutificam em um período de transição entre os meses secos estendendo-se aos chuvosos (anani, angelim-rajado, carapanaúba, freijó-cinza, maçaranduba, marupá, quarubarana, sumaúma, tatajuba e tauari); e e) três espécies (12%) que iniciam a frutificação no período chuvoso e terminam no seco (cupiúba, mandioqueira-arianã e morototó).

Alencar (1998), estudando 80 espécies arbóreas de uma floresta tropical úmida, em Manaus, AM, encontrou 52% das espécies frutificando na estação chuvosa (dezembro a abril), embora este padrão não seja comum a todas as espécies.

A maioria das espécies estudadas (60%) disseminou seus frutos ou sementes no período chuvoso, compreendido entre os meses de dezembro a maio (48%) e na transição entre o chuvoso e o seco (12%) (Tabela 2). Este fato evidencia uma correlação entre os fatores meteorológicos que podem favorecer a regeneração natural, devido à disponibilidade de água no solo da floresta poder propiciar a germinação dessas sementes.

TABELA 2. Épocas e duração da floração, frutificação e disseminação de espécies arbóreas em 400 hectares de mata natural na Floresta Nacional do Tapajós, Pará.

Nome vulgar	Floração	Frutificação	Disseminação
Anani	Jun/fev.	Set/maio	Jan/maio
Andiroba	Jan/abr.	Fev/ago.	Mar/ago.
Angelim-rajado	Ago/jan.	Out/maio	Abr/maio
Aroeira	Jun/nov.	Jun/dez.	Out/dez.
Carapanaúba	Jul/jan.	Set/abr.	Jan/abr.
Castanha-do-pará	Nov/mar.	Jan/dez.	Jan/mar.
Castanha-sapucaia	Set/nov.	Jan/dez.	Abr/maio
Cedro-vermelho	Mai/jun.	Jun/nov.	Nov/dez.
Cumaru	Ago/fev.	Nov/maio	Abr/jul.
Cupiúba	Fev/out.	Mar/dez.	Mai/dez.
Freijó-cinza	Ago/fev.	Set/mar.	Nov/mar.
Jutai-açu	Ago/dez.	Ago/jul.	Jul/out.
Jutai-mirim	Ago/fev.	Set/ago.	Ago/mar.
Maçaranduba	Mai/set.	Jul/mar.	Jan/mar.
Mandioqueira-arianã	Dez/maio	Fev/nov.	Out/mar.
Mandioqueira-áspera	Jul/mar.	Jan/dez.	Ago/mar.
Marupá	Set/jan.	Out/mar.	Jan/fev.
Morototó	Jan/ago.	Abr/nov.	Ago/nov.
Pau-d'arco amarelo	Jun/nov.	Jul/jan.	Jul.
Piquiá	Jul/mar.	Jul/jun.	Fev/jun.
Quarubarana	Jan/dez.	Out/jun.	Jan/jun.
Quaruba-verdadeira	Nov/mar.	Jan/jul.	Mar/jul.
Sumaúma	Ago/out.	Out/jan.	Jan.
Tatajuba	Ago/out.	Jul/fev.	Nov/fev.
Tuari	Out/fev.	Nov/jun.	Mar/maio

A disseminação mostrou quatro padrões de comportamento em relação às chuvas: a) cinco espécies (20%) disseminaram no período seco (aroeira, cedro-vermelho, jutaí-açu, morototó e pau-d'arco-amarelo); b) doze espécies (48%) no período chuvoso (anani, angelim-rajado, carapanaúba, castanha-do-pará, castanha-sapuçaia, maçaranduba, marupá, piquiá, quarubarana, quaruba-verdadeira, sumaúma e tauari); c) cinco espécies (20%) que disseminaram em um período de transição entre os períodos seco e chuvoso (freijó-cinza, jutaí-mirim, mandioqueira-arianã, mandioqueira-áspera e tatajuba) e d) três espécies (12%) que iniciaram a disseminação no período chuvoso e terminaram no seco (andiroba, cumaru e cupiúba).

Algumas espécies apresentaram resultados realmente interessantes em relação à época e duração das fenofases reprodutivas. Por exemplo, a maçaranduba (*Manilkara huberi* Standley) iniciou a floração no período mais chuvoso (maio) e continuou florindo até a época de menor pluviosidade na região (setembro). A frutificação iniciou em julho (baixa pluviosidade) e se estendeu até março (alta pluviosidade). A disseminação das sementes ocorreu no período de maior pluviosidade na região, nos meses de janeiro a março; fato já relatado por Leão & Oliveira (1999). O jutaí-açu (*Hymenaea courbaril* L.) iniciou a floração no período seco (agosto/setembro) prolongando-se até o início do período chuvoso (dezembro), conforme mencionado também em Oliveira & Leão (1999).

Na Tabela 2, observa-se alta variabilidade para todas as fenofases reprodutivas, quanto à época de ocorrência e duração dos eventos reprodutivos.

Na Tabela 3 são apresentados dados de freqüência dos eventos reprodutivos. Observa-se a ocorrência de quatro grupos: a) espécies que frutificam anualmente; b) espécies que frutificam em um intervalo de dois anos; c) espécies que frutificam em um intervalo de dois a quatro anos; e d) espécies que frutificam em um intervalo superior a cinco anos. Resultados já relatados por Leão et al. (1996) para tatajuba (*Bagassa guianensis* Aubl.), morototó (*Didymopanax morototoni* Aubl) e marupá (*Simaruba amara* Aubl.), evidenciam que a tatajuba e o marupá se enquadram no grupo c e o morototó no grupo a.

TABELA 3. Dados de freqüência dos eventos reprodutivos em 25 espécies arbóreas em 400 hectares de mata natural na Floresta Nacional do Tapajós, Pará.

Nome vulgar	Freqüência	Grupo
Anani	Anual	a
Andiroba	Anual	a
Carapanaúba	Anual	a
Castanha-do-pará	Anual	a
Cedro-vermelho	Anual	a
Cupiúba	Anual	a
Freijó-cinza	Anual	a
Jutaí-mirim	Anual	a
Mandioqueira -arianã	Anual	a
Mandioqueira -áspera	Anual	a
Morototó	Anual	a
Piquiá	Anual	a
Quaruba-verdadeira	Anual	a
Sumaúma	Anual	a
Tuari	Anual	a
Aroeira	2 anos	b
Jutaí-açu	2 anos	b
Quarubarana	2 anos	b
Cumarú	2 - 4 anos	c
Maçaranduba	3 - 4 anos	c
Marupá	4 - 5 anos	c
Pau-d'arco -amarelo	3 - 4 anos	c
Tatajuba	2 - 4 anos	c
Angelim-rajado	6 anos	d
Castanha-sapucaia	5 anos	d

Registrou-se em uma mesma espécie a ocorrência de porcentuais diferentes de indivíduos florescendo ou frutificando. Este comportamento sugere uma estratégia adaptativa dessas espécies, visando a manutenção da sua descendência, em razão da distribuição de seus propágulos ao longo do tempo, evitando a ação dos predadores e possibilitando a regeneração natural da espécie.

Na Figura 1, são apresentados os dados de floração, frutificação e disseminação das espécies estudadas, considerando sua distribuição ao longo do ano. Verificou-se que, durante todo o ano, houve registro de eventos reprodutivos na amostra estudada na Floresta Nacional do Tapajós.

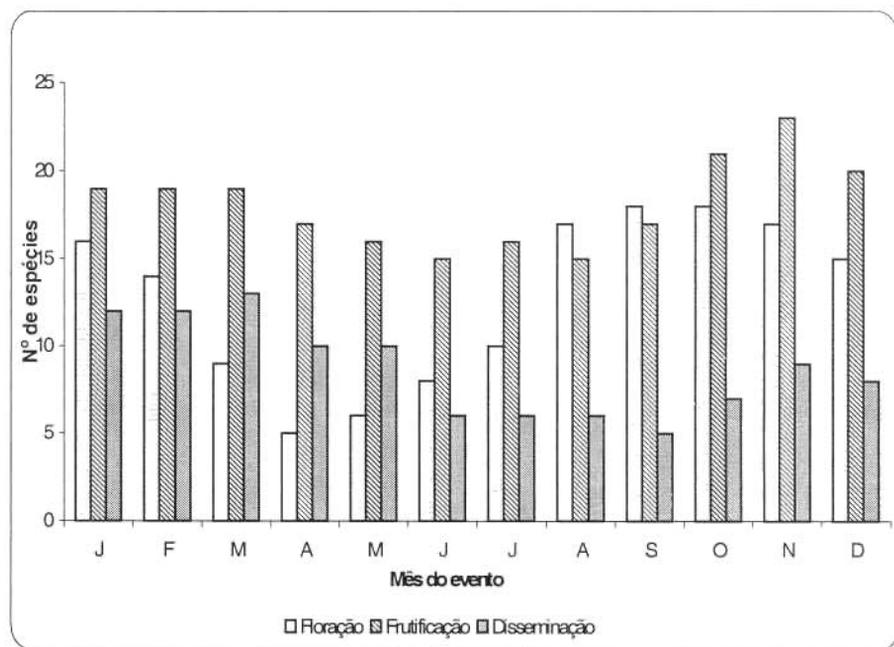


Figura 1. Distribuição média mensal da floração, frutificação e disseminação de 25 espécies arbóreas em 400 hectares de mata natural na Floresta Nacional do Tapajós, Pará, no período de 1985 a 1999.

Como pode ser observado na Figura 1, sugere que o número de espécies florescendo tendeu a aumentar nos meses menos chuvosos (agosto a fevereiro), estendendo-se até fevereiro, quando há aumento de chuvas na área. A frutificação foi uniforme ao longo do ano, entretanto, a disseminação sofreu redução nos meses secos (junho a outubro), elevando o número de espécies com o aumento das chuvas.

## CONCLUSÕES

A floração, frutificação e disseminação das espécies estudadas diferiram muito, principalmente em relação à época, duração e frequência desses eventos, indicando grande variabilidade intra e interespecífica.

A disseminação de frutos e sementes da maioria das espécies ocorreu durante os meses chuvosos, o que constitui importante informação a ser considerada por ocasião do planejamento das atividades de manejo da floresta.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALENCAR, J. da C. Fenologia de espécies arbóreas tropicais na Amazônia central. In: GASCON, C.; MOUTINHO, P. (Ed.). **Floresta amazônica: dinâmica, regeneração e manejo**. Manaus: INPA, 1998. p.25-40.
- CARVALHO, J.O.P. de. **Fenologia de espécies florestais de potencial econômico que ocorrem na Floresta Nacional do Tapajós**. Belém: Embrapa-CPATU, 1980. (Embrapa-CPATU. Boletim de Pesquisa, 20).
- EVANS, L.T. The natural history of crop yield. **American Science**, n.68. p.388-397, 1980.
- FOURNIER, L.A.; CHARPANTIER, C. El tamaño de la muestra y la frecuencia de las características fenológicas de los arboles tropicales. **Revista Interamericana Agricultura**, v.25, n.1, p.3-92, 1975.
- FOURNIER, L.A. Un metodo cuantitativo para la medicion de características fenológicas en arboles. **Turrialba**. v.24, n.4, p.422-23, 1974.
- KNOWLES, O.H.; PARROTA, J.A. Phenological observations and tree seed characteristics in an Equatorial Moist Forest at Trombetas, Para State, Brazil. In: LIETH, H.; SCHWARTZ, M.D. (Ed). **Phenology in seasonal climates**, 1. Leiden, 1997. p.67-84.
- LEÃO, N.V.M.; OLIVEIRA, F.C. Fenologia reprodutiva de maçaranduba (*Manilkara huberi* Standley) na Floresta Nacional do Tapajós, Santarém-Pará. SIMPÓSIO SILVICULTURA NA AMAZÔNIA ORIENTAL: contribuições do Projeto Embrapa/DFID, 1999, Belém. **Resumos expandidos**. Belém: Embrapa-CPATU: DFID, 1999. p.71-73.
- LEÃO, N.V.M. **Disseminação de sementes e distribuição espacial de espécies arbóreas na Floresta Nacional do Tapajós, Santarém-Pará**. Piracicaba, 1990. 129f. Tese (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo, Piracicaba.

- LEÃO, N.V.M.; MARTINS DA-SILVA, R.C.V.; YARED, J.A.G. Fenofases reprodutivas e germinação de *Bagassa guianensis* Aubl., *Didymopanax morototoni* Aubl e *Simaruba amara* Aubl. ocorrentes em Santarém, Estado do Pará. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 3., 1996, Brasília. **Resumos**. Brasília: UNB, 1996. p.140.
- OLIVEIRA, F.C.; LEÃO, N.V.M. Fenofases reprodutivas de cinco espécies da família leguminosae que ocorrem na Floresta Nacional do Tapajós, Pará. SIMPÓSIO SILVICULTURA NA AMAZÔNIA ORIENTAL: contribuições do Projeto Embrapa/DFID, 1999, Belém. **Resumos expandidos**. Belém: Embrapa-CPATU: DFID, 1999. p.79-82.
- OPLER, P.A.; FRANKIE, G.W.; BACKER, H.G. Rainfall as a factor in the release, timing and synchronization of anthesis by tropical trees and shrubs. **Journal of Biogeography**, v.3, p.231-236, 1976.
- PIRES-O'BRIEN, M.J.; O'BRIEN, C.M. **Aspectos evolutivos da fenologia reprodutiva das árvores tropicais**. Belém: FCAP, 1995. 25p.
- RATHCKE, B.; LACEY, E.P. Phenological patterns of terrestrial plants. **American Review Ecology Systematic**, n.16, p.179-214, 1985.

# FENOLOGIA REPRODUTIVA DE JATOBÁ (*Hymenaea courbaril* L., Leguminosae) E ANANI (*Symphonia globulifera* L.f., Clusiaceae) NA FLONA DO TAPAJÓS, BELTERRA, PA

Noemi Vianna Martins Leão; Duncan John Macqueen

## INTRODUÇÃO

Na floresta tropical úmida cada espécie apresenta um modelo particular de fenologia reprodutiva. Este fato tem implicação direta na coleta de sementes e no manejo das populações. Em ambos os casos é essencial o conhecimento sobre a época de disseminação das sementes e a periodicidade de ocorrência desse evento, para que se possa planejar eficientemente as atividades de coleta de sementes e de exploração de madeira.

O Laboratório de Sementes Florestais da Embrapa Amazônia Oriental está desenvolvendo um programa de coleta de sementes de 50 espécies arbóreas, com o objetivo de apoiar programas de reflorestamento no Estado do Pará. A primeira etapa desse programa envolveu o estudo, durante doze anos consecutivos, dos eventos fenológicos de cada espécie. Os trabalhos de monitoramento da floração e da frutificação das espécies estão sendo conduzidos em uma área de 400 ha na Floresta Nacional do Tapajós, dividida e mapeada em 100 parcelas de quatro ha cada.

Neste estudo são apresentados resultados concernentes à fenologia do jatobá (*Hymenaea courbaril* L. Leguminosae) e do anani (*Symphonia globulifera* L.f., Clusiaceae). A primeira espécie apresenta crescimento rápido em plantações (Claussi et al. 1992) e madeira com boas características físico-mecânicas e multiplicidade de usos (CTFT, 1983), tendo participação importante na pauta de exportação de madeira do Estado do Pará, ocupando o segundo lugar, dentre as espécies exportadas (Associação... 1997). As plântulas

suportam sombreamento, mas nessa situação o crescimento é lento (Gerhardt, 1993). A germinação das sementes é lenta e desuniforme, quando semeadas sem tratamento prévio para romper a impermeabilidade do tegumento à água (Flores & Benavides, 1990).

O jatobá é polinizado por abelhas (Lawrence & Mohammed, 1976). Em populações na Costa Rica, o intervalo entre disseminação é maior do que nas populações de Porto Rico, em decorrência de um inseto predador de frutos em formação, do gênero *Rhinochenus* (Janzen, 1975). A dispersão é zoocórica, sendo efetuada predominantemente por animais de grande porte. As formigas têm participação no estabelecimento de novas plantas, por se alimentarem da polpa que envolve sementes, o que facilita a germinação (Terborgh et al. 1993; Oliveira et al. 1995).

O anani apresenta madeira moderadamente pesada, utilizada para construção em geral (Loureiro et al. 1979). É uma espécie de floresta clímax, que suporta sombra e que é especializada para colonizar solos úmidos (Ducrey, 1982). Anani é também procurada pelos madeireiros nos arredores de Santarém, PA, mas o volume explorado é pequeno, e quase não existe exportação. Suas flores vermelhas são visitadas por beija-flores, outros pássaros, pequenos macacos, borboletas e abelhas (Pascarella, 1992; Bittrich & Amaral, 1996). As sementes são recalcitrantes e não suportam armazenamento em temperaturas inferiores a 15° C (Bras & Maury-Lechon, 1986).

## METODOLOGIA

Durante doze anos, pesquisadores da Embrapa Amazônia Oriental observaram a fenologia de dez matrizes das duas espécies no Parque Fenológico, da Floresta Nacional do Tapajós, em Belterra, Pará.

O clima da região é do tipo Ami, de acordo com Köppen, com temperatura média em torno de 25° C; umidade relativa média de 86%, precipitação média anual de 2.111 mm e um total médio de 2.150 horas de brilho solar (Carvalho, 1982). Os solos são pre-

dominantemente Latossolo Amarelo Distrófico textura muito argilosa (Brasil. DNPM, 1976) e, de acordo com Pereira (1987), a fertilidade natural depende do seu teor de matéria orgânica. A vegetação é de mata alta densa, sem babaçu, muito representativa da região amazônica.

As matrizes ocorrem em cem parcelas de quatro hectares cada, mapeadas durante um inventário concluído em 1984. Com uma periodicidade de 15 dias, assistentes de pesquisa da Embrapa monitoram as árvores selecionadas, anotando se há ocorrência de botões florais, flores abertas, frutos imaturos, frutos maduros, disseminação, folhas novas ou folhas maduras.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta os resultados de doze anos de observações fenológicas (1985-1996) do jatobá. Estes resultados mostram que entre 20% e 80% (média de 35%) das matrizes florescem todos os anos, durante um período de quatro anos, seguido por um intervalo de um ano sem floração. O período de floração, para cada matriz, durou em média 33 dias (um intervalo entre quatorze e 84 dias), entre os meses de agosto e janeiro. O número de períodos médios da floração das matrizes individuais, dentro da época total de floração foi 1,97, sugerindo que tem uma sincronização alta entre as árvores que estão florescendo. O intervalo entre a média de floração (31 de outubro) e a média de disseminação (10 de setembro do ano seguinte) foi de 311 dias.

O grande investimento na produção de frutos de tamanho grande, em jatobá e a necessidade de evitar o ataque de predadores de sementes, talvez expliquem, em parte, o baixo nível de produção a cada ano. Esta hipótese concorda com os resultados de Janzen (1975), que mostrou maior intervalo entre floração, em populações de espécies com muitos predadores.

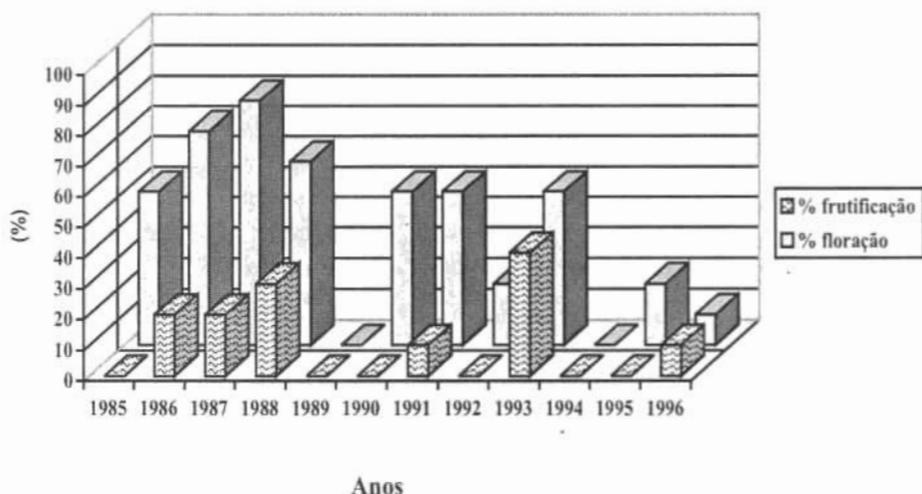


Figura 1. Modelo de fenologia para *Hymenaea courbaril* L. (Leguminosae) na Floresta Nacional do Tapajós, PA.

Os resultados de doze anos de observações fenológicas em matrizes de anani são apresentados na Figura 2. Ao contrário do jatobá, o anani floresce anualmente, com uma porcentagem de matrizes variando entre 30% a 100% (média de 73%). O período de floração para cada matriz dura, em média, 43 dias (uma variação de onze a 151 dias) no período compreendido entre os meses de junho a dezembro. O número de períodos médios da floração foi em média 3,06, mostrando que tinha menos sincronização entre as árvores florescendo. O intervalo entre a média de floração (16 de setembro) e a média de disseminação (8 de março no ano seguinte) é de 146 dias.

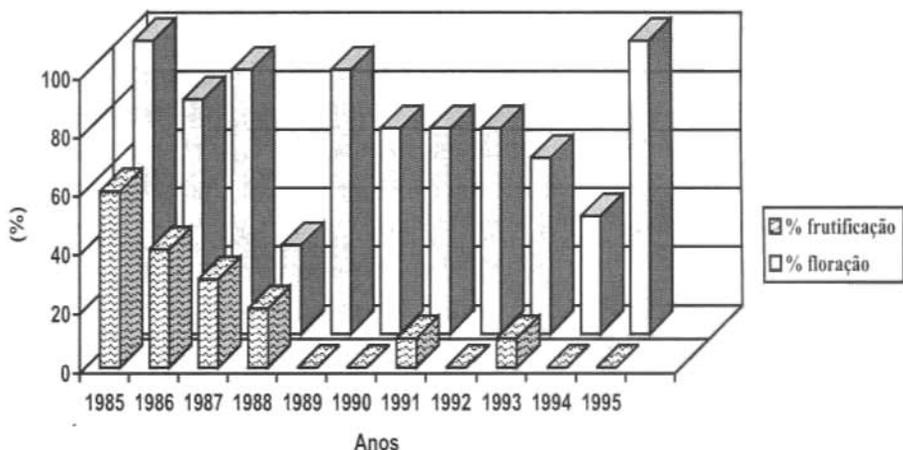


Figura 2. Modelo de fenologia para *Symphonia globulifera* L.f. (Clusiaceae) na Floresta Nacional do Tapajós, PA.

## CONCLUSÕES

A fenologia de reprodução das duas espécies diferiu muito, principalmente em relação à época, duração e freqüência dos eventos, indicando uma grande variabilidade interespecífica.

O longo período de florescimento do anani (151 dias) permite mais oportunidade de ação dos agentes polinizadores propiciando maior produção de frutos e sementes, enquanto que para o jatobá, o menor período de florescimento (84 dias) reduz essas chances.

O anani necessita de um período menor de frutificação (146 dias) reduzindo a exposição aos predadores, o que não ocorre com o jatobá, que registrou um longo período de frutificação (311 dias), facilitando a ação dos animais que se alimentam de seus frutos.

A avaliação das características fenológicas permite compreender a dinâmica das populações das duas espécies estudadas, permitindo a indicação da época mais adequada para as atividades de manejo, em razão das diferenças de freqüência e duração dos eventos reprodutivos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO DOS IMPORTADORES E EXPORTADORES DE MADEIRA (Belém, PA). **Evolução dos volumes de madeiras exportados pelo Estado do Pará (período de 1988 à 1994)**. Belém, 1997.
- BITTRICH, V.; AMARAL, M.C.E. Pollination biology of *Symphonia globulifera* (Clusiaceae). **Plant Systematics and Evolution**, n.200, p.101-110, 1996.
- BRAS, P.; MAURY-LECHON, G. Graines forestieres tropicales de type fortement hydrate: la conservation et ses effets, exemple du *Symphonia globulifera* L.f. de Guyane Francaise. **Bois et Forêts des Tropiques**, n.212, p.35-46. 1986.
- BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. **Folhas A-21**. Santarem: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1976. 522p. (Projeto RADAMBRASIL. Levantamento de Recursos Naturais, 10).
- CARVALHO, J.O.P. de Análise estrutural da regeneração natural em floresta tropical densa na região do Tapajós no Estado do Pará. 1982. 128f. Tese (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- CLAUSSI, A., MARMILLOD, D.; BLASER, J. **Descripcion silvicultural de las plantaciones forestales de Jenaro Herrera**. Iquitos: Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana, 1992. 334p.
- CTFT. Fiches techniques sur des bois guyanais: courbaril. **Bois et Forêts des Tropiques**, n.202, p.65-68, 1983.
- DUCREY, M. Variation in leaf morphology and branching pattern of some tropical rain forest species from Guadeloupe (French West Indies) under semi-controlled light conditions. **Anales des Sciences Forestieres**, v.49, n.6, p.553-570, 1982.

- FLORES, E.M.; BENAVIDES, C.E. Germinación y morfología de la plantula de *Hymenaea courbaril* L. (Caesalpiniaceae). **Revista de Biología Tropical**, v.38, n.1, p.91-98, 1990.
- GERHARDT, K. Tree seedling development in tropical dry abandoned pasture and secondary forest in Costa Rica. **Journal of Vegetation Science**, v.4, n.1, p.95-102, 1993.
- JANZEN, D.H. Behavior of *Hymenaea courbaril* when its predispersal seed predator is absent. **Science**, v.189, n.4197, p.145-147, 1975.
- LAWRENCE, G.A.; MOHAMMED, I. Beekeeping in Trinidad and Tobago. **Journal of the Agricultural Society of Trinidad and Tobago**, v.76, n.4, p.342-352. 1976.
- LOUREIRO, A.A.; SILVA, M.F.; ALENCAR, J.C. **Essências madeireiras da Amazônia**. Manaus: INPA, 1979. v.1, 187p.
- OLIVEIRA, P.S.; GALETTI, M., PEDRONI, F.; MORELLATO, L.P.C. Seed cleaning by *Mycocepurus goeldii* ants (Attini) facilitates germination in *Hymenaea courbaril* (Caesalpiniaceae). **Biotropica**, v.27, n 4, p. 518-522. 1995.
- PASCARELLA, J.B. Notes on flowering phenology, nectar robbing and pollination of *Symphonia globulifera* L.F. (Clusiaceae) in a lowland rainforest in Costa Rica. **Brenesia**, v.38, p. 83-86, 1992.
- PEREIRA, L.C. **Características químicas de latossolo amarelo da região Amazônica brasileira**. Piracicaba, 1987. 96f. (Mestrado – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade Federal de São Paulo, Piracicaba.
- TERBORGH, J.; LOSOS, E.; RILEY, M.P.; RILEY, M.B.; FLEMING, T.H. Predation by vertebrates and invertebrates on the seeds of five canopy tree species of an Amazonian forest. Frugivory and seed dispersal: ecological and evolutionary aspects. **Vegetation**, n.107-108, p.375-386, 1993.

## Parte 3 - Sementes

# *TECNOLOGIA DE SEMENTES DE ESPÉCIES FLORESTAIS NATIVAS DA AMAZÔNIA BRASILEIRA*

Noemi Vianna Martins Leão; José Edmar Urano de Carvalho; Selma Toyoko Ohashi

## *INTRODUÇÃO*

**A** reposição florestal estabelece a necessidade de sementes e mudas para o plantio de espécies nativas. Na última década, o reflorestamento com espécies da Amazônia tem se intensificado, ocasionando aumento na demanda por material propagativo destas espécies. Dentre estes materiais, a semente constitui-se no meio mais fácil de propagação.

A importância do uso de sementes das espécies nativas nos programas de reflorestamento deve-se às vantagens que estas apresentam, tais como: o seu manejo e armazenamento são mais econômicos; reduzem a transmissão de pragas e doenças; a maioria das espécies florestais tem sua propagação mais fácil na forma de sementes; mantêm a variabilidade genética para melhor aproveitamento futuro.

A obtenção de sementes de espécies nativas apresenta grandes dificuldades, podendo-se listar: pouco conhecimento dos aspectos fenológicos que são inerentes a cada procedência; a diversidade florística, o difícil acesso às áreas de coleta; a grande altura das árvores; a predação dos frutos e sementes por animais e insetos, entre outros. Aliado a estes aspectos, existem os problemas intrínsecos das sementes como: rápida perda de vigor germinativo após a dispersão; os problemas de dormência, que dificultam a germinação das sementes. Devido a estes fatores, estudos envolvendo sementes de espécies nativas são de grande importância, sendo o ponto básico para o sucesso dos programas de reposição florestal.

Existem poucas informações sobre germinação de sementes de espécies tropicais (Janzen, 1970; Ng, 1978; Van der Pijl, 1982; Vasquez-Yanes & Orozco-Segovia, 1990). Recentemente, Carvalho et al. (1998) estudaram as características físicas e de germinação de sementes de 25 cinco espécies frutíferas nativas da Amazônia, determinando o número de sementes por fruto, o peso de cem sementes e o grau de umidade. Vieira et al. (1996) analisaram as características morfológicas de frutos e germinação de sementes de 120 espécies arbóreas nativas da Amazônia em florestas remanescentes do leste do Pará (floresta da Fazenda Monte Verde, município de Peixe-Boi, PA e floresta do Mocambo, município de Belém, PA).

Dentre os trabalhos sobre armazenamento de sementes de espécies florestais, pode-se citar vários estudos. Vianna (1982) estudou a conservação de sementes de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) durante sete meses, sob condições controladas. O mesmo autor (Vianna, 1983) apresentou resultados de armazenamento para sementes de mogno (*Swietenia macrophylla* King).

Figueirêdo et al. (1990) estudaram o armazenamento de sementes de castanha-do-brasil sob condições controladas e não controladas, em Belém, PA, por um período de até 270 dias.

Em Manaus, AM, Varela et al. (1998) classificaram sementes de oito espécies florestais da Amazônia, de reconhecido valor econômico e ecológico, conforme o seu comportamento, para fins de armazenamento.

Ferraz et al. (1998) determinaram a temperatura ótima de germinação de dez espécies florestais da Amazônia Central, utilizando dois critérios: a emergência da radícula e a formação de plântula normal.

Dados tecnológicos sobre sementes servirão para dar apoio e indicar o desenvolvimento de pesquisas posteriores. Neste trabalho, são apresentados dados de biometria de sementes, número de sementes por quilo, grau de umidade, pureza, tipo e porcentagem de germinação de algumas espécies florestais da Amazônia, e suas características quanto à necessidade de armazenamento.

## METODOLOGIA

### *Espécies estudadas e local de coleta e estudo*

Na Tabela 1 apresenta-se as 65 espécies utilizadas no presente estudo, relacionando nome vulgar, nome científico e família botânica. As sementes destas espécies foram coletadas em indivíduos e/ou populações ocorrentes nos Campos Experimentais da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, PA e em Belterra, PA, e na Floresta Nacional do Tapajós, pertencente ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis-Ibama, no município de Belterra, PA.

As espécies foram estudadas em diferentes níveis de conhecimento, buscando o entendimento das características de germinação, biometria de sementes, grau de umidade pós-colheita, superação de dormência, capacidade de manter a viabilidade após o dessecamento, armazenamento sob condições controladas e a qualidade fisiológica em diferentes épocas de colheita. Visando melhor compreender as particularidades das diversas espécies, foram selecionados grupos de espécies de diferentes graus de importância silvicultural na floresta tropical.

TABELA 1. Espécies selecionadas para este estudo.

Nº	Nome vulgar	Nome científico	Família
1.	Abiu-cutite	<i>Pouteria macrophylla</i> (Lam.) Eyma	Sapotaceae
2.	Abiu-doce	<i>Pouteria</i> sp.	Sapotaceae
3.	Acapu	<i>Vouacappoua americana</i> Aubl.	Leguminosae
4.	Amapá-doce	<i>Brosimum parinarioides</i> Ducke.	Moraceae
5.	Anani	<i>Symphonia globulifera</i> L.f.	Clusiaceae
6.	Andiroba	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	Meliaceae
7.	Angelim-rajado	<i>Pithecelobium racemosum</i> Ducke	Leguminosae
8.	Angelim-da-mata	<i>Hymenolobium excelsum</i> Ducke.	Leguminosae
9.	Angelim-pedra	<i>Dinizia excelsa</i> Ducke.	Leguminosae
10.	Araracanga	<i>Aspidosperma desmanthum</i> Benth. ex Mull. Arg.	Apocynaceae
11.	Breu-sucuruba	<i>Tratinnickia burserifolia</i> (Mart.) Willd	Burseraceae
12.	Carapanauba	<i>Aspidosperma oblongum</i> A. DC.	Apocynaceae
13.	Castanha-do-pará	<i>Bertholletia excelsa</i> Ducke	Lecythidaceae
14.	Castanha-sapucaia	<i>Lecythis paraensis</i> Huber	Lecythidaceae
15.	Cedro-vermelho	<i>Cedrela odorata</i> Aubl.	Meliaceae
16.	Copaiba	<i>Copaifera duckei</i> Dwyer.	Leguminosae
17.	Cularana-de-carçoço	<i>Buchenavia huberi</i> Ducke	Combretaceae
18.	Cularana-fruto-alado	<i>Terminalia amazonica</i> (J.F. Gmel.) E&C.	Combretaceae
19.	Cumarú	<i>Dipteryx odorata</i> Aubl.	Leguminosae
20.	Cupiúba	<i>Goupia glabra</i> Aubl.	Celastraceae
21.	Curumim	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume.	Ulmaceae
22.	Fava-amargosa	<i>Vataireopsis speciosa</i> Ducke.	Leguminosae
23.	Fava-arara-tucupi	<i>Parkia multijuga</i> Benth.	Leguminosae
24.	Fava-barbatimão	<i>Strychnodendron pulcherrimum</i> (Willd.) Hochr.	Leguminosae
25.	Fava-bolota	<i>Parkia gigantocarpa</i> Ducke.	Leguminosae
26.	Fava-timbaúba	<i>Enterolobium</i> sp.	Leguminosae
27.	Faveira-branca	<i>Parkia paraensis</i> Ducke.	Leguminosae
28.	Freijó-branco	<i>Cordia bicolor</i> A. DC.	Boraginaceae
29.	Freijó-cinza	<i>Cordia goeldiana</i> Huber.	Boraginaceae
30.	Golabão	<i>Pouteria pachycarpa</i> Pires	Sapotaceae
31.	Gombeira	<i>Swartzia optera</i> DC.	Leguminosae
32.	Jacarandá-do-pará	<i>Dalbergia spruceana</i> Benth.	Leguminosae
33.	Jarana	<i>Holopyxidium jarana</i> (Huber) Ducke	Lecythidaceae
34.	Jenipapo	<i>Genipa americana</i> L.	Rubiaceae
35.	Jutaí-açu	<i>Hymenea courbaril</i> L.	Leguminosae
36.	Jutaí-mirim	<i>Hymenaea parvifolia</i> Huber.	Leguminosae
37.	Lacre-branco	<i>Miconia minitiflora</i> DC.	Melastomataceae
38.	Maçaranduba	<i>Manilkara huberi</i> Standley	Sapotaceae
39.	Mandioqueira-áspera	<i>Qualea albiflora</i> Warm.	Vochysiaceae
40.	Marupá	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Simaroubaceae
41.	Melancleira	<i>Alexa grandiflora</i> Ducke.	Leguminosae
42.	Mirindiba-doce	<i>Glycidendron amazonicum</i> Ducke	Euphorbiaceae
43.	Mogno	<i>Swietenia macrophylla</i> King.	Meliaceae
44.	Morotó	<i>Didymopanax morototoni</i> (Aubl.) Decne & Planch.	Araliaceae
45.	Munguba-da-mata	<i>Pseudobombax munguba</i> (Mart. & Zucc.) Dugand.	Bombacaceae
46.	Muiracatiara	<i>Astronium lecontei</i> Ducke.	Anacardiaceae
47.	Muruci-da-mata	<i>Byronima crispata</i> A. Juss.	Malpighiaceae
48.	Parapará	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don.	Bigoniaceae
49.	Paricá	<i>Schizolobium amazonicum</i> (Huber) Ducke.	Leguminosae
50.	Pau-de-balsa	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb.	Bombacaceae
51.	Pau-d'arco flor amarela	<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl.) Nichols.	Bigoniaceae
52.	Pau-jacaré	<i>Laetia procera</i> (Poepp.) Eichl.	Flacourtiaceae
53.	Piquiá	<i>Caryocar vilosum</i> (Aubl.) Pers.	Caryocaraceae
54.	Quarubarana	<i>Erisma uncinatum</i> Warm.	Vochysiaceae
55.	Quaruba-verdadeira	<i>Vochysia maxima</i> Ducke	Vochysiaceae
56.	Sucupira-amarela	<i>Bowdichia nitida</i> Spruce ex Benth.	Leguminosae
57.	Sucupira-preta	<i>Diptropis purpurea</i> (Rich.) Amsh.	Leguminosae
58.	Suiná-mulungu	<i>Erythrina falcata</i> Benth.	Leguminosae
59.	Sumaúma	<i>Ceiba pentandra</i> (L. Gaertn.)	Bombacaceae
60.	Tatajuba	<i>Bagassa guianensis</i> Aubl.	Moraceae
61.	Tatapiririca	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Anacardiaceae
62.	Tauari	<i>Couratari stellata</i> A.C. Smith.	Lecythidaceae
63.	Taxi branco	<i>Sclerolobium paniculatum</i> Aubl.	Leguminosae
64.	Ucuúba-da-terra-firme	<i>Viola melinonii</i> Benth.	Myristicaceae
65.	Uxi	<i>Endopleura uchi</i> (Huber.) Cuatr.	Humiriaceae

### *Estudos realizados*

Os testes foram conduzidos no Laboratório de Sementes Florestais da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, PA. Vários experimentos foram realizados visando compreender melhor as principais características de germinação de sementes de espécies florestais nativas da Amazônia.

### *Testes de germinação*

Os testes de germinação foram efetuados com quatro repetições de cem sementes em condições de ambiente natural de Belém (aproximadamente 26° C e 85% de umidade relativa), utilizando-se como substrato de germinação, areia e serragem, na proporção volumétrica de 1:1. Foram observados os seguintes aspectos: porcentagem, início e término de germinação; tempo médio e tipo de germinação. Foi considerado o início da germinação quando a primeira plântula normal se formou e o término apenas quando a última semente germinou. Para efeito de porcentual de germinação, foram consideradas todas as sementes que produziram plântulas normais, de acordo com Brasil (1992).

O tempo médio de germinação foi obtido, de acordo com a equação de Edwards (1934), e conhecida como índice de Edmond & Drapala, segundo Silva & Nakagawa (1995), através da seguinte fórmula:

onde:

$T_m$  é o tempo médio, em dias, necessário para atingir a germinação máxima;

$G_1$ ,  $G_2$  e  $G_n$  é o número de sementes germinadas nos tempos  $T_1$ ,  $T_2$  e  $T_n$ , respectivamente.

### **Biometria de sementes, porcentagem de pureza, grau de umidade e número de sementes por quilo**

Os estudos de biometria consideraram as três principais medidas: comprimento, largura e espessura das sementes. Para cada uma das 18 espécies estudadas foram utilizadas, pelo menos dez sementes, de cada lote.

Na determinação do grau de umidade, foram usadas duas repetições de dez sementes ou, no caso de sementes pequenas, 2,5g por amostra, adotando-se o método da estufa a  $105^{\circ} \text{C} \pm 3^{\circ} \text{C}$ , de acordo com Brasil (1992).

A análise de pureza objetiva determinar a composição da amostra e identificar as outras sementes que possam estar misturadas aos lotes, além de partículas inertes que nele estiverem presentes. Para maior precisão dos resultados, as análises foram realizadas em duas repetições.

Segundo Villagomez (1979), a determinação do peso de cem sementes permite conhecer o número de sementes puras em cada lote. É realizada após a análise de pureza, utilizando-se apenas sementes puras. É obtida após a pesagem de oito amostras de cem sementes, em balança de precisão igual a 0,1g, de acordo com Brasil (1992).

## RESULTADOS

### Porcentagem de germinação, período e tempo médio de germinação

Os resultados de porcentagem de germinação, período de germinação (início e término), tempo médio de germinação e grau de umidade das sementes para 19 espécies nativas da Amazônia, são apresentados na Tabela 2.

Analisando-se esta tabela, verifica-se que 52% das espécies estudadas apresentaram alta porcentagem de germinação, com valores variando entre 80% e 98%. As espécies que se encontram neste grupo são: paricá (98,5%); jutaí-açu (98,3%); jacarandá-do-pará (95,5%); acapu (91,75%); cuiarana-de-carçoço (91,5%); andiroba (91,2%); cedro-vermelho (90,8%); castanha-sapucaia (90,8%); tauari (90,5%); muiracatiara (82,5%) e ucuúba-da-terra firme (80,3%). Estas altas porcentagens de germinação podem ser atribuídas ao reduzido período entre a colheita e o início dos experimentos; e a característica intrínseca da semente de alta longevidade como, por exemplo, o jutaí-açu e o paricá.

As espécies com porcentagem de germinação variando de 50% a 79% foram: mogno (76,3%); copaíba (69,2%); pau-d'arco (63,0%); gombeira (57,2%) e morototó (52,5%), as quais representam 28% do total das espécies estudadas. Estes resultados de porcentagem de germinação podem estar relacionados ao decréscimo do poder germinativo durante o tempo entre a colheita e o início do experimento e às condições da semente durante a colheita.

As espécies com porcentagem de germinação abaixo de 50% estão listadas a seguir: araracanga (38,2%), marupá (31,7%) e freijó-cinza (28,5%). Estas espécies representam 14% do total estudado. A baixa porcentagem de germinação para o freijó-cinza pode ser atribuída à elevada porcentagem de diásporos infecundos produzidos pela espécie. Para a araracanga e o marupá, este fato pode ser atribuído à sensibilidade da semente ao dessecação, podendo o grau de umidade, respectivamente, de 7,8% e 10,4% ter afetado a germinação destas espécies.

TABELA 2. Porcentagem de germinação, tempo médio e período requerido para germinação, e grau de umidade de sementes de 19 espécies florestais nativas da Amazônia brasileira.

N <sup>o</sup>	Espécie	Germinação				
		(%)	Início (dia)	Término (dia)	Tempo médio (dia)	Umidade (%)
1	Acapu	91,75	18,0 ± 0,0	61,00	27,75	54,07
2	Andiroba	91,2 ± 4,9	11,3 ± 0,5	78,3 ± 13,5	30,9 ± 1,7	45,01
3	Aracanga	38,2 ± 8,6	21,0 ± 0,0	72,0 ± 6,7	35,8 ± 3,1	7,08
4	Castanha-sapucaia	90,8 ± 1,9	20,8 ± 1,0	52,5 ± 2,4	29,1 ± 0,5	40,01
5	Cedro-vermelho	90,8 ± 1,9	11,0 ± 0,0	27,00	12,9 ± 0,3	13,04
6	Copaíba	69,2 ± 3,8	11,0 ± 0,0	32,5 ± 1,8	22,5 ± 0,5	42,00
7	Cuiarana de caroço	91,5 ± 4,1	27,2 ± 2,1	217,7 ± 3,4	88,9 ± 10,3	13,04
8	Freijó-cinza	28,5 ± 4,6	9,5 ± 0,5	22,5 ± 3	14,8 ± 0,7	31,05
9	Gombeira	57,2 ± 3,3	28,3 ± 1,0	83,8 ± 13,2	46,5 ± 1,0	45,04
10	Jacarandá-do-pará	95,5 ± 1,0	12,0 ± 0,8	28,5 ± 0,6	19,0 ± 0,8	56,08
11	Jutai-açu	98,3 ± 1,3	16,8 ± 1,0	259,0 ± 11,9	73,6 ± 6,3	13,05
12	Marupá	31,7 ± 4,5	18,3 ± 0,5	36,8 ± 3,9	24,2 ± 1,2	10,04
13	Mogno	76,3 ± 2,6	18,5 ± 1,0	27,5 ± 1,7	22,0 ± 0,7	30,04
14	Morotoló	52,5 ± 9,2	29,5 ± 1,9	85,5 ± 14,0	42,5 ± 5,6	11,03
15	Muiracatiara	82,5 ± 1,1	10,0 ± 0,0	53,0 ± 1,7	15,7 ± 1,0	13,03
16	Paricá	98,5 ± 1,7	6,0 ± 0,0	115,5 ± 12,4	65,7 ± 14,3	13,08
17	Pau-d'-arco (f. amarela)	63,0 ± 4,0	11,0 ± 0,0	30,0 ± 8,7	13,4 ± 0,6	24,08
18	Tauari	90,5 ± 3,9	30,3 ± 2,4	63,8 ± 1,5	41,3 ± 0,9	51,06
19	Ucuüba-da-Terra-Firme	80,3 ± 5,3	32,0 ± 0,0	149,00 ± 43,5	57,5 ± 3,8	20,05

Valores representam médias (± desvio padrão, n = 4).

Analisando-se ainda a Tabela 2, verifica-se uma grande diferença no período requerido para a germinação e no tempo médio de germinação entre as espécies. O início de germinação após a semeadura variou de seis (paricá) a 32 dias (ucuúba), e o término da germinação variou de 20 (cedro-vermelho) a 259 dias (jutaí-açu). O tempo médio de germinação variou de 12 dias (cedro-vermelho) a 88 dias para a cuiarana de caroço. Estas diferenças afetam a produção de mudas destas espécies.

As espécies que apresentaram um longo período de germinação foram: jutaí-açu (16 a 259 dias), cuiarana-de-caroço (27 a 217 dias), paricá (seis a 115 dias) e ucuúba (32 a 149 dias). O tempo médio de germinação para estas espécies foi, respectivamente: 73, 88, 65 e 57 dias. O longo período e o tempo médio de germinação das sementes destas espécies podem estar associados à ocorrência de diferentes graus de dormência presente nas suas sementes, iniciando a germinação relativamente cedo, e outras, com maior grau de dormência, germinando mais tardiamente. Esta diferença no período de germinação dentro de uma espécie pode representar uma estratégia de sobrevivência a diferentes condições ambientais na natureza.

A produção de mudas destas espécies pode apresentar dificuldades, caso não sejam utilizados métodos para acelerar e uniformizar a germinação. Pesquisas envolvendo quebra de dormência de jutaí-açu, cuiarana-de-caroço e paricá têm sido efetuadas por Carpanezzi & Marques (1981), Santos et al. (1999) e Leão & Carvalho (1995), respectivamente.

Outras espécies apresentaram período de germinação variando de 11 a 30 dias para iniciar a emissão de radícula e do caulículo, estendendo-se por 52 a 85 dias para o término, com o tempo médio de germinação de 30 a 46 dias. Entre estas espécies encontra-se a gombeira, o morototó, o tauari, araracanga, andiroba e castanha-sapucaia. O tempo médio de germinação apresentou-se relativamente curto para algumas espécies florestais, porém o

período de germinação foi bastante longo para outras, com isto a produção de mudas destas espécies pode apresentar dificuldades, pela heterogeneidade na germinação, o que ocasionará diferenças nas mudas formadas.

As espécies que apresentaram os menores períodos e tempos médios de germinação foram: cedro-vermelho, pau-d'-arco, freijó-cinza, muiracatiara, jacarandá-do-pará, mogno, copaíba, marupá e acapu. Para estas espécies, o início de germinação foi de nove a 18 dias e o término de 20 a 61 dias; o tempo médio de germinação foi de doze a vinte e sete dias. Estas espécies não apresentam dormência, porém outros problemas podem afetar a germinação, como ocorre com o freijó-cinza e o marupá citados anteriormente. O acapu, jacarandá-do-pará, copaíba, mogno, pau-d'-arco, cedro-vermelho e muiracatiara, perdem rapidamente o poder germinativo, após a colheita. Estudos com estas espécies visando a conhecer a sua fisiologia condições de armazenamento ainda são necessários para atender à comercialização e à produção de mudas.

### Tipo de germinação

A Tabela 3 apresenta o tipo de germinação para 19 espécies. De acordo com esta tabela, verifica-se que 74% das espécies possuem germinação do tipo epigeal e 26% do tipo hipogeal. A germinação do tipo epigeal ocorreu nas espécies que apresentam sementes pequenas a médias, com exceção do morototó. A germinação do tipo hipogeal foi mais comum nas espécies com sementes grandes a muito grandes, como o acapu, andiroba e castanha-sapucaia. Para classificar as sementes pelo tamanho, foi adotada a divisão utilizada por Leão (1990), que examinou os morfotipos de material propagativo encontrados na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA, subdividindo-os por tamanho: muito grande; grande; médio; pequeno e muito pequeno.

TABELA 3. Tipo de germinação de sementes de 19 espécies florestais nativas da Amazônia brasileira.

Nº	Espécie	Tipo de germinação
1	Acapu	Hipogea
2	Andiroba	Hipogea
3	Araracanga	Epigea
4	Castanha-sapucaia	Hipogea
5	Cedro-vermelho	Epigea
6	Copaiba	Epigea
7	Cuiarana-de-carço	Epigea
8	Freijó-cinza	Epigea
9	Gombeira	Hipogea
10	Jacarandá-do-pará	Epigea
11	Jutai-açu	Epigea
12	Marupá	Epigea
13	Mogno	Epigea
14	Morototó	Hipogea
15	Muiracatiara	Epigea
16	Paricá	Epigea
17	Pau-d'-arco (f. amarela)	Epigea
18	Tauari	Epigea
19	Ucuúba-da-TF	Epigea

### Grau de umidade, número de sementes por quilo

Com relação ao grau de umidade e número de sementes por quilo, observou-se uma grande variabilidade quando se considerou o número de sementes por quilo. Villagomez (1979) cita três fatores afetando esse peso: o tamanho das sementes, o número de sementes viáveis e o grau de umidade.

Para o silvicultor, esse dado é muito importante, pois conhecendo-se o número de sementes por quilo, é possível saber quantas plantas serão obtidas em cada quilo, baseando-se nesta determinação e no teste de germinação, antes da semeadura. Em termos práticos também, o número de sementes por quilo pode ser usado para determinar tamanho e peso das sementes.

Os resultados sobre porcentagem de pureza, grau de umidade e número de sementes por quilo, são apresentados na Tabela 4.

Os resultados sobre a biometria de sementes de 18 espécies arbóreas, realizada no Laboratório de Sementes Florestais (Tabela 5), permitem observar grande amplitude, considerando-se o comprimento. As sementes de maior comprimento são de cumaru (38,42 mm), enquanto que as sementes de cedro-vermelho mediram 3,50 mm. No parâmetro largura, destacaram-se as sementes de abiu-cutite, com 31,93 mm e a menor largura foi das sementes de cedro-vermelho, com 2,00 mm. No caso da espessura, a maior medida verificada foi igual a 18,31 mm, para sementes de abiu-cutite, sendo a menor, para as sementes de cedro-vermelho (0,05 mm).

Durante os últimos anos, várias espécies foram estudadas no Laboratório de Sementes Florestais da Embrapa Amazônia Oriental, desde aspectos referentes a sua colheita e maturação dos frutos e sementes, até a manutenção da viabilidade de seus propágulos durante o armazenamento. Vários dados e observações foram diariamente anotadas, para todos os lotes de sementes das diversas espécies e de inúmeras procedências, que chegaram ao Laboratório. Apesar da não-execução formal de experimentos de dormência e armazenamento para todas as espécies, foi possível inferir o seu comportamento quanto a esses dois assuntos, tomando-se como base a experiência da rotina do Laboratório. A Tabela 6 contém a interpretação dos dados observados em laboratório, para 57 espécies nativas da Amazônia.

TABELA 4. Porcentagem de pureza, grau de umidade, germinação e número de sementes por quilo, de 42 espécies florestais nativas da Amazônia.

Nº	Espécie	% Pureza	Grau de umidade	% Germinação	Nº de sementes/kg
1.	Abiu-doce	100	10,88	0,00	2.067
2.	Acapu	100	54,00	91,00	39
3.	Andiroba	100	45,00	91,00	44
4.	Angelim-pedra	100	18,00	28,00	5.441
5.	Breu sucuruba	100	12,42	0,00	3.538
6.	Castanha-do-pará	100	28,00	80,00	125
7.	Cedro-vermelho	76,00	11,05	82,00	56.338 (com asa) 64.020 (sem asa)
8.	Copaiba	100	77,03	60,00	606
9.	Cuiarana-de-carçoço	100	13,21	66,25	767
10.	Cuiarana-fruto-alado	52,50	14,52	3,00	10.554
11.	Cumarú	100	71,92	86,00	322
12.	Fava-arara-tucupi	100	9,62	100,00	147
13.	Fava-barbatimão	89,00	16,50	18,00	16.877
14.	Freijó-branco	100	12,14	23,00	34.530
15.	Freijó-cinza	96,80	13,86	74,50	37.565
16.	Gombeira	100	43,16	0,00	450
17.	Jarana	100	58,00	97,00	21
18.	Jutai-açu	100	11,00	35,00	161
19.	Jutai-mirim	100	11,00	32,00	312
20.	Lacre-branco	94,50	13,00	20,00	2.000.000
21.	Maçaranduba	100	45,61	9,05	1.647
22.	Marupá	99,37	16,48	54,17	3.284
23.	Melanciaira	100	6,47	0,00	591
24.	Mirindiba-doce	100	16,00	0,00	309
25.	Mogno	100	7,00	92,00	1.659 (com asa)
26.	Morototó	84,50	14,74	47,00	68.918
27.	Muiracatiara	100	9,24	91,05	39.604
28.	Munguba-da-mata	100	7,51	32,05	3.737
29.	Parapará	93,90	12,36	4,05	192.307
30.	Paricá	100	12,47	75,83	1.283
31.	Pau-d'-arco (f. amarela)	94,95	6,15	42,00	34.364
32.	Pau-jacaré	98,00	10	6,00	169.492
33.	Piquiá	100	42,98	15,00	20
34.	Quaruba-verdadeira	100	20,50	0,00	23.256 (sem asa) 21.598 (com asa)
35.	Quarubarana	100	20,00	0,00	1.980
36.	Sucupira-amarela	100	6,64	32,00	7.102
37.	Sucupira-preta	96,10	7,89	18,00	7.930
38.	Sumaúma	100	9,21	82,00	17.449
39.	Tatajuba	79,50	14,68	51,50	203.665
40.	Tatapiririca	96,00	12	40,00	9.950
41.	Taxi branco	100	15,50	28,00	27.412 (com asa) 40.486 (sem asa)
42.	Ucuúba-da-terra-firme	100	20,00	80,00	586

TABELA 5. Estudos de biometria de sementes de dezoito espécies florestais nativas da Amazônia brasileira.

Espécie	Comprimento	Largura	Espessura
1. Abiu-doce	23,22 ±1,48	11,63 ±0,69	5,97 ±0,37
2. Abiu-cutite	35,70 ±3,49	30,93 ±2,82	18,31 ±3,35
3. Breu-sucuruba	11,71 ±1,16	10,62 ±1,13	8,27 ±0,39
4. Cedro-vermelho	3,50 ±0,35	2,00 ±0,24	0,05 ±0,09
5. Cuiarana-de-carçoço	21,60 ±2,29	6,20 ±0,75	8,58 ±0,54
6. Cumaru	38,42 ±1,91	12,38 ±0,51	10,46 ±0,65
7. Gombeira	18,00 ±1,10	12,90 ±1,20	11,10 ±0,80
8. Jacarandá-do-pará	12,66 ±0,75	6,99 ±0,33	1,33 ±0,13
9. Jutai-mirim	21,22 ±1,49	15,60 ±1,19	13,02 ±1,54
10. Jutai-açu	28,00 ±4,20	14,00 ±2,30	14,00 ±2,00
11. Marupá	9,90 ±0,34	6,22 ±0,19	4,85 ±0,29
12. Paricá	21,76 ±0,90	13,32 ±0,98	3,64 ±0,26
13. Sucupira-amarela	3,90 ±0,63	3,90 ±0,56	1,40 ±,50
14. Sucupira-preta	13,33 ±1,35	4,60 ±1,90	1,95 ±0,23
15. Suniã-mulungu	13,50 ±1,41	10,10 ±0,50	7,80 ±0,40
16. Tatajuba	4,16 ±0,37	2,35 ±0,31	2,00 ±0,44
17. Tatapiririca	9,00 ±1,30	6,00 ±0,80	4,40 ±0,37
18. Ucuúba-da-terra-firme	19,65 ±0,83	12,75 ±0,78	11,69 ±0,66

TABELA 6. Espécies selecionadas para estudo de presença ou não de dormência e o comportamento no armazenamento de 57 espécies florestais nativas da Amazônia brasileira.

Espécie	Dormência	Comportamento no armazenamento
1 Abiu-doce	Não	Recalcitrante
2 Acapu	Não	Recalcitrante
3 Amapá-doce	Não	Recalcitrante ou Intermediária
4 Anani	Não	Recalcitrante
5 Andiroba	Não	Recalcitrante
6 Angelim-da-mata	Sim	Ortodoxa
7 Angelim-pedra	Sim	Ortodoxa
8 Angelim-rajado	Sim	Ortodoxa
9 Aracanga	Não	Ortodoxa ou Intermediária
10 Breu-sucuruba	Sim	Ortodoxa
11 Carapanaúba	Não	Ortodoxa ou Intermediária
12 Castanha-do-pará	Sim	Recalcitrante
13 Castanha-sapucaia	Não	Recalcitrante
14 Cedro-vermelho	Não	Ortodoxa
15 Copaíba	Não	Recalcitrante
16 Cuíarana-de-caroco	Sim	Ortodoxa
17 Cuíarana-fruto-alado	Não	Recalcitrante ou Intermediária
18 Cumaru	Não	Intermediária
19 Cupiúba	Sim	Ortodoxa ou Intermediária
20 Curumim	Sim	Ortodoxa
21 Fava-amargosa	Sim	Ortodoxa
22 Fava-arara-tucupi	Sim	Ortodoxa
23 Fava-barbatimão	Sim	Ortodoxa
24 Fava-bolota	Sim	Ortodoxa
25 Fava-timbaúba	Sim	Ortodoxa
26 Faveira branca	Sim	Ortodoxa
27 Freijó-cinza	Não	Ortodoxa
28 Goiabão	Não	Recalcitrante
29 Jarana	Não	Recalcitrante
30 Jenipapo	Sim	Intermediária
31 Jutai-açu	Sim	Ortodoxa
32 Jutai-mirim	Sim	Ortodoxa
33 Maçaranduba	Não	Recalcitrante ou Intermediária
34 Mandioqueira	Sim	Ortodoxa ou Intermediária
35 Marupá	Não	Recalcitrante ou Intermediária
36 Melanciaira	Sim	Ortodoxa
37 Mirindiba-doce	Sim	Recalcitrante ou Intermediária
38 Mogno	Não	Ortodoxa
39 Morototó	Sim	Ortodoxa
40 Muiracatiara	Não	Ortodoxa
41 Muruci-da-mata	Sim	Ortodoxa
42 Parapará	Não	Ortodoxa ou Intermediária
43 Paricá	Sim	Ortodoxa
44 Pau-d'-arco (f. amarela)	Não	Ortodoxa
45 Pau-de-balsa	Sim	Ortodoxa
46 Pau-jacaré	Sim	Ortodoxa
47 Piquiá	Sim	Ortodoxa ou Intermediária
48 Quaruba-verdadeira	Não	Recalcitrante
49 Quarubarana	Não	Ortodoxa ou Intermediária
50 Sucupira-preta	Não	Ortodoxa
51 Sumaúma	Não	Recalcitrante
52 Tatajuba	Não	Ortodoxa
53 Tatapiririca	Sim	Ortodoxa
54 Tauari	Não	Ortodoxa
55 Taxi-branco	Sim	Ortodoxa
56 Ucuúba-da-Terra-Firme	Não	Recalcitrante
57 Uxi	Sim	Ortodoxa ou Intermediária

Metade das espécies pesquisadas apresentou problemas para germinar, destacando-se a dormência e impedimentos morfológicos, o que dificulta a obtenção de mudas de boa qualidade fisiológica em um curto período. No entanto, esta característica pode estar propiciando a manutenção dessas espécies na floresta, na forma de banco de sementes do solo, o que enriquece a floresta regenerada.

Das 57 espécies estudadas, 12 (21,1%) apresentaram comportamento recalcitrante no armazenamento; 30 (52,6%) ortodoxo; duas (3,5%) foram consideradas intermediárias e 13 (22,8%) ainda não tiveram seu padrão definido durante o armazenamento. Pelo menos metade das espécies estudadas perdeu rapidamente a viabilidade, germinando no chão da floresta, logo após a disseminação. Esse grupo de espécies mantém-se na floresta na forma de banco de plântulas, favorecendo a regeneração natural e, conseqüentemente, o manejo.

## CONSIDERAÇÕES GERAIS

As características genéticas, ecológicas e a diversidade de espécies madeireiras existentes na Amazônia determinam uma grande dificuldade para colher e manejar suas sementes.

Em razão da metade das espécies pesquisadas apresentarem impedimentos à germinação, ocorrem dificuldades na produção de mudas para os projetos de reflorestamento, atividades agrossilviculturais, ou de compensação ecológica.

As sementes que não germinam facilmente permanecem no chão da floresta, formando o chamado banco de sementes do solo, que somente serão transformadas em plântulas, quando as condições, principalmente de disponibilidade de água e qualidade de luz, forem favoráveis. Esta característica de algumas espécies propicia a manutenção da biodiversidade no processo de regeneração natural das florestas tropicais.

Quanto ao comportamento durante o armazenamento, 21,1% das espécies estudadas apresentaram sensibilidade ao dessecamento sugerindo comportamento recalcitrante; 52,6% sugere comportamento ortodoxo; 3,5% foi considerado intermediária; e, 22,8% foram consideradas sem classificação, até o momento. Com base nos dados atuais, a grande quantidade de espécies que tem a capacidade de germinar logo após a dispersão dos seus propágulos, pode estar garantindo o suprimento de plântulas, que vão propiciar a renovação dos estoques de madeira nas florestas amazônicas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992. 365p.
- CARPANEZZI, A.A.; MARQUES, L.C.T. **Germinação de sementes de jutaí-açu (*Hymenaea courbaril* L.) e de jutaí-mirim (*H. parvifolia* Huber) escarificadas com ácido sulfúrico comercial**. Belém: Embrapa-CPATU, 1981. 15p. (Embrapa-CPATU. Circular Técnica, 19).
- CARVALHO, J. E. U de; NASCIMENTO, W. M. O do; MULLER, C. H. **Características físicas e de germinação de sementes de espécies frutíferas nativas da Amazônia**. Belém: Embrapa-CPATU, 1998. 18p. (Embrapa-CPATU. Boletim de Pesquisa, 203).
- FERRAZ, I.D.K.; VARELA, V.P.; MIRANDA, P.R.M. de; CORRÊA, Y.M.B.; CARNEIRO. Efeito da temperatura na germinação de sementes florestais da Amazônia. In: HIGUCHI, N.; CAMPOS, M.A.A.; SAMPAIO, P.T.B.; SANTOS, J. dos. (Ed.). **Pesquisas florestais para a conservação da floresta e reabilitação de áreas degradadas da Amazônia**. Manaus: INPA, 1998. p.185-199.
- FIGUEIRÊDO, F.J.C.; DUARTE, CARVALHO, J. E. U de; M.L.R.; FRAZÃO, D.A.C. **Armazenamento de sementes de castanha-do-brasil sob condições não controladas**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1990. 36p. (Embrapa-CPATU. Boletim de Pesquisa, 106).
- FIGUEIRÊDO, F.J.C.; DUARTE, M.L.R.; FRAZÃO, D.A.C.; CARVALHO, J. E. U de. **Conservação de sementes de castanha-do-brasil sob condições controladas**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1990. 22p. (Embrapa-CPATU. Boletim de Pesquisa, 110).
- JANZEN, D.H. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. **American Naturalist**. n.104, p.501-508.1970
- LEÃO, N.V.M.; CARVALHO, J.E.U. Métodos para superação da dormência de sementes de paricá (*Schyzolobium amazonicum* Huber ex Ducke) **Informativo ABRATES**, Brasília, v.5 n.2 p.168. 1995.

- LEÃO, N.V.M. **Disseminação de sementes e distribuição espacial de espécies arbóreas na Floresta Nacional do Tapajós, Santarém-Pará.** 1990. 129f. Tese (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- NG, F.S.P. Strategies of establishment in Malayan forest trees. In: TOMHINSON, P.B.; ZIMMERMANN, M.H. (Ed.). **Tropical trees as living systems.** New York. Cambridge University, 1978. p.129-162.
- ROTH, I. **Stratification of a tropical forest as seen in dispersal types.** Dordrecht: W. Junk Publ, 1987. 324p. (Tasks for Vegetation Science, 17).
- SANTOS, S.H.M. dos; OLIVEIRA, F.C.; COSTA, J.R.L. Método adequado para acelerar a germinação de sementes de *Glycidendron amazonicum* Ducke “glícia” e *Buchenavia huberi* Ducke “cuiarana de caroço”. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FIOLOGIA VEGETAL, 7., 1999, Brasília. **Resumos.** Brasília: SBFV, 1999. p.68.
- VAN DER PIJL, L. **Principles of dispersal in higher plants.** 3. ed. Berlin: Springer-Verlag, 1982, 214p.
- VARELA, V.P.; FERRAZ, I.D.K.; CARNEIRO, N.B.; CORRÊA, Y.M.B.; ANDRADE JR., M.A. de; SILVA, R.P. de. Classificação das sementes quanto ao comportamento para fins de armazenamento. In: HIGUCHI, N.; CAMPOS, M.A.A.; SAMPAIO, P.T.B.; SANTOS, J. dos. (Ed.). **Pesquisas florestais para a conservação da floresta e reabilitação de áreas degradadas da Amazônia.** Manaus: INPA, 1998. p.171-184.
- VASQUEZ-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A. Seed dormancy in the tropical rain forest. In: BAWA, K.S.; HADLEY, M. (Ed.) **Reproductive ecology of tropical forest plants.** New York: UNESCO, 1990. p. 247-259. (Man and Biosphere Series).
- VIANNA, N.G. Armazenamento de sementes de mogno (*Swietenia macrophylla* King). **Silvicultura**, São Paulo, n.8, p.539-540. 1983.
- VIANNA, N.G. **Conservação de sementes de Andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.).** Belém, Embrapa-CPATU, 1983. 10p. (Embrapa-CPATU. Circular Técnica, 34).

- VIEIRA, I.C.G.; GALVÃO, N.; ROSA, N.A. **Caracterização morfológica de frutos e germinação de sementes de espécies arbóreas nativas da Amazônia.** Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1996. p.271-288 (Museu Paraense Emílio Goeldi. Boletim. Botânica, 12/2 ).
- VILLAGOMEZ, A.Y.; VILLASEÑOR, R.R.; SALINAS, J.R.M. **Lineamientos para el funcionamiento de un laboratorio de semillas.** México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, 1979. (INIF. Boletín Divulgativo, 48).

# MÉTODO ADEQUADO PARA ACELERAR A GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Glycidendron amazonicum* Ducke “GLÍCIA” E *Buchenavia huberi* Ducke “CUIARANA-DE-CAROÇO”

Sonia Helena Monteiro dos Santos; Francimari Colares de Oliveira; José Ricardo Lima Costa

## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da silvicultura de plantações com espécies nativas da Amazônia requer, entre outros, o entendimento da germinação dessas espécies. Dentre os vários fatores a serem estudados, existe um em especial, o processo de dormência das sementes, que atinge diretamente a produção de mudas, provocando a desuniformidade de germinação e maior permanência das mudas no viveiro, constituindo-se um sério problema aos viveiristas e às empresas florestais.

Dormência é a denominação do estado em que sementes aptas a germinar suspendem temporariamente o processo de desenvolvimento, quando todas as condições externas consideradas necessárias ao seu crescimento são fornecidas (Bewley & Black, 1986).

Esse processo é comum em grande número de espécies florestais e é encarado como uma resistência natural da espécie contra os fatores adversos do meio, mesmo quando colocadas em condições favoráveis não ocorre a germinação, a não ser através de tratamento adequado. A causa da dormência pode ser devido a vários fatores como impermeabilidade do tegumento à água e a gases, imaturidade do embrião, presença de inibidores ou ausência especiais de luz ou temperatura (Rodrigues et al. 1990). O conhecimento das causas da incapacidade germinativa é importante para encontrar meios a fim de superá-la (Bianchetti, 1980).

Dentre os tipos de dormência, a impermeabilidade do tegumento à água é um dos mais comuns em virtude da presença de casca dura e ao mecanismo que impede o movimento da água através do tegumento (Burin, 1979). Segundo Popinigis (1977), para diversos pesquisadores, a estrutura considerada responsável pela impermeabilidade do tegumento à água é a camada de células paliçádicas, cujas paredes celulares são espessas e recobertas externamente por uma camada cuticular cerosa.

Segundo Labouriau (1983), existe uma variedade de tratamentos pelos quais se elimina a impermeabilidade do tegumento à água com a esscarificação como lixa, lima ou outros instrumentos metálicos; aquecimento e fervura em água; pressões hidrostáticas elevadas (até 2.000 atm); vibrações de alta frequência; imersão em ácido sulfúrico e lavagem em etanol.

Os usos da esscarificação mecânico e ácido sulfúrico concentrado têm sido apontados como os tratamentos pré-germinativos mais eficientes para romper a dormência estrutural em diferentes espécies (Rodrigues et al. 1990). Santarém & Aquila (1995) superaram a dormência de sementes de *Senna macranthera* tratando-as com esscarificação mecânica e imersão em ácido sulfúrico concentrado por 15 minutos.

Varela & Ferraz (1991), testando métodos para acelerar a germinação de sementes de pau-de-balsa (*Ochroma pyramidale* (cav. Ex Lamb.) Urb.), verificaram que a esscarificação manual e a imersão em água durante seis horas promoveram maior velocidade de germinação.

Em estudos sobre superação de dormência de sementes de cajá (*Spondias lutea* L.), Firmino et al. (1997) testando diferentes tipos de esscarificação nas regiões proximal, distal e em ambas as regiões em relação ao eixo embrionário, constataram que a esscarificação na região proximal ao embrião foi mais eficaz, proporcionando maior velocidade de emergência, seguido da esscarificação em ambas as regiões.

Veiga et al. (1999), testando métodos para quebrar a dormência de sementes de angelim-pedra (*Hymenolobium excelsum* Ducke), chegaram a conclusão de que o corte de uma pequena porção do tegumento foi o melhor tratamento para promover a germinação da semente da espécie, no entanto recomenda a imersão em água, que é um eficiente método, devido ao baixo custo.

Segundo trabalhos realizados por Rocha et al. (1999), a escarificação mecânica com desposte da semente em uma extremidade; nas duas extremidades; e a escarificação com ácido sulfúrico por 30 minutos, são eficientes para superar a dormência das sementes de fava arara-tucupi (*Parkia multijuga* Benth.).

A imersão das sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong., em água à temperatura ambiente, não se mostrou efetiva na quebra de dormência dessa espécie (Eira et al. 1993), sendo recomendado para esta espécie a imersão em ácido por 5', podendo atingir 90% de germinação.

A embebição de sementes de cajá em água à temperatura ambiente, nos períodos de 2, 4, e 6 horas, não foi significativa para acelerar e uniformizar a emergência dessas sementes (Firmino et al. 1997).

Segundo conclusões de Martins et al. (1992), sementes de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth) depois de retirada a casca (sementes nuas), tiveram uma germinação significativamente maior e mais rápida que as sementes com casca.

A dormência é uma característica presente nas sementes de glícia ou mirindiba-doce (*Glycidendron amazonicum* Ducke) e Cuiarana-de-carçoço (*Buchenavia huberi* Ducke), pertencentes aos táxons Euforbiaceae e Combretaceae, respectivamente (Corrêa, 1984). A germinação das sementes dessas espécies, por ser muito lenta e desuniforme, devido à impermeabilidade do tegumento, constitui-se um dos grandes problemas à produção de mudas e estabelecimento de plantios, limitando a utilização dessas espécies em programas de reflorestamentos regionais.

Em virtude disto e devido serem espécies florestais de importância ecológica e silvicultural para a região amazônica, o conhecimento sobre o mecanismo de superação da dormência de sementes dessas espécies torna-se necessário para a tecnologia de sementes e para a silvicultura em geral.

Com esta pesquisa procurou-se determinar as técnicas mais adequadas de superação de dormência de sementes de glúcia e cuiarana-de-carço, que possam servir como indicativo de uma melhor germinação.

## MÉTODOS.

As sementes utilizadas para o estudo foram coletadas em árvores matrizes existentes na Floresta Nacional do Tapajós e no Campo Experimental de Belterra – PA, áreas pertencentes, respectivamente, ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - Ibama e a Embrapa Amazônia Oriental.

O experimento foi realizado no Laboratório de Sementes Florestais da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, PA. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado e testados nove tratamentos para glúcia e treze para cuiarana-de-carço, utilizando-se quatro repetições de 25 sementes para ambas as espécies. Foram testados os seguintes tratamentos, conforme relacionados a seguir:

Tratamentos para sementes de glúcia:

T1 – Testemunha

T2 – Imersão em ácido sulfúrico por 10'

T3 – Imersão em ácido sulfúrico por 30'

T4 – Retirada do pericarpo

T5 – Retirada do pericarpo e tegumento

T6 – Escarificação no pólo germinativo

T7 – Imersão em água à temperatura ambiente por 24 h

T8 – Imersão em água a 80°C por 10' mais 24 h em água

T9 – Punção com ferro quente no pólo germinativo

Tratamentos para sementes de cuiarana-de-carçoço

T1 – Testemunha

T2 – Retirada do pericarpo e tegumento

T3 – Ausência de luz

T4 – Imersão em ácido sulfúrico por 10'

T5 – Imersão em ácido sulfúrico por 20'

T6 – Imersão em ácido sulfúrico por 30'

T7 – Escarificação no pólo germinativo

T8 – Escarificação no pólo germinativo e punção com ferro quente

T9 – Imersão em água a 80oC por 5'

T10 – Imersão em água a 80oC por 10'

T11 – Imersão em água a 80oC mais 24 h em água

T12 – Imersão em água a 80oC por 10' mais 24 h em água

T13 – Imersão em água à temperatura ambiente, durante 24 h.

Para os tratamentos com ácido sulfúrico concentrado 96%, foi utilizada a relação 1:1 (ácido: sementes). Decorridos os períodos de exposição no ácido, as sementes foram retiradas deste e submetidas a sucessivas lavagens em água corrente.

Com relação aos tratamentos de escarificação mecânica, o pericarpo das sementes de ambas as espécies foi desgastado, utilizando-se esmeril elétrico.

A retirada do pericarpo foi efetuada por meio de leves pressões nos frutos, usando-se uma prensa, que facilitou a abertura dos mesmos e a liberação das amêndoas.

A remoção do tegumento foi feita manualmente, com auxílio de uma pinça metálica de ponta reta.

Na punção com ferro quente, empregou-se um soldador elétrico número um, o qual foi inserido na região da radícula, tendo-se a precaução para não atingir a amêndoa.

Após os tratamentos, as sementes foram colocadas em bandejas de plástico, que tiveram como substrato areia e vermiculita, na proporção de 1:1 (glúcia) e dois de areia e um serragem (cuiarana-de-carço). Os ensaios foram instalados em germinadores à temperatura de 25°C constante para glúcia e à temperatura alternada de 30°C (dia) e 22°C (noite) para cuiarana, com ajuste de 90% de umidade relativa.

O número de sementes germinadas foi anotado diariamente para avaliação da porcentagem (PG) e do índice de velocidade de germinação (IVG), considerando como germinadas as sementes que emitiram radículas.

Para o cálculo do índice de velocidade de germinação foi utilizada a fórmula sugerida em Throneberry & Smith (1955):

$$IVG = \sum n_i (1/i), \text{ onde}$$

$n_i$  = número de sementes germinadas no dia  $i$ ,

$i = 1, 2, \dots n$ . No caso de glúcia, as avaliações foram concluídas em 75 dias ( $n = 75$ ) e no caso de cuiarana-de-carço as observações foram concluídas em 80 dias após a semeadura ( $n = 80$ ).

A comparação entre as médias relativas ao índice de velocidade de germinação foi feita pelo teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade. Os dados do índice e da porcentagem de germinação utilizada para análises estatísticas para ambas as espécies não foram submetidos a nenhuma transformação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Tabelas 1 e 2 contêm os resultados médios de índice de velocidade de germinação e o teste de comparação de médias para o caráter IVG, porcentagem de germinação e o período de germinação, respectivamente, de sementes de glícia e cuiarana-de-carço, após os diferentes tratamentos pré-germinativos.

TABELA 1. Médias de índice de velocidade de germinação (IVG), período e porcentagem de germinação de sementes de Glícia.

Tratamentos	IVG	Período de germinação (DAS)*		% Germinação
		Início	Término	
Retirada do pericarpo e tegumento (T5)	0.9490 a	17	42	98
Retirada do pericarpo (T4)	0.3205 b	30	73	59
Imersão em água por 24 h (T7)	0.2319 bc	38	72	14
Punção com ferro quente no pólo germinativo (T9)	0.0968 bc	37	72	21
Testemunha (T1)	0.0943 bc	40	75	21
Escarificação no pólo germinativo (T6)	0.700 bc	31	72	15
Imersão em ácido sulfúrico por 10' (T2)	0.000 c	0	0	0
Imersão em ácido sulfúrico por 30' (T3)	0.000 c	0	0	0
Imersão em água a 80oC por 10' +24 h em água (T8)	0.000 c	0	0	0

\* Dias após a semeadura.

As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 1%.

Nas Figuras 1 e 2, constam, respectivamente, as curvas de germinação de sementes de glícia e cuiarana-de-carço, relativas aos tratamentos pré-germinativos ao longo do período de execução desta pesquisa.

TABELA 2. Médias de índices de velocidade de germinação (IVG), período e porcentagem de germinação de sementes de *Buchenavia huberi* Ducke "cuiarana de caroço".

Tratamentos	IVG	Período de germinação (DAS)*		% Germinação
		Início	Término	
Retirada do pericarpo (T2)	1.0967 a	10	39	100
Escarificação no pólo germinativo mais punção (T8)	0.6270 b	22	75	60
Imersão em água à temperatura ambiente por 24 h (T13)	0.4623 b	26	74	75
Testemunha (T1)	0.4551 b	26	60	77
Ausência de luz (T3)	0.4449 b	27	68	76
Escarificação no pólo germinativo (T7)	0.4238 b	26	68	43
Imersão em água a 80 °C por 5+ 24 h em água à temperatura ambiente (T11)	0.1558 c	26	74	26
Imersão em ácido sulfúrico por 10'(T4)	0.1436 c	27	68	27
Imersão em água a 80 °C por 10'+24 h em água à temperatura ambiente (T12)	0.1432 c	32	62	16
Imersão em água a 80 °C por 5'(T9)	0.1258 c	34	66	25
Imersão em ácido sulfúrico por 20'(T5)	0.1200 c	27	66	22
Imersão em água a 80 °C por 10'(T10)	0.0577 c	38	75	12
Imersão em ácido sulfúrico por 30'(T6)	0.0486 c	26	70	9

\* Dias após a semeadura.

As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 1%.

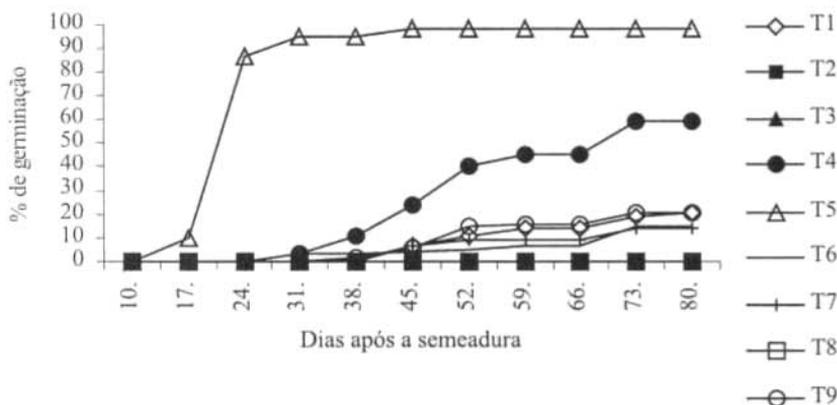


Figura 1. Germinação de sementes de Glícia em função dos tratamentos pré-germinativos, ao longo da execução do ensaio.

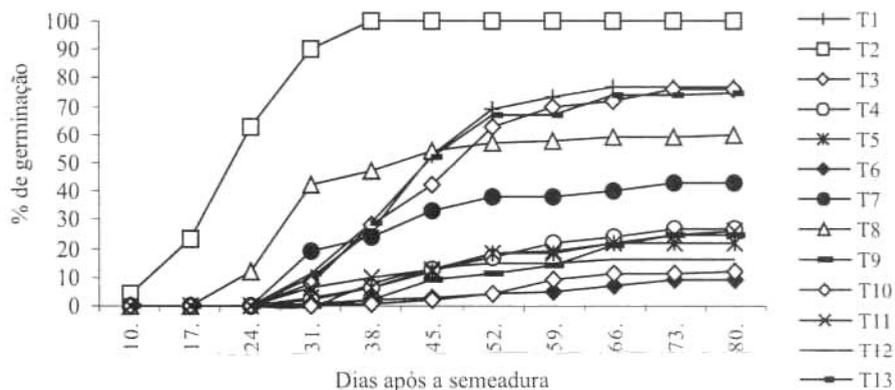


Figura 2. Germinação de sementes de cuiarana-de-carço em função dos tratamentos pré-germinativos, ao longo da execução do ensaio.

Analisando a Tabela 1, verifica-se que os melhores resultados de índice de velocidade de germinação e o poder germinativo das sementes de glícia ocorreram para o tratamento T5, no qual houve a retirada do tegumento e pericarpo. Para este tratamento, o resultado de IVG foi de 0.9490, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos, ao nível de 1% de probabilidade. Observou-se que neste tratamento, o poder germinativo foi elevado, atingindo 98% de germinação, iniciando aos 17 dias após a semeadura e estendendo-se até os 42 dias, estabilizando-se a partir desse período (Figura 1). Isto se deve, possivelmente, à resistência que o pericarpo, associado ao tegumento, oferece à absorção de água pelo embrião. Este fato é confirmado por Martins et al. (1992), que também obtiveram uma germinação significativamente maior e mais rápida depois da retirada da casca das sementes sabiá.

Para as sementes de glícia que não receberam nenhum tratamento (T1), o percentual de germinação foi de 21%, comprovando o impedimento tegumentar da germinação sem aplicação de tratamentos especiais. Para este tratamento, a germinação iniciou aos 40 DAS paralisando aos 75 DAS (Figura 1). De acordo com

Rodrigues et al. (1990), a causa dessa dormência pode ser devido a vários fatores como a impermeabilidade do tegumento à água e a gases, imaturidade do embrião, presença de inibidores ou ausência especialil de luz ou ainda temperatura.

Com relação aos tratamentos (T2 e T3) utilizando ácido sulfúrico, é provável que no tempo de 10' e 30' esse produto tenha sido prejudicial, causando injúria às sementes e, conseqüentemente, provocando a morte do embrião. Embora Rodrigues et al. (1990) tenham apontado o uso da escarificação química com ácido sulfúrico concentrado como um dos tratamentos pré-germinativos mais eficazes para eliminar a dormência estrutural em sementes de diferentes espécies, esta não foi confirmada nesta pesquisa. Do mesmo modo, no tratamento com água a 80°C por 10' mais 24 h em água temperatura ambiente (T8), as sementes não suportaram essa temperatura, não promovendo a germinação. No tratamento no qual as sementes foram colocadas em água em condições normais de temperatura durante 24 h (T7) a germinação ocorreu, porém atingindo baixos valores (Tabela 1). Neste tratamento, provavelmente a camada resistente do tegumento tornou-se menos espessa, provocando a hidratação dos tecidos internos e, portanto, favorecendo a germinação. Varela & Aquino (1986/87) também não obtiveram bons resultados de germinação de sementes de faveira-araracupí (*Parkia decussata* Ducke), com os tratamentos de imersão em água durante 24 horas à temperatura ambiente.

Os tratamentos T1, T6, T7 e T9 não diferiram estatisticamente entre si. Estes resultados atribuem-se ao pericarpo das sementes de glícia ser muito rígido, seu rompimento, dificultando a absorção de água e a emissão da radícula.

As sementes de glícia das quais foram retirados apenas o pericarpo (T4), permanecendo intacto o tegumento, apresentaram um percentual germinativo (59%) até certo ponto aceitável, porém o início da germinação ocorreu somente aos 30 DAS de maneira desuniforme e prolongou-se até o 72<sup>o</sup> DAS (Tabela 1 e Figura 1).

O índice de velocidade de germinação das sementes de cuiarana para o tratamento T2 (retirada do pericarpo) foi o que apresentou melhor resultado, cujas sementes germinaram em sua totalidade. Neste tratamento, a germinação iniciou aos 10 DAS reduzindo assim o período germinativo, comparado ao das testemunhas (Tabela 2). Confirmando afirmações de Burin (1979), de que a impermeabilidade do tegumento à água que é um dos tipos de dormência de sementes mais comuns, em virtude da presença de casca dura e do mecanismo que impede o movimento da água através do tegumento. Segundo Martins et al. (1992), da mesma forma obtiveram germinação de sementes nuas de sabiá significativamente maior e mais rápida que as sementes com casca.

Os tratamentos T1, T3 e T13, apesar de apresentarem resultados satisfatórios em termos de poder germinativo de sementes de cuiarana-de-caroço, a germinação inicial demorou a ocorrer, quando comparada a do tratamento T2, porém o período de germinação foi muito prolongado, fato este que afastou a possibilidade de utilização desses tratamentos alternativos (Figura 2).

Firmino et al. (1997), submetendo sementes de cajá (*Spondias Lutea* L.) em água, à temperatura ambiente, durante duas, quatro, seis horas, não obtiveram resultados significativos para acelerar e uniformizar a emergência dessas sementes, a exemplo do tratamento T13 testado nesta pesquisa, ao qual as sementes de cuiarana-de-caroço ficaram imersas em água à temperatura ambiente por um período mais prolongado. Esse fato foi atribuído à baixa eficiência deste tratamento para provocar o rompimento do pericarpo, visto que foram encontradas muitas sementes duras por ocasião do término do ensaio de germinação.

Por ser a escarificação mecânica com uso de esmeril elétrico um método que requer cuidados, o tratamento T7 deve ter causado danos à semente, afetando a germinação.

Os demais tratamentos tiveram alguma influência na germinação, todavia a velocidade e o poder germinativo foram considerados baixos e de forma irregular (Tabela 2).

## CONCLUSÕES

A retirada do pericarpo juntamente com o tegumento foi o tratamento mais eficiente para superar a dormência de sementes de glícia, porém requer maiores custos operacionais e é de difícil utilização para grandes lotes de sementes.

A escarificação química com ácido sulfúrico não é eficaz para promover a germinação de sementes de glícia, causando danos ao embrião.

A extração da semente pela eliminação do pericarpo é o tratamento capaz de permitir a redução do período inicial de germinação e a obtenção da máxima porcentagem de germinação das sementes de cuiarana-de-carço.

Há necessidade de desenvolver um processo para aprimorar a retirada do pericarpo das sementes de cuiarana, visto que muitas sementes são danificadas na ocasião da extração.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2.ed. New York: Plenum Press, 1986. 367p.
- BIANCHETTI, A.; RAMOS, A. **Quebra de dormência de sementes de quapuruvu (*Schizolobium parahyba* (Vellozo) Blacke)**. Curitiba:Embrapa-URPFCS, 1980.100p. (Embrapa-URPFCS. Boletim de Pesquisa, 1).
- BURIN, M.E. **Regulação química da dormência endógena de sementes de *Stylosanthes humilis* H.B.K.** 1979. 51f. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- CORREIA, M.P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: SIA, 1984. v.5.
- EIRA, M.T.S.; FREITAS, R.W.A.de; MELO, C.M.C. **Superação da dormência de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. – Leguminosae**. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.15, n.2, p.177-180, 1993.
- FIRMINO, J.L.; ALMEIDA, M.C.; TORRES, S.B. **Efeito da escarificação e da embebição sobre a emergência e desenvolvimento de plântulas de cajá (*Spondias lutea* L.)**. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.19, n.1, p.125-128, 1997.
- LABOURIAU, L.F.G. **A germinação de sementes**. Lima: OEA, 1983. 173p.
- MARTINS, C.C.; CARVALHO, N.M. de ; OLIVEIRA, A.P. **Quebra de dormência de sementes de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth)**. **Revista Brasileira de Sementes**, v.14, n.1, p.5-8, 1992.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1997. p.75-95.
- ROCHA, S. de F.R.; OHASHI, S.T.; LEÃO, N.V.M.; SIQUEIRA, J.V.C. **Método para superação de dormência de fava arara tucupi (*Parkia multijuga* Benth.) leguminosae - mimossoideae**. In: SIMPÓSIO SILVICULTURA NA AMAZÔNIA ORIENTAL: Contribuições do Projeto Embrapa/DFID, 1999, Belém. **Resumos expandidos**. Belém: Embrapa-CPATU: DFID, 1999. p.261-264. (Embrapa-CPATU. Documentos, 123).

- RODRIGUES, E.H.A.; AGUIAR, I.V.; SADER, R. Quebra de dormência de sementes de três espécies do Gênero *Cássia*. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.12, n.2, p.17-27. 1990.
- SANTARÉM, E.R.; AQUILA, M.E.A. Influência de métodos de superação de dormência e do armazenamento na germinação de sementes de *Senna macranthera* (Colladon) Irwin & Barneby (leguminosae). **Revista Brasileira de Sementes**, v.17, n.2, p.205-209, 1995.
- VARELA, V.P.; AQUINO, P.A.N. Tratamentos pré-germinativos em sementes de espécies florestais. III. Faveira-arara-tucupi (*Parkia decussata* Ducke) – leguminosae. **Acta Amazonica**, Manaus, v.16/17, p.557-562, 1986/87.
- VARELA, V.P.; FERRAZ, I.D.K. Germinação de sementes de pau-de-balsa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.10, p.1685-1689, 1991.
- VEIGA, D.F. da; LEÃO, N.V.M.; CARVALHO, J.E.U. de. Métodos para superar a dormência de sementes de angelim da mata (*Hymelolobium excelsum* Ducke) Fabaceae Papilionoideae. In: SIMPÓSIO SILVICULTURAL NA AMAZÔNIA ORIENTAL: contribuições do Projeto Embrapa/DFID,. 1999. Belém. **Resumos expandidos**. Belém: Embrapa-CPATU: DFID, 1999. p.274-277. (Embrapa-CPATU. Documentos, 123).

# FUNGOS DETECTADOS EM SEMENTES DE ESPÉCIES FLORESTAIS DA AMAZÔNIA

Ruth Linda Benchimol; Noemi Vianna Martins Leão;  
José Edmar Urano de Carvalho; Eniel David Cruz



## INTRODUÇÃO

As sementes, como unidades propagativas da maioria das espécies florestais comerciais, tem como fator limitante sua condição fitossanitária. Isso se deve ao fato de que a ocorrência de patógenos pode reduzir a germinação e o vigor da semente, além de reduzir sua longevidade sob armazenamento (Machado, 1988; Menten, 1995).

Estudos preliminares sobre a germinação de sementes de 17 espécies florestais nativas da Amazônia, realizados no Laboratório de Sementes Florestais da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, PA, evidenciaram a presença de fungos não-identificados prejudicando a germinação de sementes de anani, mogno, taxi-branco, tatajuba e ucuúba-de-terra-firme, entre outras.

Testes de sanidade feitos em espécies florestais (Carneiro, 1987) incluindo espécies nativas da Amazônia, como maçaranduba (*Manilkara huberi* Ducke Stand) e tatajuba (*Bagassa guianensis* Aubl.), detectaram fungos dos gêneros *Fusarium*, *Alternaria*, *Curvularia*, *Pestalotia* e *Botryodiplodia*, considerados como possíveis patógenos de espécies florestais

Considerando a pouca informação sobre a sanidade de sementes de um grande número de espécies florestais nativas da Amazônia, há necessidade de se conduzir pesquisas no sentido de detectar possíveis patógenos. Nesse sentido, o principal objetivo deste trabalho foi detectar, em nível de gênero, a microflora presente em sementes de espécies florestais nativas da Amazônia, visando detectar fungos prejudiciais à germinação e ao armazenamento

de sementes e subsidiar a determinação futura de padrões de tolerância aos principais patógenos presentes nas espécies florestais consideradas de maior valor econômico.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os testes foram conduzidos no Laboratório de Sementes Florestais da Embrapa Amazônia Oriental/DFID (Department For International Development), em Belém, PA.

Sementes de espécies florestais nativas foram coletadas nos campos experimentais da Embrapa Amazônia Oriental, localizados em Paragominas, Belterra e Belém, PA, e avaliadas em relação à presença de fungos, por meio de amostras de diferentes tamanhos (Tabela 1). Antes da realização dos testes, as sementes foram pré-tratadas com NaClO (1%) durante cinco minutos, e colocadas em placas de Petri de 16 cm de diâmetro, contendo meio de Batata-Dextrose-Ágar (BDA). A incubação foi feita sob luz negra, em regime alternado de luminosidade (doze horas claro/doze horas escuro) e temperatura de  $24 \pm 2$  °C, por períodos variáveis entre dois a dez dias de incubação.

TABELA 1. Espécies florestais e número de sementes por amostra utilizado para os testes de sanidade.

Nome comum	Nome científico	Nº sementes/ amostra	Nº sementes/ placa
Anani	<i>Symphonia globulifera</i> L. F.	144	12
Maçaranduba	<i>Manilkara huberi</i> (Ducke) Standl.)	120	12
Mogno	<i>Swietenia macrophylla</i> King	120	12
Morototó	<i>Didymopanax morototoni</i> Aubl.	120	12
Parapará	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) Don.	300	15
Tatajuba	<i>Bagassa guianensis</i> Aubl.	300	15
Taxi-branco	<i>Sclerolobium paniculatum</i> Vog.	144	12
Ucuúba-de-terra-firme	<i>Virola melinonii</i> Benth	48	6

As avaliações foram feitas com auxílio de microscópio estereoscópico e microscópio óptico, determinando-se o percentual de fungos nas sementes e identificando-se, em nível de gênero, os fungos detectados.

Para o cálculo do percentual de infestação total no lote de sementes (Figura 1), utilizou-se como base o total de sementes na amostra (Tabela 1). Para o cálculo do percentual de infestação por diferentes gêneros de fungos em cada espécie (Figuras 2 a 9), utilizou-se como base a quantidade de sementes infestadas pelo fungo, por placa (Tabela 1).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A sanidade de um lote de sementes pode ser determinada pelo que se chama de padrão de tolerância, que é o grau máximo de infecção por um determinado patógeno que um lote pode apresentar. Os padrões de tolerância para culturas como algodão, soja e arroz, por exemplo, variam de 0,1% a 10% (Soave & Moraes, 1987).

Embora os padrões de tolerância aos principais patógenos ainda não estejam definidos para a grande maioria das espécies florestais, o percentual de fungos presente nas sementes das espécies analisadas foi alto, considerando-se a totalidade da microflora presente nas sementes analisadas (Figura 1). De um modo geral, as sementes com maior percentual de contaminação foram as de anani e mogno, que apresentaram infestação superior a 70%, seguidas de maçaranduba, morototó, tatajuba, taxi-branco e ucuúba-de-terra-firme, com percentuais de infestação abaixo de 50% e, finalmente, de parapará, com infestação inferior a 10%.

As sementes de maçaranduba e parapará apresentaram apenas um gênero de fungo cada (Figuras. 3 e 6), enquanto que as sementes de morototó apresentaram a maior diversidade na microflora, com doze gêneros diferentes de fungos (Figura 5).

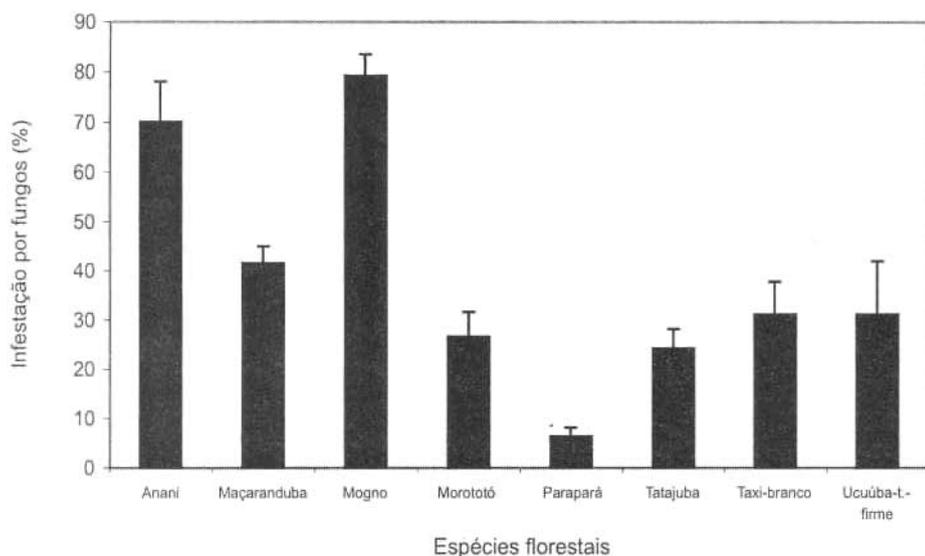


Figura 1. Porcentual de infestação por fungos em sementes de espécies florestais nativas da Amazônia.

*Symphonia globulifera*

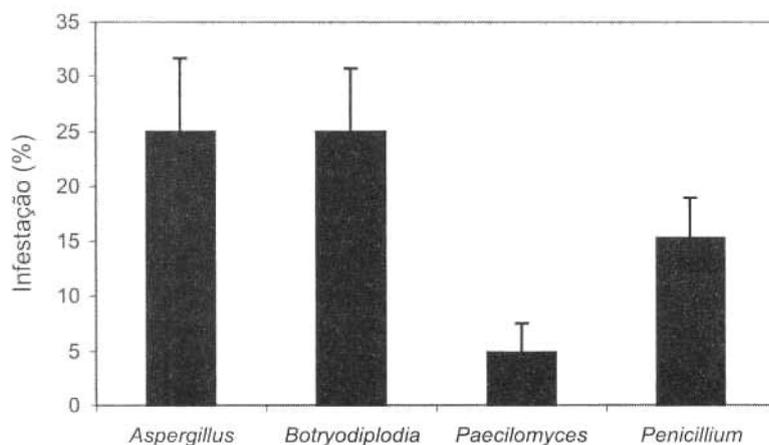


Figura 2. Microflora fúngica em sementes de anani (*S. globulifera*).

*Manilkara huberi*

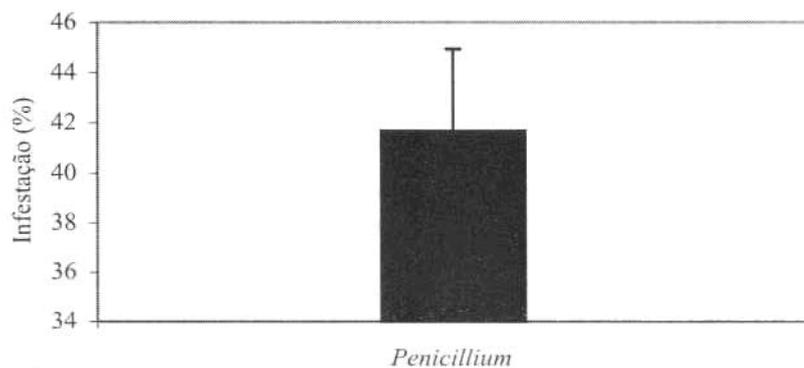


Figura 3. Microflora fúngica em sementes de maçaranduba (*M. huberi*).

*Swietenia macrophylla*

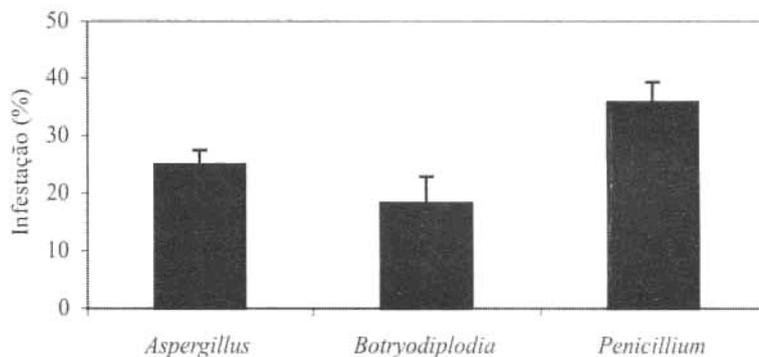


Figura 4. Microflora fúngica em sementes de mogno (*S. macrophylla*).

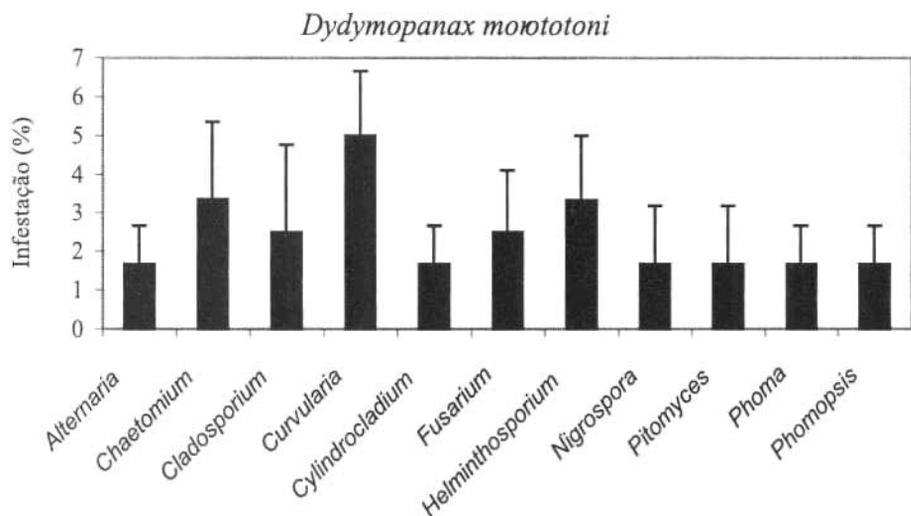


Figura 5. Microflora fúngica em sementes de morototó (*D. morototoni*).

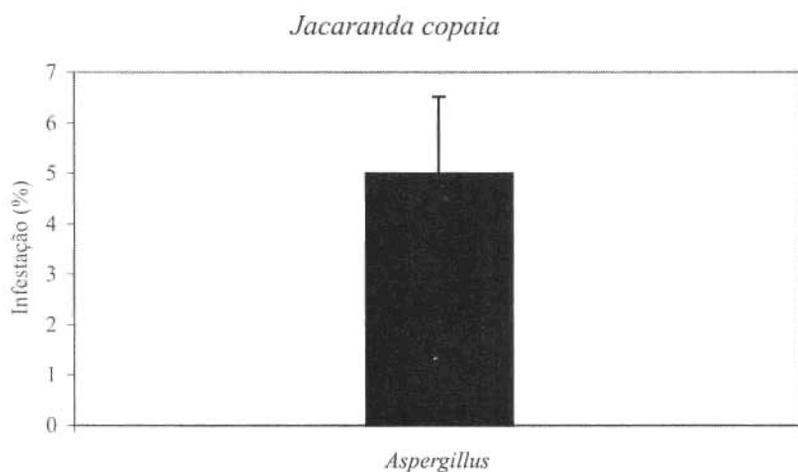


Figura 6. Microflora fúngica em sementes de parapará (*J. copaia*).

*Bagassa guianensis*

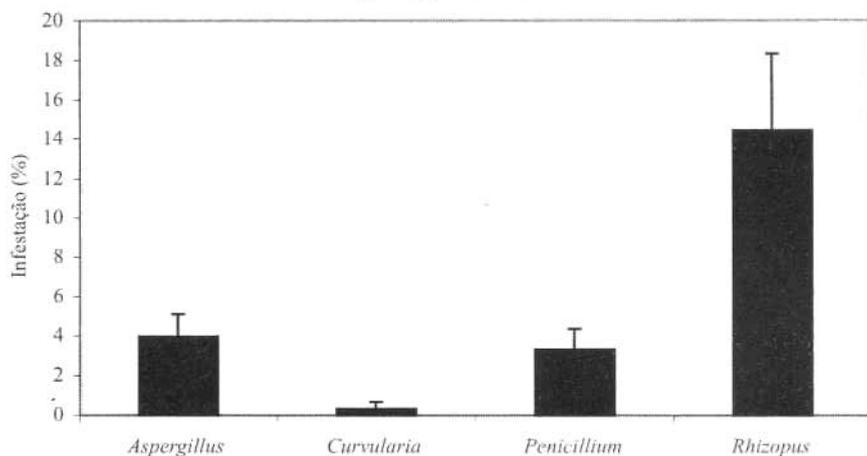


Figura 7. Microflora fúngica em sementes de tatajuba (*B. guianensis*).

*Sclerobium paniculatum*

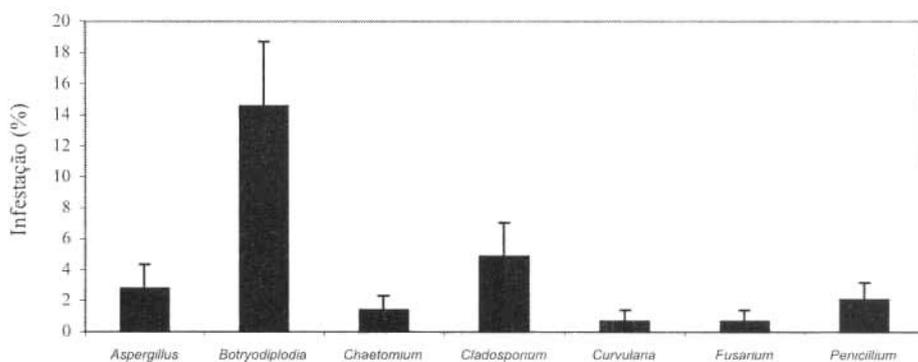


Figura 8. Microflora fúngica em sementes de taxi-branco (*S. paniculatum*).

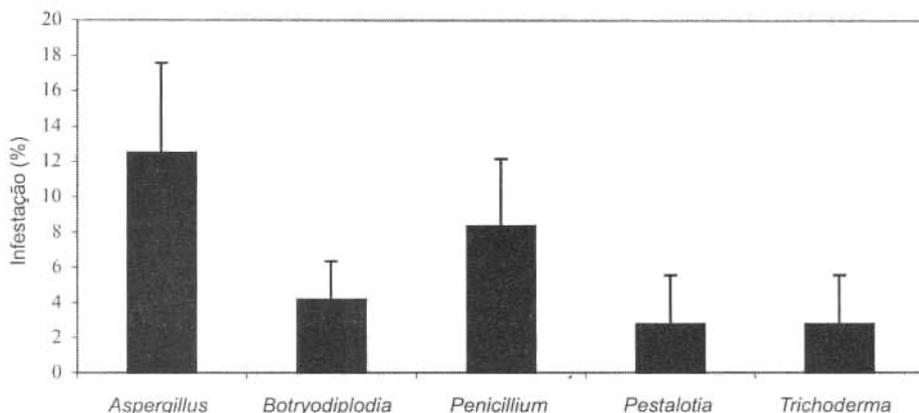
*Virola melinonii*

Figura 9. Microflora fúngica em sementes de ucuúba de terra firme (*V. melinonii*).

Um problema muito comum em sementeiras de espécies florestais é a doença conhecida como *damping-off*, ou tombamento, que pode matar a semente no período de germinação ou a plântula recém-emergida (Ferreira, 1989; Carneiro, 1987). Alguns gêneros de fungos detectados nas sementes de morototó, tatajuba e taxi branco, como *Fusarium*, *Cylindrocladium* (Figura 5) e *Curvularia* (Figuras 5, 7 e 8), são agentes causais dessa doença. Há registro de *Cylindrocladium kyotensis* (Nunes et al. 1991) causando sintomas de queima de folhas em plantas adultas de morototó e cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd ex Spreng) Schum).

Os gêneros *Cylindrocladium* e *Botryodiplodia* estão associados à doença conhecida como *die-back*, ou morte descendente, em várias espécies florestais (Ferreira, 1989). O gênero *Botryodiplodia* foi detectado nas sementes de anani, mogno, taxi branco e tatajuba (Figuras 2, 4, 7 e 9).

As sementes também estão sujeitas ao ataque de microorganismos na fase de armazenamento, em que o teor adequado de umidade na semente e a condição intacta do seu tegumento, além do controle dos fatores ambientais como umidade, temperatura, período de armazenamento e impurezas, entre outros, contribuem para que não haja prejuízo da qualidade de um lote de sementes armazenado (Neergard, 1977). Os gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*, considerados fungos de armazenamento, foram detectados em todas as espécies analisadas, exceto em maçaranduba e morototó, para o primeiro, e em morototó e parapará, para o último (Figuras 2 a 9). Esses fungos possuem alta capacidade de adaptação a ambientes com baixa umidade (Wetzel, 1987), podendo acarretar danos consideráveis às sementes.

## CONCLUSÕES

As sementes das espécies florestais analisadas apresentaram microflora diversificada, incluindo gêneros de fungos potencialmente patogênicos, como *Botryodiplodia*, *Cylindrocladium* e *Fusarium*, entre outros.

As espécies *M. huberi* e *J. copaia* apresentaram apenas os gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* em suas sementes, respectivamente.

A espécie *D. morototoni* apresentou maior diversidade na microflora entre as espécies analisadas, com doze gêneros de fungos presentes em suas sementes.

Os gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* foram detectados nas sementes de, respectivamente, sete e cinco das oito espécies analisadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARNEIRO, J.S. Testes de sanidade de sementes de essências florestais. In: SOAVE, J. WETZEL, M.V.da S. **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.386-394.
- FERREIRA, F.A. **Patologia florestal**: principais doenças florestais no Brasil. Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais, 1989. 570p.
- MACHADO, J. da C. **Patologia de sementes**: fundamentos e aplicações. Brasília: Ministério da Educação; Lavras: ESAL: FAEPE, 1988. 107p.
- MENTEN, S.O.M. Situação atual e perspectivas da patologia de sementes no Brasil. In: **Patógenos de sementes**: detecção, danos e controle químico. São Paulo: CIBA AGRO, 1995. p.21-36.
- NEERGARD, P. **Seed pathology**. London: The MacMillan, 1979. v.1.
- NUNES, A.M.L.; ALBUQUERQUE, F.C.; STEIN, R.L.B. Ocorrência de *Calonectria/Cylindrocladium kyotensis* em cupuaçuzeiro e morototozeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v.16, n.2, p.36, 1991.
- SOAVE, J.; MORAES, S.A. Medidas de controle das doenças transmitidas por sementes. In: SOAVE, J.; WETZEL, M.V. da S. **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.192-259.
- WETZEL, M.M.V.S. Fungos do armazenamento. In: SOAVE, J.; WETZEL, M.V. da S. **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.260-312.

## Parte 4 - Ecologia de Plântulas

# BANCO DE SEMENTES DE UMA FLORESTA TROPICAL ÚMIDA NO MUNICÍPIO DE MOJU, PA

José do Carmo Alves Lopes; Timothy Charles Whitmore;  
Nicholas David Brown; Stephen Bennett Jennings

## INTRODUÇÃO

A dinâmica da floresta tropical úmida é regida por perturbações naturais (Pickett & White, 1985; Whitmore & Burslem, 1998), e, dentro deste intrincado processo, faz parte também o banco de sementes existente no solo. A sua importância está diretamente ligada ao prosseguimento da sucessão florestal nas áreas perturbadas naturalmente, muito freqüentes nas florestas tropicais úmidas. O efeito da abertura do dossel promove uma mudança do microambiente no piso da floresta: um aumento da radiação solar (Chazdon & Fetcher, 1984; Brown, 1993), de temperatura (Brown, 1993), e (possivelmente) de umidade do solo (Vitousek & Denslow, 1986), e uma diminuição de umidade relativa do ar (Jennings, 1997). O resultado dessas mudanças é um rápido preenchimento dessas clareiras. Esses preenchimentos ocorrem a partir de três processos: i) banco de plântulas já presente por ocasião da formação da clareira; ii) plântulas originadas a partir de sementes disseminadas após a clareira formada; iii) plântulas originadas a partir do banco de sementes no solo.

O presente estudo está direcionado para o terceiro processo, o banco de sementes no solo da floresta tropical úmida. Em geral, o banco de sementes de florestas tropical úmida é dominado por espécies arbóreas (Garwood, 1989). As espécies mais encontradas no banco de sementes são as pioneiras, as quais para germinarem e se estabelecerem necessitam de luz solar direta (Swaine & Whitmore, 1988; Whitmore, 1989). A germinação de várias espécies tem sido encontrada por estímulos de condições microambientais nas clareiras, por exemplo o aumento da proporção da radiação vermelho: vermelho distante (Vazques-Yanes & Smith, 1982). Essas espécies geralmente apresentam características de rápido cresci-

mento, alta produção e dispersão de sementes, entre outras (Swaine & Whitmore, 1988). Existe evidência de variação na persistência no solo das sementes das espécies pioneiras. Por exemplo, sementes de duas espécies do gênero *Cecropia* mostraram pouca redução na viabilidade em um período de 54 e 40 meses, respectivamente (Holthuijzen & Boerboom, 1982), entretanto quando sementes de *Cecropia obtusifolia* foram expostas a patógenos e predadores de sementes, apenas 2% sobreviveram por mais de um ano (Alvaréz-Buylla & Matinéz-Ramos, 1990). Por outro lado, sementes de *Jacaranda copaia* germinaram na sombra e nenhuma permaneceu viável por mais de 78 dias (Viana, 1989), mas essa mesma espécie requer pelo menos 3,4 mol/m<sup>2</sup>/dia para o seu estabelecimento (Jennings, 1997).

O banco de sementes se constitui em uma importante informação ecológica, pois a partir de seu conhecimento mostra com antecedência as mudanças que podem ocorrer em função de diferentes tipos de perturbações na floresta. Constitui-se, também, como de grande importância para o manejo e a conservação, assim como para a reabilitação das florestas tropicais úmidas (Hopkins et al. 1990).

Em termos de Amazônia, ainda existem poucas informações referentes a estudos que tratem sobre banco de sementes, e, dentre essas, destacam-se trabalhos desenvolvidos por Vieira (1996) e Araújo (1998). Esta pesquisa objetiva conhecer as espécies que formam o banco de sementes em uma floresta tropical, localizada no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Oriental, no município de Moju, PA.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Descrição da área (Segundo Santos et al. 1985)

A área de pesquisa de 200 hectares está localizada no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Oriental, município de Moju-PA. A área total desse campo é de 1.050 hectares, situada entre as coordenadas geográficas 02° 08' 14" - 02° 12' 26" de latitude sul e 48° 47' 34" - 48° 48' 14" de longitude a oeste de Greenwich. O município de Moju está distante de Belém 117 km em linha reta.

O clima da região é Amí, segundo a classificação de Köppen (Nascimento & Homma, 1984). A temperatura média anual oscila entre 25° C e 27° C. A precipitação pluviométrica anual varia de 2.000 mm a 3.000 mm, com distribuição irregular, tendo pequeno período seco. A insolação mensal varia entre 148,0 h e 275,8 h, e os valores mais elevados ocorrem no período de junho a dezembro, apresentando estreita relação com a precipitação.

O relevo da área é plano e, nos pequenos desnivelamentos que apresenta, o declive varia de 0 a 3%. O solo predominante na área é o Latossolo Amarelo com diferentes texturas, ocorrendo também solos Podzólicos Vermelho-Amarelos, Glei Pouco Úmico e Plintossolos.

A cobertura florestal da área é formada por árvores com o porte variando de 25 a 35 m de altura. As copas são grandes, de formas irregulares. O sub-bosque é denso, com presença de algumas palmeiras. As espécies mais importantes encontradas na formação da cobertura florestal são: acapu (*Vouacapoua americana* Aubl.), maçaranduba (*Manilkara huberi* Ducke), matamatá (*Eschweilera* sp.), quaruba (*Vochysia guianensis*), angelim (*Dinizia excelsa* Ducke), sucupira (*Diploptropis* sp) e louro (*Ocotea* sp).

De acordo com moradores locais, ocorreu no passado exploração das espécies *Manilkara huberi* Ducke para extração de látex, e *Vouacapoua americana* Aubl. para produção de moirões.

## Coleta de dados e análises

Para a realização do estudo, foram demarcados dois blocos de 4 hectares (100 m x 400 m), sendo um em uma área experimental de 200 ha, que foi denominado de área 1, que seria explorada em 1995, e o outro localizado a uma distância aproximada de 1.000 m desta, denominado de área 2. A demarcação das duas áreas obedeceu à abertura de uma linha base de 400 m no sentido leste, onde a cada 20 m foi colocado um piquete etiquetado, com sua respectiva distância ao longo da extensão dos 400 m. Para a

localização dos pontos onde seriam coletadas as amostras de solo, foram utilizados para cada área, 60 pares de coordenadas de 0-400 m no sentido leste, e de 0-100 m no sentido sul. Nos pontos demarcados, foram coletadas 120 amostras de solo, com área de 0,50 m x 0,50 m e profundidade de 3 cm (Anexo 1). As amostras foram coletadas em novembro de 1994.

O procedimento adotado nas coletas das amostras foi retirar todo o material existente na superfície e, com uma pá de jardineiro, coletar apenas o solo mineral até a profundidade estabelecida. O solo coletado de cada amostra foi colocado em um saco de plástico de 10 kg, no qual era identificada a área de origem e o número da amostra correspondente. Após a coleta, as 120 amostras com suas respectivas identificações, foram distribuídas aleatoriamente em 140 espaços de 0,50 m x 1 m, preenchidos previamente com areia até uma altura de 1,5 cm, dispostos em cinco canteiros de 1 m x 14 m, cada um coberto com sombrite de 50% de interceptação da luz solar. Os 20 espaços restantes foram utilizados como controles de contaminação, nos quais foram colocados solos provenientes da própria área de pesquisa, esterilizados em uma estufa de secagem modelo 320.SE, de circulação mecânica, a uma temperatura de 300° C, por 24 horas. Durante todo o período do monitoramento das germinações, as amostras foram regadas diariamente. Esta parte do estudo foi conduzida na área do viveiro florestal da ALBRAS, localizado no município de Barcarena, PA.

O monitoramento das germinações nas 120 amostras foi realizado em duas fases, em um total de 20 semanas. Na fase 1 (16 semanas), com o auxílio de um identificador botânico foram registradas todas as germinações que ocorreram nas amostras, e em cada levantamento realizado os números de indivíduos que surgiam eram identificados na ocasião e anotados em uma ficha de campo por seus nomes vulgares. Após a identificação, os indivíduos eram eliminados da amostra. Este procedimento foi repetido até o final desta fase, quando não mais apareceram germinações nas amostras. O monitoramento da fase 2 (quatro semanas) consistiu em verificar a possibilidade de ocorrências de mais germinações após a conclusão da fase 1. Para que isso fosse averiguado, foi

realizado um revolvimento do solo contido em cada uma das 120 amostras, e, posteriormente, seguiu-se o mesmo procedimento adotado na fase anterior.

As análises dos dados foram realizadas através do "Microsoft Excel" 97, Copyright© 1985/1997, Microsoft Corporation.

## RESULTADOS

### Composição de espécies

A relação das espécies presentes nas 120 amostras do banco de sementes, coletadas nas duas áreas estudadas, é apresentada no Anexo 2. No período total do monitoramento das germinações realizado nos canteiros, foram encontradas 54 espécies. Deste total, 32 foram identificadas em nível de espécie e 22 somente em nível de gênero. As espécies que estão com a designação de "cipós" e "desconhecidas" não foram identificadas. Desta forma, o número de espécies que ocorreu nas 120 amostras é bem superior ao total registrado. Sem considerar os "cipós" e "desconhecidas", as espécies encontradas nas duas áreas estão contidas em 33 famílias botânicas. O número de famílias comuns entre as duas áreas de pesquisa foi de 21%, ou 63% do total das famílias botânicas encontradas.

As famílias Euphorbiaceae e Solanaceae foram as que apresentaram os maiores números de espécies, com um total de quatro, seguidas pelas famílias Annonaceae, Melastomataceae, Moraceae e Myrtaceae, com três espécies cada uma. Considerando as duas áreas, o número de espécies por amostra variou de um mínimo de cinco a um máximo de quinze para a área 1 e de um mínimo de quatro a um máximo de dezesseis espécies para a área 2.

Das espécies encontradas, 63% são arbóreas, 14,8% arbustivas e 18,5% ervas. Das 42 espécies arbóreas e arbustivas, 22 (52%) pertencem ao grupo ecológico de espécies pioneiras, dezenove (45%) pertencem ao grupo "climax", e uma não foi classificada.

## Monitoramento das germinações nas amostras

Foram registradas 10.161 germinações durante todo o período do monitoramento. No final da fase 1, foram registradas 4.739 germinações para as 60 amostras da área 1, e 4.794 germinações para as 60 amostras da área 2. Com a conclusão do monitoramento que culminou com o término da fase 2, ainda foram registradas 628 germinações adicionais, sendo 568 para a área 1, e 60 para a área 2. Esses valores estão expressos em densidade (nº de sementes/m<sup>2</sup>) na Figura 1, para as duas áreas estudadas. O maior percentual de amostras que apresentaram germinação nesta última fase foi da área 1, com 56% do total contra apenas 12% das amostras da área 2. Considerando todo o período de monitoramento, as espécies embaúba-branca (*Cecropia leucocoma* Miquel) e embaúba-vermelha (*Cecropia sciadophylla* Mart.) foram as principais responsáveis pelo maior número de germinações ocorridas nas amostras de solo coletadas nas áreas 1 e 2.

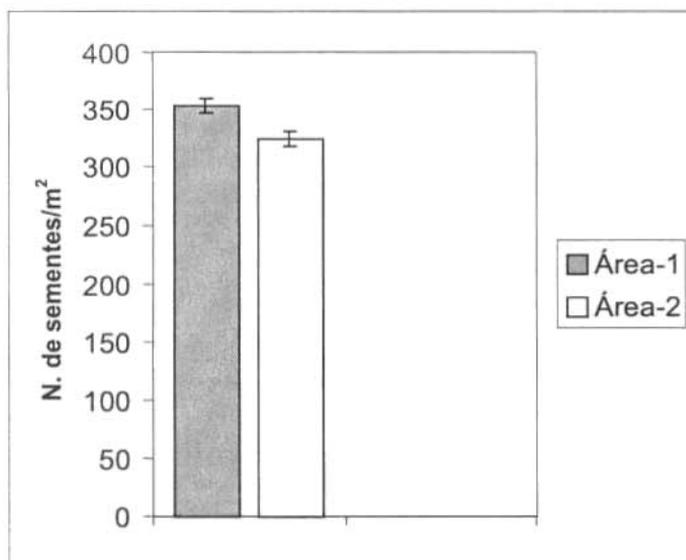


Figura 1. Densidade de sementes encontradas no solo para as duas áreas estudadas, município de Moju, PA.

Considerando as classificações das espécies de acordo com as suas "formas-de-vida", do total de germinações ocorridas, 9.492 (93,4%) foram para as espécies arbóreas e arbustivas, e 387 (3,8%) para as espécies herbáceas. Para as outras espécies (cipós e desconhecidas) foram verificadas 282 germinações, correspondendo a 2,8%.

Considerando os grupos ecológicos para as espécies arbóreas (pioneiras e clímax), foram encontradas 9.320 germinações ou 91,7% do total para as espécies pioneiras e 170 (1,7% do total) germinações para as espécies clímax. Do total dessas germinações ocorridas para as espécies arbóreas, 98,2% foram espécies pioneiras.

As famílias botânicas que apresentaram os maiores números de germinações em todo o período do monitoramento foram: Moraceae, Melastomataceae, Solanaceae e Guttiferae, sendo essa última representada apenas pela espécie *Vismia japurensis*. Na Figura 2, são mostradas as densidades de sementes registradas para essas famílias, destacando a Moraceae, em função do alto número de germinações das duas espécies de embaúba.

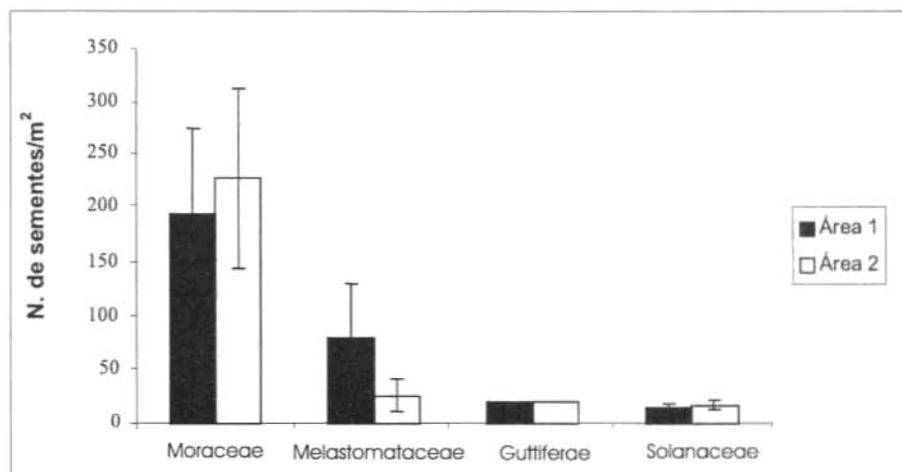


Figura 2. Famílias que apresentaram os maiores valores de densidade de sementes no solo em duas áreas estudadas, no município de Moju, PA.

Durante o período de monitoramento, foi detectado um percentual de 25,89% de infestação nos canteiros por espécies invasoras.

### Abundância e freqüências das germinações das espécies nas amostras das duas áreas estudadas

No Anexo 3, são apresentados os números absolutos e relativos de germinações, e as freqüências absolutas e relativas, para todas as espécies contidas no banco de sementes das duas áreas estudadas. Considerando as duas áreas, o total de germinações para todas as espécies foi de 10.161, que representa uma densidade de 339 sementes/m<sup>2</sup>.

As espécies mais freqüentes nas duas áreas foram embaúba-branca (*Cecropia leucocoma* Miquel), e embaúba-vermelha (*Cecropia sciadophylla* Mart.). Juntas representaram, respectivamente, 55% e 70% do total das germinações ocorridas nas amostras de solo coletadas nas áreas 1 e 2. Na área 1, o total de germinações para essas duas espécies foi de 2.902, e na área 2 foi de 3.402. Essas duas espécies apresentaram germinações em 59 amostras, correspondendo a 98% na área 1, e foram 100% freqüentes na área 2. A embaúba-vermelha, com um total de 4.360 germinações nas duas áreas, apresenta uma densidade de 145 sementes/m<sup>2</sup>. Este valor representa 43% do total da germinação encontrada. A embaúba-branca, com um total de 1.936 germinações, também para as duas áreas, apresenta uma densidade de 65 sementes/m<sup>2</sup>.

Outras espécies com freqüência elevada, considerando as duas áreas, foram: papaterra (*Bellutia guianense* Aubl.), com 1.522 (51 sementes/m<sup>2</sup>), lacre-vermelho (*Vismia japurensis* H.G. Reich.) com 599 germinações (20 sementes/m<sup>2</sup>), cajussara (*Solanum rugosum* Dun.) com 271 germinações (nove sementes/m<sup>2</sup>), e andorinha (*Banara guianense* L.) com 171 germinações (seis sementes/m<sup>2</sup>). Os resultados de freqüência para essas espécies e para as embaúbas são apresentados na Figura 3.

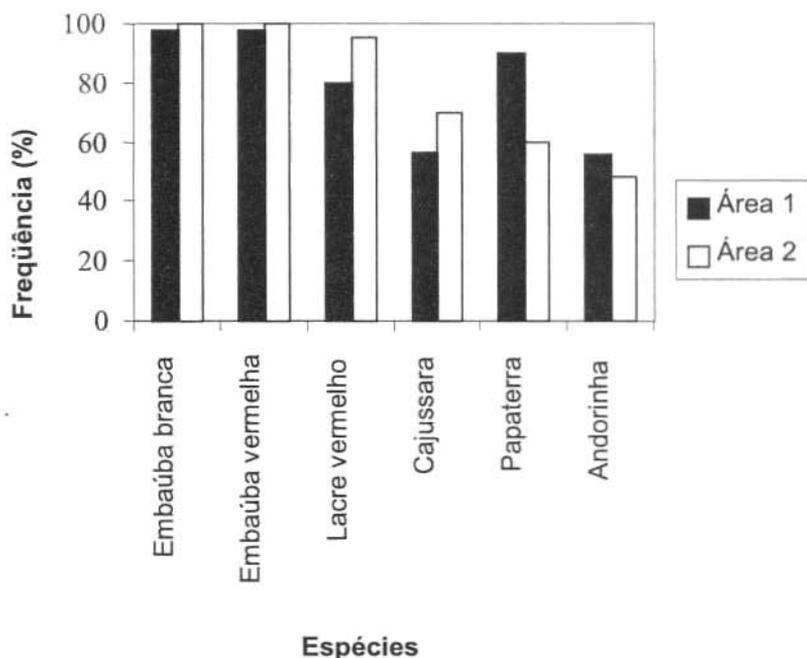


Figura 3. Espécies com maiores frequências de germinações em duas áreas estudadas, no município de Moju, PA.

### Similaridade de espécies nas amostras das áreas 1 e 2

Para se conhecer a similaridade das espécies entre as 60 amostras da área 1, como também para as 60 amostras da área 2, foi utilizado o Coeficiente de Sorensen (Kent & Coker, 1992). De acordo com esses autores, pode-se estudar a similaridade das espécies tanto no nível qualitativo, com a presença e ausência das espécies nas amostras ou parcelas, quanto ao aspecto quantitativo, baseado nas abundâncias das espécies. Neste estudo, os resultados foram baseados na análise dos aspectos qualitativos, verificando a presença e ausência das espécies durante o período de germinações das amostras nas duas áreas. Comparando as duas áreas, sem considerar "cipós" e "desconhecidas", foram encontra-

das 49 espécies na área 1 e 46 na área 2. Do total de espécies presentes nas amostras do banco de sementes, 43 (77%) foram comuns para as duas áreas. Desta forma, o coeficiente de Sorensen encontrado foi de 0,47.

## DISCUSSÃO/CONCLUSÃO

Conforme citado anteriormente, a metodologia utilizada para este estudo consistiu apenas na retirada do solo mineral, a uma profundidade de 3 cm. Com isso, encontrou-se para as duas áreas, um total de 9.320 germinações para o grupo ecológico das espécies pioneiras, que representou 91,7% do total monitorado no período. Os resultados encontrados confirmam a literatura que relata a predominância das espécies pioneiras na composição do banco de sementes (Hall & Swaine, 1980; Saulei & Swaine, 1988; Garwood, 1989; Viana, 1989). Deve-se destacar que a família Moraceae, representada, principalmente, pelas espécies embaúba-branca (*Cecropia leucocoma* Miquel), e embaúba-vermelha (*Cecropia sciadophylla* Mart.), foram mais freqüentes nas duas áreas. Essas espécies apresentaram, respectivamente, 55% e 70% do total das germinações, e freqüências de 98% na área 1 e 100% na área 2. São espécies que dentro do processo de sucessão ecológica desempenham um papel restaurador importante em áreas perturbadas de maneira natural ou antrópica, nas quais verificam-se também altas abundâncias e freqüências (Lopes et al. 1989).

O resultado de 339 sementes/m<sup>2</sup> aproximou-se de alguns trabalhos encontrados na literatura (Saulei & Swaine, 1988; Hall & Swaine, 1980), e foi superior à densidade de 137 sementes/m<sup>2</sup> encontrada por Vieira (1996). A densidade obtida está dentro dos padrões encontrados em florestas maduras de 35 – 3.350 sementes/m<sup>2</sup> (Garwood, 1989). Da mesma forma, o valor da similaridade florística (0,47) por se tratar de uma floresta com característica sucessional mais antiga, é compatível com o encontrado em outras áreas onde foram feitos estudos semelhantes (Rico-Gray & Garcia-Franco, 1992).

Em conclusão, com os resultados obtidos nesta pesquisa, pode-se sugerir que em termos ecológicos, dada a grande ocorrência de espécies pioneiras no banco de sementes, estes podem tornar-se uma alternativa com alto potencial para ser usado em programas de reabilitação de áreas degradadas na Amazônia. Da mesma forma, a silvicultura deve direcionar maior atenção para as espécies comerciais que estão contidas no banco de semente, como por exemplo: cupiúba, breu-sucuruba, angelim-pedra, morototó, parapará, que pertencem ao grupo ecológico das espécies pioneiras e demandantes por luz e que após a exploração formam banco de plântulas que podem muito bem fazer parte dos próximos ciclos de corte, manejando-as de acordo com suas características ecológicas.

ANEXO 1. Localização das 120 amostras de solo coletadas nas duas áreas para o estudo do banco de sementes, município de Moju, PA.

	Área 1					Área 2					←N	
	20m	40m	60m	80m	100m	20m	40m	60m	80m	100m		
400m												
380m		. 60					. 60					
360m		. 59	. 48			. 55	. 54	. 57	. 58			
340m			. 58	. 57	. 56	. 53		. 52	. 38	. 53		
320m		. 55	. 52	. 54		. 51	. 49			. 50		
300m		. 49	. 48	. 50	. 51	. 48	. 47	. 46			. 45	
280m		. 45		. 47		. 43					. 44	. 42
260m	. 43	. 42	. 40		. 44				. 41			
240m		. 39	. 38	. 41			. 39	. 40				
220m		. 34	. 31	. 35			. 36	. 37				
200m			. 33	. 30		. 35	. 32		. 33		. 34	
180m			. 32		. 29	. 28	. 31	. 30				. 27
160m						. 26	. 25					
140m	. 23	. 25		. 26	. 27	. 21		. 24	. 23			
120m	. 19	. 21		. 24					. 22			
100m	. 20		. 18				. 20					
80m		. 15	. 14			. 18	. 19					
60m	. 12					. 17						
40m	. 11	. 46				. 16		. 13	. 14	. 15		
20m	. 7	. 9	. 8			. 12		. 11	. 10	. 9		
0	. 3	. 1	. 2		. 4			. 8	. 7	. 5		
						. 6					. 4	
								. 3	. 59		. 2	
											. 1	

## ANEXO 2. Espécies ocorrentes em 120 amostras de solo para estudo do banco de sementes de uma floresta tropical, município de Moju, PA.

Espécie	Nome científico	Família
Cipó	Não identificada	-
Guarumanzinho	<i>Maranta</i> sp.	Maranthaceae
Araticum	<i>Annona montana</i> Macfadyen	Annonaceae
Envira beribá	<i>Annona paludosa</i> Aubl.	Annonaceae
Envira preta	<i>Guatteria poeppigiana</i> Mart.	Annonaceae
Morototó	<i>Didymopanax morototoni</i> (Aubl.) Decne et Planch	Araliaceae
Parapará	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	Bignoniaceae
Breu-sucuruba	<i>Trattinickia rhoifolia</i> Willd.	Burseraceae
Cupiúba	<i>Goupia glabra</i> Aubl.	Celastraceae
Espinheira-santa	<i>Maytenus ilicifolia</i> Mart.	Celastraceae
Tabocarana	<i>Commelina</i> sp.	Commelinaceae
Avoador	<i>Emilia guianense</i> Aubl.	Compositae
Cipó-de-fogo	<i>Davilla aspera</i> Aubl.	Dilleniaceae
Urucurana	<i>Sloanea</i> sp.	Elaeocarpaceae
Urucurana-da-mata	<i>Sloanea</i> sp.	Elaeocarpaceae
Burra-leiteira	<i>Sapium marmieri</i> Ducke	Euphorbiaceae
Maniva-de-veado	<i>Manihot</i> sp.	Euphorbiaceae
Sapateira	<i>Pera glabrata</i> Baill.	Euphorbiaceae
Seringarana	<i>Sapium</i> sp.	Euphorbiaceae
Andorinha	<i>Banara guianense</i> L.	Flacourtiaceae
Caneleira	<i>Caesaria javitensis</i> Aubl.	Flacourtiaceae
Lacre-vermelho	<i>Vismia japurensis</i> H.G. Reich.	Guttiferae
Uxirana	<i>Saccoglottis amazonica</i> Mart.	Humiriaceae
Louro-prata	<i>Ocotea guianensis</i> Aubl.	Lauraceae
Louro-preto	<i>Nectandra mollis</i> Nees	Lauraceae
Matamatá-branco	<i>Eschweilera odora</i> (Poepp.) Miers	Lecythidaceae
Angelim-pedra	<i>Dinizia excelsa</i> Ducke	Leguminosae
Ingá	<i>Inga</i> sp.	Leguminosae
Malva	<i>Urena</i> sp.	Malvaceae
Muirauá	<i>Mouriria</i> sp.	Melastomataceae
Papaterra	<i>Bellutia guianense</i> Aubl.	Melastomataceae
Papaterra-folha-miúda	<i>Tibouchina boliviana</i> L.	Melastomataceae
Abuta	<i>Abuta</i> sp.	Menispermaceae
Embaúba-branca	<i>Cecropia leucocoma</i> Miquel	Moraceae
Embaúba-vermelha	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	Moraceae
Embaubarana	<i>Porouma longipendula</i> Ducke	Moraceae
Bico-de-tucano	<i>Musa</i> sp.	Musaceae
Cumaté	<i>Eugenia guianense</i> Aubl.	Myrtaceae
Goiabinha	<i>Eugenia lambertiana</i> D.C.	Myrtaceae
Vaúna	<i>Eugenia</i> sp.	Myrtaceae
Pimenta-longa	<i>Piper</i> sp.	Piperaceae
Pimenta-de-macaco	<i>Palicourea</i> sp.	Rubiaceae
Vassourinha-de-botão	<i>Borreria verticillata</i> Aubl.	Rubiaceae
Tamanqueira	<i>Fagara</i> sp.	Rutaceae
Guaraná-bravo	<i>Paullinia</i> sp.	Sapindaceae
Abiu	<i>Pouteria</i> sp.	Sapotaceae
Samambaia	<i>Selaginella</i> sp.	Selaginellaceae
Cajussara	<i>Solanum rugosum</i> Dun.	Solanaceae
Jurubeba	<i>Solanum</i> sp.	Solanaceae
Jurubebinha	<i>Solanum mirulí</i> L.	Solanaceae
Tabacorana	<i>Solanum</i> sp.	Solanaceae
Açoita cavalo	<i>Luehea speciosa</i> Willd.	Tiliaceae
Pente-de-macaco	<i>Apeiba</i> sp.	Tiliaceae
Trema	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Ulmaceae
Gengibre	<i>Costus</i> sp.	Zingiberaceae

### ANEXO 3. Densidade e freqüência de germinações de espécies em 120 amostras do banco de sementes, em duas áreas do estudo, no município de Moju, PA.

Espécies	(Área 1)				(Área 2)			
	Número de germinações das amostras		Freqüência		Número de germinações das amostras		Freqüência	
	Absoluto	Relativo	Absoluta	Relativa	Absoluto	Relativo	Absoluta	Relativa
Abiu	2	0,04	1	1,7	0	0,00	0	0,0
Abuta	1	0,02	1	1,7	0	0,00	0	0,0
Açoita-cavalo	0	0,00	0	0,0	1	0,02	1	1,7
Andorinha	95	1,79	34	56,7	76	1,57	29	48,3
Angelim-pedra	1	0,02	1	1,7	0	0,00	0	0,0
Araticum	0	0,00	0	0,0	1	0,02	1	1,7
Avoador	22	0,41	18	30,0	19	0,39	15	25
Bico-de-tucano	4	0,08	3	5,0	2	0,04	2	3,3
Breu-sucuruba	4	0,08	2	3,3	3	0,06	3	5,0
Burra-leiteira	2	0,04	2	3,3	5	0,10	3	5,0
Cajussara	116	2,19	34	56,7	155	3,19	42	70
Caneleira	2	0,04	1	1,7	1	0,02	1	1,7
Cipó	98	1,85	36	60,0	52	1,07	31	51,7
Cipó-de-fogo	17	0,32	24	40,0	12	0,25	7	11,7
Cumatê	57	1,07	4	6,7	2	0,04	2	3,3
Cupiúba	9	0,17	7	11,7	1	0,02	1	1,7
Embaúba-branca	808	15,2	59	98,3	1136	23,4	60	100
Embaúba-vermelha	2094	39,4	59	98,3	2266	46,6	60	100
Embaubarana	7	0,13	4	6,7	23	0,47	9	15
Envira-beribá	17	0,32	14	23,3	17	0,35	13	21,7
Envira-preta	4	0,08	2	3,3	14	0,29	8	13,3
Espinheira-santa	53	1,00	12	20,0	36	0,74	15	25
Gengibre	26	0,49	3	5,0	1	0,02	1	1,7
Goiabinha	13	0,24	5	8,3	3	0,06	3	5,0
Guaraná-bravo	3	0,06	2	3,3	3	0,06	2	3,3
Guaramanzinho	26	0,49	11	18,3	25	0,52	15	25
Ingá	1	0,02	1	1,7	0	0,00	0	0,0
Jurubeba	40	0,75	26	43,3	44	0,91	21	35
Jurubebinha	74	1,39	27	45,0	53	1,09	23	38,3
Lacre-vermelho	292	5,50	48	80,0	307	6,32	57	95
Louro-prata	1	0,02	1	1,7	1	0,02	1	1,7
Louro-preto	2	0,04	1	1,7	3	0,06	2	3,3
Malva	2	0,04	1	1,7	2	0,04	2	3,3
Maniva-de-veado	0	0,00	0	0,0	1	0,02	1	1,7
Matamatá-branco	0	0,00	0	0,0	1	0,02	1	1,7
Morototó	2	0,04	1	1,7	0	0,00	0	0,0
Muiráuba	0	0,00	0	0,0	3	0,06	2	3,3
Papaterra	1166	21,9	54	90,0	356	7,33	36	60
Papaterra fl. miúda	29	0,55	13	21,7	33	0,68	15	25
Parapará	3	0,06	3	5,0	2	0,04	2	3,3
Pente-de-macaco	2	0,04	2	3,3	12	0,25	5	8,3
Pimenta-de-macaco	14	0,26	7	11,7	1	0,02	1	1,7
Pimenta-longa	9	0,17	4	6,7	7	0,14	2	3,3
Samambaia	3	0,06	1	1,7	0	0,00	0	0,0
Sapateira	1	0,02	1	1,7	1	0,02	1	1,7
Seringarana	2	0,04	2	3,3	0	0,00	0	0,0
Tabacorana	2	0,04	1	1,7	1	0,02	1	1,7
Tabocarana	3	0,06	2	3,3	4	0,08	2	3,3
Tamanqueira	1	0,02	1	1,7	1	0,02	1	1,7
Trema	32	0,60	19	31,7	15	0,31	11	18,3
Urucurana	3	0,06	2	3,3	5	0,10	3	5,0
Urucurana-dá-mata	3	0,06	1	1,7	1	0,02	1	1,7
Uxirana	1	0,02	1	1,7	0	0,00	0	0,0
Vassourinha	104	1,96	26	43,3	71	1,46	22	36,7
Vaúna	2	0,04	2	3,3	5	0,10	5	8,3
Desconhecidas	32	0,60	13	21,7	70	1,44	15	25
Totais	5307	100	-	-	4854	100	-	-

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARÉZ-BUYLLA, F.R.; MARTINEZ-RAMOS, M. Seed bank versus seed rain in the regeneration of a tropical pioneer tree. **Oecologia**, v.84, p.314-325, 1990.
- ARAÚJO, M. **Vegetação e banco de sementes do solo de florestas sucessionais na região do baixo Rio Guamá, Benevides, Pará, Brasil**.1998. 86f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém.
- BROWN, N.D. The implications of climate and gap microclimate for seedling growth conditions in a Bornean lowland rain forest. **Journal of Tropical Ecology**, v.9, p.133-168. 1993.
- CHAZDON, R.L.; FETCHER, N. Photosynthetic light environments in a lowland tropical rain forest in Costa Rica. **Journal of Ecology**, v.72, p.553-564, 1984.
- GARWOOD, N.C. Tropical soil seed-banks. In LECK, M.A.; PARKER, V.T.; SIMPSON, R.L. (Ed.). **Ecology of soil seed banks**. New York: Academic Press, 1989. p.149-204.
- HALL, J.B.; SWAINE, M.D. Seed stocks in Ghanaian forest soils. **Biotropica**, v.12, n4, p.256-263. 1980.
- HOLTHUIJZEN, A.M.A.; BOERBOOM, J.H.A. The *Cecropia* seed bank in the Surinam lowland rain forest. **Biotropica**, v.14, p.62-68. 1982.
- HOPKINS, M.S.; TRACEY, J.G.; LECK, M.A. The size and composition of soil-banks in remnant patches of three structural rainforest types in North Queensland. **Australian Journal of ecology**, v.15, p.43-50. 1990.
- JENNINGS, S.B. **The response of tree seedlings to canopy disturbance in an Amazonian rain forest**. 1997. 197f. Doctor of Philosophy Theses. - University of Oxford.
- KENT, M.; COKER, P. **Vegetation description and analysis: a practical approach**. 199John Wiley & Sons. 1992. 363p.

- LOPES, J. do C.A.; CARVALHO, J.O.P. de; SILVA, J.N.M.; COUTINHO, S. da C. **Composição florística de uma área três anos após o corte raso da floresta primária.** Belém, Embrapa-CPATU, 1989. 25p. (Embrapa-CPATU. Boletim de Pesquisa, 100).
- NASCIMENTO, C.N.B.; HOMMA, A.K.O. **Amazônia: meio ambiente e tecnologia agrícola.** Belém: Embrapa-CPATU, 1984. (Embrapa-CPATU. Documentos, 27). 282p.
- PICKETT, S.T.A.; WHITE, P.S. **The ecology of natural disturbance and patch dynamics.** London: Academic Press, 1985.
- RICO-GRAY, V.; GARCIA-FRANCO, J.G. Vegetation and soil seed bank of successional stages in tropical lowland deciduous forest. **Journal of Vegetation Science**, v.3, p.617-624, 1992.
- SANTOS, P.L. dos; SILVA, J.M.L. da; SILVA, B.N.R. da; SANTOS, R.D. dos; REGO, G.S. **Levantamento semi-detalhado dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras para cultura de dendê e seringueira: Projeto Moju, Pará.** Rio de Janeiro: Embrapa/SNLCS, 1985.192p. (Relatório Técnico).
- SAULEI, S.M.; SWAINE, M.D. Rainforest seed dynamics during succession at Gogol, Papua New Guinea. **Journal of Tropical Ecology**, v.76, p.1333-1152, 1988.
- SWAINE, M.D.; WHITMORE, T.C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. **Vegetatio**, v.75, p.81-86, 1988.
- VÁZQUEZ-YANES, C.; SMITH, H. Phytochrome control of seed germination in the tropical rain forest pioneer trees *Cecropia obtusifolia* and *Piper auritum* and its ecological significance. **New Phytologist**, v.92, p.477-485. 1982.
- VIANA, V.M. **Seed dispersal and gap regeneration: the case of three Amazonian tree species.** 1989. 270f. Ph.D. Thesis. - Harvard University.

- VIEIRA, I.C.G. **Forest succession after shifting cultivation in eastern amazonia**. University of Stirling. 1996. 205f. Ph.D. Thesis. - University of Sterling.
- VITOUSEK, P.M.; DENSLOW, J.S. Nitrogen and phosphorus availability in treefall gaps of a lowland tropical rain forest. **Journal of Ecology**, v.74, p.1167-1178, 1986.
- WHITMORE, T.C.; BURSLEM, D.F.R.P. Major disturbances in tropical rain forests. In: NEWBERY, D.M., PRINS, H.; BROWN, N.D. **Population and community dynamics in the tropics**. London: British Ecological Society, 1998. (British Ecological Society Annual Symposium, 37).
- WHITMORE, T.C. Canopy gaps and the two major groups of forest trees. **Ecology**, v.70, p.536-538, 1989.

# EFEITO DA EXPLORAÇÃO FLORESTAL NAS POPULAÇÕES DE MUDAS EM UMA FLORESTA TROPICAL ÚMIDA NO MUNICÍPIO DE MOJU, PA

José do Carmo Alves Lopes; Timothy Charles Whitmore;  
Nicholas David Brown; Stephen Bennett Jennings

## INTRODUÇÃO

A forma mais racional de utilizar os recursos florestais na Amazônia é, sem dúvida, através do manejo sustentado. Para a Amazônia, o manejo que se preconiza é segundo o sistema policíclico (Silva & Uhl, 1992; Silva et al. 1995). Como é sabido, a maioria das espécies que há muito estão sendo exploradas de forma seletiva, apresenta falhas e/ou baixa densidade nas categorias diamétricas de tamanhos inferiores (Carvalho, 1980; Silva et al. 1985). Para o prosseguimento do sistema de manejo policíclico, na condução de espécies comerciais para a produção futura da floresta, é de fundamental importância o desenvolvimento de pesquisas, dirigidas para um melhor conhecimento dos processos dinâmicos que regem as populações de mudas, pois estas deverão constituir as colheitas a partir do terceiro ciclo.

Na Amazônia, ainda são raras as pesquisas sobre quais espécies podem ser manejadas a partir de suas populações de mudas, como se verificam as suas flutuações no tempo, ou ainda, como as mudas respondem em crescimento, quando plantadas em clareiras de diferentes tamanhos, que são temas de grande importância para o manejo das florestas tropicais úmidas da região (Viana, 1989; Lopes, 1993; Jennings, 1997). Outro aspecto que deve ser levado em consideração por ocasião de decisão sobre os tratamentos silviculturais em áreas manejadas, seria o de conhecer os grupos ecológicos das espécies. Sobre isso Swaine & Whitmore (1988) propuseram uma classificação baseada principalmente nas germinações e nos estabelecimentos das espécies, posicionando-as nos grupos ecológicos de espécies clímax e pioneiras. No primeiro gru-

po, Whitmore (1990) faz ainda uma subdivisão, colocando as espécies "light demanding", que seriam aquelas que estão em uma faixa intermediária entre os dois grupos maiores. Dependendo do grupo ecológico ao qual as espécies pertencem, elas poderão germinar, crescer e se estabelecer, desde que encontrem condições favoráveis ao longo do tempo, para atingir o porte de árvores adultas.

Em condições de floresta explorada, vários ambientes são criados em função das atividades que envolvem todo o processo de realização da intervenção. Assim, na floresta explorada, existem áreas abertas para pátios de estocagem de toras, ramais principais e secundários para o arraste das toras, e clareiras formadas pela derruba das árvores, como também, áreas de floresta remanescente sem qualquer perturbação sofrida pela atividade. Com a formação desses ambientes, ocorrerão mudanças nas populações de mudas das espécies florestais, em função da intervenção realizada, reiniciando assim um novo processo de repovoamento nessas áreas, com espécies de diferentes grupos ecológicos.

Neste sentido, este trabalho tem o objetivo principal de avaliar a composição e a flutuação nas populações de mudas antes e após uma exploração florestal realizada em 1997, em uma área de 200 hectares, localizada no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Oriental, no município do Moju, PA.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Descrição da área (segundo Santos et al. 1985)

A área de pesquisa de 200 hectares está localizada no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Oriental, município de Moju, PA. A área total desse campo é de 1.059 hectares, situada entre as coordenadas geográficas 02° 08' 14" - 02° 12' 26" de latitude sul e 48° 47' 34" - 48° 48' 14" de longitude a oeste de Greenwich. O município de Moju está distante de Belém 117 km em linha reta.

O clima da região é Am, segundo a classificação de Köppen (Nascimento & Homma, 1984). A temperatura média anual oscila entre 25° C e 27° C. A precipitação pluviométrica anual varia de 2.000 mm a 3.000 mm, com distribuição irregular, tendo pequeno período seco. A insolação mensal varia entre 148,0 h e 275,8 h, e os valores mais elevados ocorrem no período de junho a dezembro, apresentando estreita relação com a precipitação.

O relevo da área é plano, e nos pequenos desnivelamentos que apresenta o declive varia de 0% a 3%. O solo predominante na área é o Latossolo Amarelo com diferentes texturas, ocorrendo também solos Podzólicos Vermelho-Amarelos, Glei Pouco Único e Plintossolos.

A cobertura florestal da área é formada por árvores com o porte variando de 25 m a 35 m de altura. As copas são grandes, de formas irregulares. O sub-bosque é denso, com presença de algumas palmeiras. As espécies mais importantes encontradas na formação da cobertura florestal foram: acapu (*Vouacapoua americana* Aubl.), maçaranduba (*Manilkara huberi* Ducke), matamatá (*Eschweilera* sp.), quaruba (*Vochysia guianensis*), angelim (*Dinizia excelsa* Ducke), sucupira (*Diploptropis* sp.) e louro (*Ocotea* sp.).

De acordo com informações de moradores locais, ocorreu no passado exploração nas espécies *Manilkara huberi* Ducke para extração de látex, e *Vouacapoua americana* Aubl. para produção de moirões.

### Coleta de dados e análises

Para a obtenção dos dados, foram demarcados dois blocos de 4 hectares (100 m x 400 m), sendo um na área experimental de 200 hectares, e o outro fora, que serviu de área controle para o estudo. Esta última ficou a uma distância de aproximadamente 1.000 metros da área experimental a fim de não sofrer qualquer influência da exploração florestal realizada, porém mantendo a composição florística e condições ambientais semelhantes. A demarcação dos

blocos obedeceu a abertura de uma linha base de 400 m no sentido leste, onde a cada 20 m foi colocado um piquete etiquetado, com sua respectiva distância ao longo da extensão dos 400 m. Em cada um dos blocos de 4 hectares, foram instaladas aleatoriamente 60 parcelas de 25 m<sup>2</sup> (5 m x 5 m), segundo suas coordenadas de 0-400 m no sentido leste, e de 0-100 m no sentido sul (Anexo 1).

Em julho de 1994, foi realizado o primeiro levantamento. Em todas as parcelas, as mudas de todas as espécies lenhosas foram identificadas pelos nomes vulgares, por um identificador botânico com alto nível de conhecimento sobre regeneração natural de florestas amazônicas. Todas as mudas dentro das parcelas foram enumeradas por classes de altura; em um total de dez, com intervalos de 30 cm entre si (classe 1: 0 a 30 cm ... classe 10: 2,90 a 3,00 m), utilizando-se uma vara de plástico dividida em dez intervalos de 30 cm. Cada parcela também foi classificada em função do nível de abertura no dossel, variando de 1 - 5 (Tabela 1), de acordo com a classificação estabelecida por Clark & Clark (1992), e modificada para uso em parcelas segundo Jennings (1997). Com o mesmo procedimento anterior, as enumerações foram repetidas nos mesmos períodos, em 1995, 1997 e 1998. Nos meses de novembro e dezembro de 1997, foi realizada uma exploração florestal mecanizada nos 200 hectares da área experimental. A exploração foi de baixo impacto com a retirada 3,3 árvores/hectares, correspondendo a um volume médio de 23 m<sup>3</sup>/ha. Um total de 24 espécies foi explorado, dentre as quais a destacam-se maçaranduba (*Manilkara huberi* Ducke), o acapu (*Vouacapoua americana* Aubl.) e a fava-folha-fina/timborana (*Piptadenia suaveolens* Miq.), que apresentaram os maiores volumes encontrados.

As análises dos dados de todas as enumerações no período da pesquisa foram realizadas utilizando o programa "Microsoft Excel". Para se conhecer a similaridade das espécies nas parcelas das áreas controle e experimental, foi utilizado o coeficiente de Sorensen, conforme Kent & Coker (1992), a partir de um macro criado no "Microsoft Excel".

TABELA 1. Definições dos índices de exposições de copa por Clark &amp; Clark (1992) e modificado para uso em parcelas por Jennings (1997).

lasses	Definição
1.0	Sem luz direta (copa sem iluminação direta vertical ou lateral).
1.5	Baixa luz lateral (copa iluminada apenas do lado: sem aberturas grandes ou médias).
2.0	Luz lateral média (copa iluminada apenas do lado: várias aberturas pequenas ou uma abertura média).
2.5	Intensa luz lateral (copa iluminada apenas do lado: exposta a pelo menos uma abertura principal ou várias aberturas médias).
3.0	Alguma luz superior (10-90% da projeção vertical da copa exposta à iluminação vertical).
4.0	Plena luz superior ( $\geq 90\%$ da projeção vertical da copa exposta à luz vertical, luz lateral bloqueada parcial ou completamente dentro do cone invertido de $90^\circ$ abrangendo a copa).
5.0	Copa plenamente exposta à iluminação vertical e lateral dentro do cone invertido de $90^\circ$ abrangendo a copa.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Níveis de aberturas do dossel

Nos dois blocos de quatro hectares de floresta das áreas controle e experimental, a proporção das parcelas que apresentaram valores dos índices de Clark & Clark (1992) das classes de 2,5 até 4,0 (i.e. as parcelas que apresentaram os níveis mais altos de aberturas no dossel durante o período), é mostrada na Figura 1. Conforme pode ser observado, existe uma inversão dos níveis entre as duas áreas. Verifica-se que na área controle há um decréscimo dos níveis de aberturas, o que implica dizer que houve um fechamento gradativo do dossel por ausência de perturbações naturais. Por outro lado, na área experimental aconteceu uma situação inversa nos três primeiros anos, onde se pode observar que esta área

apresentou no mesmo período, um acréscimo gradativo nos níveis de aberturas do dossel causadas por perturbações naturais. Nas medições realizadas em 1998, houve um aumento significativo desses níveis, em virtude das aberturas causadas pela exploração florestal realizada no ano anterior.

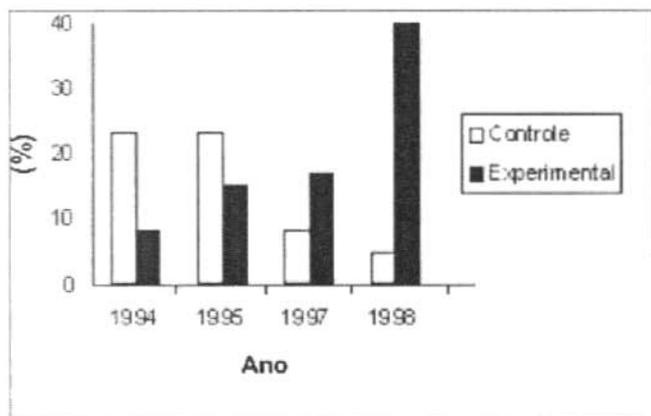


Figura 1. Porcentagem de parcelas que apresentaram classes dos índices de exposição  $\geq 2.5$ , classificadas de acordo com Clark & Clark (1992), no período de quatro anos em duas áreas estudadas (controle e experimental: explorada), no município de Moju, PA.

## Composição florística

A relação das espécies ocorrentes na área do estudo é apresentada no Anexo 2. No período das enumerações realizadas nas parcelas de mudas, foram encontradas 167 espécies. Deste total, 129 espécies apresentaram identificação completa e 38 identificadas apenas no nível de gênero. Com relação às espécies pertencentes à categoria de cipós, apenas a escada-de-jaboti (*Bauhinia* sp.) foi identificada no nível de gênero, as demais que não foram identificadas estão colocadas na designação vulgar de cipós. É importante salientar também, que para alguns nomes vulgares estão incluídas mais de uma espécie botânica (por exemplo: breus, *Protium* spp.; ingás, *Inga* spp. Anexo 2). Desta maneira, o número

de espécies que ocorreu nas parcelas é bem superior ao total registrado. Sem considerar os cipós, as espécies encontradas na área estão contidas em 46 famílias botânicas.

Leguminosae foi a família que apresentou o maior número de espécies, com um total de 39, seguida pela Moraceae com 13 espécies. Comparando as duas áreas, o número de espécies encontrado na área controle foi de 141, e na área experimental foi de 158. Do total de 167 espécies, 131 foram comuns para as duas áreas, dez ocorreram apenas na área controle e 27 somente na área experimental. Considerando as duas áreas juntas, o número de espécies por parcela variou de um mínimo de 12 na área controle a um máximo de 58 na área experimental. A maioria das espécies foi encontrada com quatro ocorrências em todo o período de enumeração das parcelas nas duas áreas (Figura 2). Em comparação com a área controle, a área experimental foi a que apresentou o percentual mais elevado de espécies encontradas, com apenas uma ocorrência em uma única enumeração. A razão principal para esse acontecimento foi motivada pelos resultados encontrados na última enumeração realizada em 1998, quando foram encontradas mais 16 espécies que não aconteceram nas enumerações anteriores, precedentes à exploração florestal realizada em 1997. As espécies encontradas foram: morototó (*Didymopanax morototoni* (Aubl.) Decne et Planch), pau-d'arco-roxo (*Tabebuia impetiginosa* Mart.), breu-sucuruba (*Trattinickia rhoifolia* Willd.), piquiá (*Caryocar villosum* (Aubl.) Pers.), piquiarana (*Caryocar glabrum* (Aubl.) Pers.), murupita (*Sapium marmieri* Huber), lacre-preto (*Vismia* sp.), fava-mapuxiqui (*Dimorphandra gardneriana* Jul.), mututi (*Pterocarpus amazonicus* Huber), angelim-da-mata (*Hymenolobium excelsum* Ducke), amapaí (*Brosimum lactescens* (S. Moore) C.C. Berg.), tatajuba (*Bagassa guianensis* Aubl.), tamanqueira (*Fagara* sp.), mutamba-preta (*Guazuma ulmifolia* Lam.), cupiúba (*Goupia glabra* Aubl.), e cajussara (*Solanum* sp.). Essas espécies são, na maioria, as que pertencem principalmente aos grupos ecológicos das pioneiras e 'light demanding', em que as suas germinações e estabelecimentos são favorecidos por perturbações na floresta (Swaine & Whitmore, 1988).

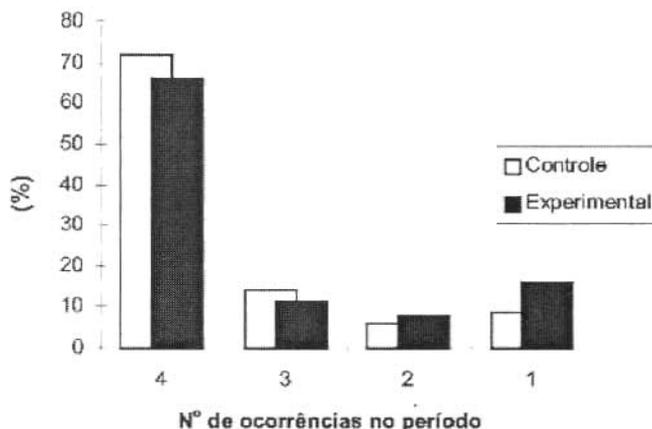


Figura 2. Porcentagem de parcelas com os respectivos números de ocorrências das espécies registradas no período de quatro anos em duas áreas estudadas (controle e experimental: explorada), no município de Moju, PA.

Com relação aos números totais de espécies encontradas nas enumerações realizadas em 1994, 1995 e 1997, observa-se que não existe uma diferença marcante entre as duas áreas (Figura 3). A diferença entre as duas áreas só é evidente na enumeração de 1998, em função de um grande incremento do número de espécies na área experimental, fato este refletido pela exploração florestal realizada em 1997, conforme já enfatizado anteriormente.

### Densidade de mudas

Uma característica bem marcante das florestas tropicais úmidas é, sem dúvida, a alta densidade de suas espécies, principalmente no tamanho de regeneração de mudas (Jonkers, 1987; Lopes, 1993). Os valores de densidades das mudas para as áreas controle e experimental são apresentados na Figura 4. Considerando os anos de 1994, 1995 e 1997, observa-se maior predominância para a

área controle, porém com uma mesma tendência na flutuação das densidades entre elas. Vários fatores contribuem para maior ou menor flutuação nas populações de mudas, dentre elas, podem citar mortalidade, competição, recrutamento e saída do estádio de mudas para outro imediatamente superior (Augsburger, 1984; Whitmore & Brown, 1996; Jennings, 1997; Lopes, 1993). Comparando 1995 com 1994, observa-se que tanto a área controle como a área experimental apresentaram valores de densidades bem superiores em 1995. A explicação para isso é a ocorrência da disseminação de frutos e sementes na área neste intervalo de tempo, que contribuiu para um maior recrutamento de mudas, principalmente na classe 1, sendo acariquarana (*Rinorea guianensis* Aubl.), breus (*Protium* spp.), canela-de-jacamim (*Rinorea* sp.), ingás (*Inga* spp.), matamatá-ci (*Eschweilera amazonica* Knuth) e cipós, as principais espécies que proporcionaram esta maior flutuação. Em 1998, a área experimental apresentou o maior pico na flutuação, causado por um maior recrutamento de espécies (principalmente pioneiras), que não estavam presentes nos anos anteriores, favorecidas pelas aberturas causadas pela exploração florestal. Também, as espécies breus (*Protium* spp.) e capoteiro (*Sterculia pilosa* Ducke), beneficiadas pela ocorrência da disseminação de frutos e sementes, foram as que mais contribuíram para as altas densidades ocorridas neste ano.

### Espécies comerciais

Na exploração realizada em novembro/dezembro de 1997 nos 200 hectares experimentais, 24 espécies foram exploradas. Deste total, foram encontradas mudas de 21 espécies nas enumerações realizadas nas áreas controle e experimental. Em todo o período de enumerações não foram encontradas mudas das espécies louro-vermelho (*Ocotea rubra* Mez.), angelim-vermelho (*Hymenolobium complicatum*) e mandioqueira-áspera (*Qualea albiflora*).

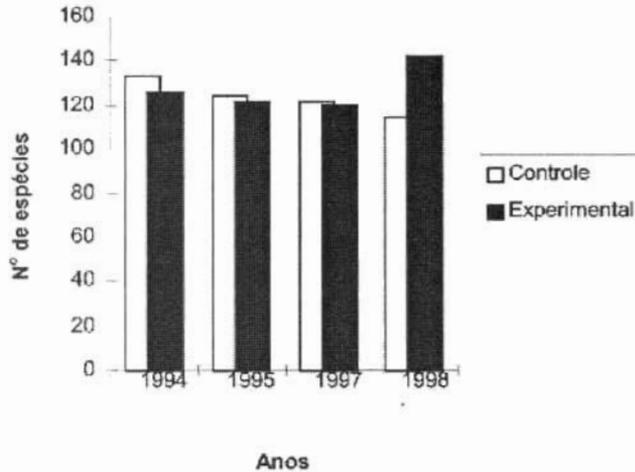


Figura 3. Número total de espécies encontradas no período de quatro anos em duas áreas estudadas (controle e experimental: explorada), no município de Moju, PA.

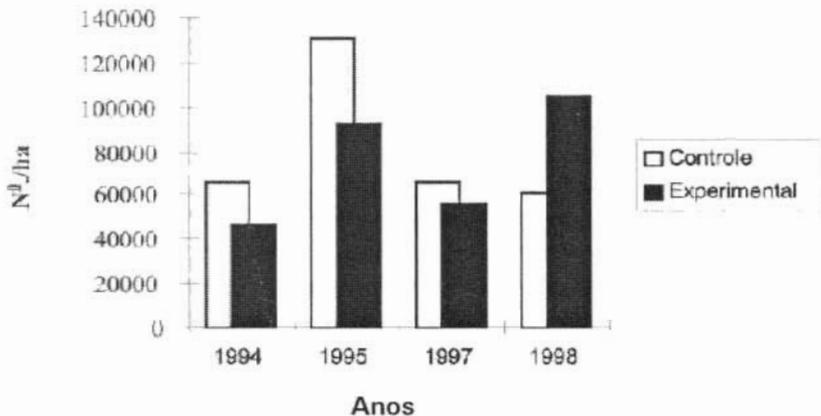


Figura 4. Estimativa da densidade de mudas para todas as espécies encontradas no período de quatro anos em duas áreas estudadas (controle e experimental: explorada), no município de Moju, PA.

A estimativa de densidade das mudas das espécies comerciais exploradas e não-exploradas é mostrada na Figura 5. Para as duas áreas, verifica-se um equilíbrio entre elas, com exceção em 1998, quando a área experimental apresentou um alto incremento na densidade. A razão mais forte para a ocorrência desta alta flutuação pode ser explicada pelos altos valores de densidade encontrados neste ano para as espécies acapu (*Vouacapoua americana* Aubl.), capoteiro (*Sterculia pilosa* Ducke) e fava-folha-fina (*Piptadenia suaveolens* Miq.). Além disso, na última enumeração realizada na área experimental em 1998, após a exploração florestal, foram encontradas mudas de mais nove espécies comerciais, que não estavam presentes nas enumerações anteriores. As espécies encontradas foram: morototó (*Didymopanax morototoni* (Aubl.) Decne et Planch), pau-d'arco-roxo (*Tabebuia impetiginosa* Mart.), breu-sucuruba (*Trattinickia rhoifolia* Willd.), piquiá (*Caryocar villosum* (Aubl.), Pers.), piquiarana (*Caryocar glabrum* (Aubl.) Pers.), fava-mapuxiqui (*Dimorphandra gardneriana* Jul.), anjelim-da-mata (*Hymenolobium excelsum* Ducke), tatajuba (*Bagassa guianensis* Aubl.) e cupiúba (*Goupia glabra* Aubl.). São espécies que por pertencerem aos grupos ecológicos de espécies pioneiras e "light demanding", ocorrem com grande abundância nas áreas abertas pela exploração florestal (Jonkers, 1987; Silva, 1989; Carvalho, 1992; Lopes, 1993).

## Grupos ecológicos

Conforme descrito anteriormente, foi encontrado um total de 167 espécies durante o período de enumerações das parcelas nas áreas controle e experimental. Com exceção dos cipós, procurou-se fazer um enquadramento das demais espécies em diferentes grupos ecológicos, com base em Swaine & Whitmore (1988), Whitmore (1990) e Lopes (1993). Desta maneira, as espécies foram classificadas em tolerantes à sombra (*shade tolerant*), demandantes por luz (*light demanding*), e pioneiras. No Anexo 2, as espécies tolerantes à sombra estão colocadas na coluna dos grupos ecológicos (GE) como TS, as espécies demandantes por luz como DL, e as espécies pioneiras como P.

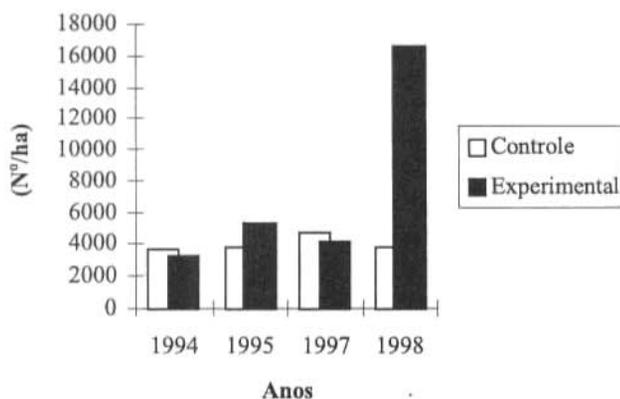


Figura 5. Estimativa da densidade de mudas das espécies comerciais no período de quatro anos em duas áreas estudadas (controle e experimental: explorada), município de Moju, PA.

De acordo com a classificação estabelecida, do total de espécies ocorrentes, 109 (65%) foram classificadas como espécies tolerantes à sombra, 42 (25%) classificadas como espécies demandantes por luz, e 16 (10%) classificadas como espécies pioneiras.

Na Figura 6, são mostrados os números de espécies encontrados nas populações de mudas por grupo ecológico, das espécies comerciais exploradas e não-exploradas, como também, das espécies não-comerciais. No grupo das espécies tolerantes à sombra, 17 (16%) delas são comerciais, porém apenas oito (7%) representam o número das espécies que foram exploradas para atender ao mercado madeireiro local. A maioria das espécies tolerantes à sombra, que foi de 92 espécies (84%), pertence ao grupo das não-comerciais. É um grupo ecológico que abrange um grande número de espécies, presentes em todos os níveis dos estratos da floresta, desde os estágios mais inferiores até o dossel superior, sendo portanto, a razão principal do elevado porcentual de espécies

não-comerciais, sob o ponto de vista madeireiro. Dentro do grupo das espécies demandantes por luz, 17 (40%) são comerciais. Deste grupo, 12 delas (29%) representam as espécies que foram exploradas, e 25 (60%) foram espécies consideradas como não-comerciais. No grupo ecológico formado pelas espécies pioneiras, quatro espécies (25%) são comerciais, sendo que apenas uma (6,25%) foi explorada. As doze espécies restantes deste grupo (75%) são do grupo das não-comerciais. Ao contrário das espécies tolerantes à sombra, as espécies pioneiras estão sempre presentes, e em grande número, no banco de sementes da floresta (Whitmore, 1990).

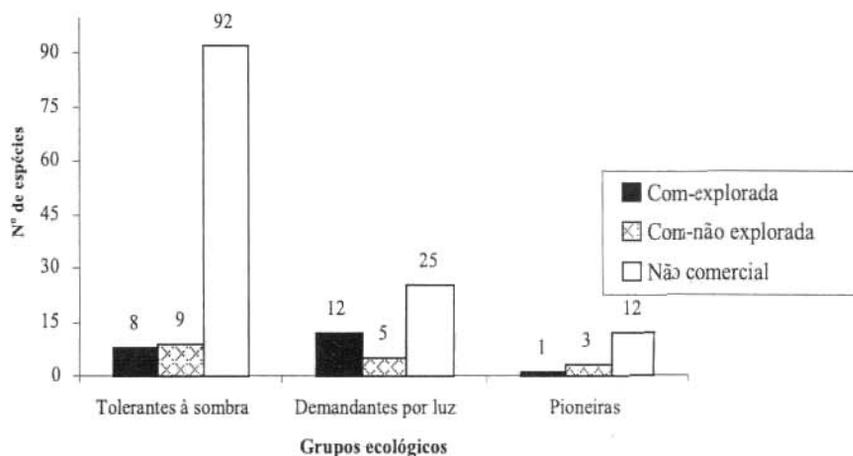


Figura 6. Número de espécies encontradas nas populações de mudas por grupo ecológico e grau de comercialização, no período de quatro anos, em duas áreas estudadas (controlada e experimental: explorada), município de Moju, PA.

## Similaridade de espécies nas parcelas das áreas controle e experimental

Para se conhecer a similaridade florística entre as 60 parcelas da área controle, como também, para as 60 parcelas da área experimental, foi utilizado o coeficiente de Sorensen, segundo Kent & Coker (1992). De acordo com esses autores, pode-se estudar a similaridade das espécies tanto no nível qualitativo, com a presença ou ausência das espécies nas amostras ou parcelas, assim como sob o aspecto quantitativo, baseado nas abundâncias das espécies. Para o caso em questão, os resultados mostrados na Figura 7, foram baseados na análise da presença ou ausência das espécies durante o período de enumerações das parcelas nas duas áreas, tomando como referência o ano de 1994. Observa-se na área controle, que comparando os dados de 1994 e 1995, mesmo com uma pequena diferença entre as comparações dos demais anos, é essa comparação que apresenta menos espécies em comum, com um coeficiente de 0,64. Uma explicação para esse fato, seria o surgimento de mais espécies em 1995, ano em que houve um aumento bem expressivo nas densidades de mudas motivado pela disseminação de frutos e sementes, conforme já mencionado anteriormente, que propicia maior dinâmica nas populações de mudas. Para as outras comparações entre os anos de 1994 - 1997 e 1994 - 1998, os coeficientes encontrados foram de 0,71 e 0,69, respectivamente. Para a área experimental, a comparação que apresentou a mais baixa similaridade florística foi a de 1994 - 1998, com um coeficiente de 0,55. Este resultado está diretamente relacionado com o aparecimento de 16 novas espécies que não estavam presentes nas enumerações anteriores, propiciado pela exploração florestal realizada em 1997. As demais comparações entre os anos, seguem uma mesma tendência para as encontrados na área controle.

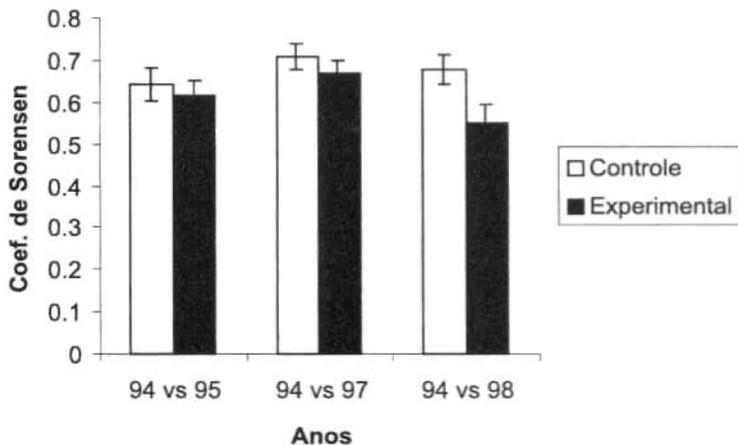


Figura 7. Similaridade encontrada no período de quatro anos em duas áreas estudadas (controle e experimental: explorada), município de Moju, PA.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em qualquer floresta tropical, o banco das populações de mudas das espécies funciona como uma bio-informação, ou ainda como um termômetro do processo dinâmico da floresta. Os diferentes padrões de flutuações nas populações de mudas que ocorrem normalmente estão diretamente relacionados com eventos fenológicos, graus de perturbações na floresta, predação, mortalidade, entre outros importantes fatores ecológicos.

Nos resultados encontrados nesta pesquisa, ficou bem evidente quando se tratou sobre os níveis de aberturas do dossel, que as duas áreas estudadas apresentaram diferentes respostas relacionadas a este tópico, considerando o período precedente à exploração florestal. Distantes entre si por aproximadamente 1.000 metros, a área controle apresentou uma tendência oposta à observada para a área experimental. Enquanto na primeira os níveis de aberturas foram diminuindo no tempo, na área experimental esses níveis aumentaram no mesmo período. Isto reflete no dinamismo da floresta na forma espacial, demonstrando bem claramente que os eventos de perturbações naturais acontecem de maneira estocástica. Para a área experimental, como reflexo da exploração florestal realizada, o nível de abertura do dossel da floresta atingiu um valor em torno de 40%.

Com relação aos efeitos da exploração florestal na composição e densidade das populações de mudas, após uma comparação entre as áreas controle e experimental, verificou-se para a primeira área uma tendência na redução do número de espécies no tempo e, conseqüentemente, também em suas densidades. Para a área experimental, isto só foi verificado nos anos anteriores à exploração, pois em 1998 houve um incremento tanto no número de espécies, como nas suas densidades. Como um resultado do efeito benéfico da intervenção realizada, surgiram mais 16 espécies neste ano, das quais nove são consideradas espécies comerciais. Outro resultado que confirma o efeito direto proporcionado pela exploração florestal, no aumento do número de espécies de 1998, foi o

coeficiente de Sorensen 0,50 encontrado, tomando o ano base de 1994 em relação ao ano 1998. Este valor mostra como as parcelas encontram-se diferentes na composição das espécies, influenciadas principalmente pelas espécies que surgiram após a exploração.

Com relação aos grupos ecológicos, é evidente a grande supremacia nas populações de mudas das espécies clímax tolerantes à sombra, que normalmente se constitui no grupo que sempre abriga um grande número de espécies. Este grupo contribuiu com 65% do total das espécies encontradas. Os grupos ecológicos das espécies demandantes por luz e pioneiras representaram 25% e 10%, respectivamente, do total de espécies encontrados nas populações de mudas.

Com base no mercado madeireiro local, o maior número de espécies comerciais exploradas foi do grupo das demandantes por luz, com 12 espécies, que representam 29% do total desse grupo. No grupo das tolerantes à sombra, foram exploradas sete espécies (7% do grupo) e das espécies pioneiras apenas uma (6,25%) foi explorada. A colheita de 12 espécies comerciais demandantes por luz representa uma informação muito importante sob o ponto de vista silvicultural, para o manejo das populações de mudas desse grupo ecológico, principalmente por serem espécies que se fazem presentes em áreas abertas na floresta, como também, por se prestarem para serem introduzidas através de plantios nas clareiras formadas pelas atividades de exploração florestal. O mesmo se aplica para as espécies comerciais pioneiras.

Anexo 1. Localização das parcelas (5 m x 5 m) de enumerações de mudas em duas áreas estudadas (controle e experimental: explorada), município de Moju, PA.

	Área experimental					Área controle					←N	
	20m	40m	60m	80m	100m	20m	40m	60m	80m	100m		
400m												
380m			. 60				. 60					
360m		. 59	. 48			. 55	. 54		. 57	. 58		
340m			. 58	. 57	. 56	. 53		. 52	. 38	. 53		
320m		. 55	. 52	. 54		. 51	. 49			. 50		
300m		. 49	. 48	. 50	. 51	. 48	. 47		. 46		. 45	
280m		. 45		. 47		. 43					. 44	. 42
260m	. 43	. 42	. 40		. 44				. 41			
240m		. 39	. 38	. 41			. 39	. 40				
220m		. 34	. 31	. 35		. 35	. 32		. 33		. 34	
200m			. 33	. 30		. 28	. 31	. 30				
180m			. 32		. 29	. 26	. 25					
160m	. 23	. 25		. 26	. 27	. 21		. 24	. 23		. 22	
140m	. 19	. 21		. 24			. 20					
120m	. 20		. 18			. 18	. 19					
100m			. 17			. 16	. 17					
80m	. 13	. 15	. 14			. 12		. 13	. 14	. 15		
60m	. 12					. 11	. 10	. 9	. 8	. 7	. 5	
40m	. 11		. 46			. 10						. 4
20m	. 7	. 9	. 8		. 4			. 3	. 59		. 2	
0	. 3	. 1	. 2								. 1	

Anexo 2. Lista das espécies encontradas nas enumerações de mudas nas parcelas das áreas controle e experimental por família, nome científico, nome vulgar, grau de comercialização e grupos ecológicos (GE), município de Moju, PA.

Família	Nome científico	Nome vulgar	GE
Anacardiaceae	<i>Anacardium giganteum</i> Ducke	Caju-açu <sup>1</sup>	DL
Anacardiaceae	<i>Astronium lecointei</i> Ducke	Muiracatiara <sup>2</sup>	TS
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Tatapiririca <sup>3</sup>	DL
Annonaceae	<i>Annona montana</i> Macfadyen	Araticum <sup>3</sup>	TS
Annonaceae	<i>Xylopia benthiana</i> R.E. Fries	Envira-amarela <sup>3</sup>	TS
Annonaceae	<i>Guatteria poepigiana</i> Mart.	Envira-preta <sup>3</sup>	TS
Annonaceae	<i>Duguetia echinophora</i> R.E. Fries	Envira-surucucu <sup>3</sup>	TS
Annonaceae	<i>Guatteria ovalifolia</i> R.E. Fries	Envira-cana <sup>3</sup>	DL
Apocynaceae	<i>Aspidosperma desmanthum</i> Benth.	Aracanga <sup>3</sup>	TS
Apocynaceae	<i>Aspidosperma rigidum</i> Rusby	Carapanáuba <sup>3</sup>	TS
Apocynaceae	<i>Ambelania grandiflora</i> Huber	Culhão-de-bode <sup>3</sup>	TS
Apocynaceae	<i>Ambelania</i> spp	Pepino-da-mata <sup>3</sup>	TS
Apocynaceae	<i>Himatanthus succuba</i> (Spruce ex Muell. Arg.) R.E. Woodson	Sucuba <sup>3</sup>	DL
Apocynaceae	<i>Maloutia</i> sp.	Cumá <sup>3</sup>	TS
Araliaceae	<i>Didymopanax morototoni</i> (Aubl.) Decne et Planch	Morototó <sup>2</sup>	P
Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	Parapará <sup>1</sup>	P
Bignoniaceae	<i>Tabebuia impetiginosa</i> Mart.	Pau-d'arco-roxo <sup>2</sup>	DL
Bombacaceae	<i>Bombax</i> sp.	Munguba-da-terra firme <sup>3</sup>	DL
Boraginaceae	<i>Cordia bicolor</i> A. D.C.	Freijó-branco <sup>3</sup>	DL
Boraginaceae	<i>Cordia goeldiana</i> Huber	Freijó-cinza <sup>2</sup>	DL
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> Cham.	Uruzeiro <sup>3</sup>	DL
Burseraceae	<i>Protium apiculatum</i> Swart.	Breu <sup>2</sup>	TS
Burseraceae	<i>Protium</i> spp.	Breu-preto <sup>3</sup>	TS
Burseraceae	<i>Trattinickia rhoifolia</i> Willd.	Breu-sucuruba <sup>1</sup>	DL
Caryocaraceae	<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.	Piquiá <sup>1</sup>	DL
Caryocaraceae	<i>Caryocar glabrum</i> (Aubl.) Pers.	Piquiarana <sup>1</sup>	DL
Celastraceae	<i>Goupia glabra</i> Aubl.	Cupiúba <sup>1</sup>	P
Celastraceae	<i>Maytenus pruinosa</i> Reiss.	Xixuá <sup>3</sup>	TS
Chrysobalanaceae	<i>Licania</i> spp.	Caraipé <sup>3</sup>	TS
Chrysobalanaceae	<i>Licania heteromorpha</i> Benth.	Macucu <sup>3</sup>	TS
Chrysobalanaceae	<i>Couepia bracteosa</i> Benth.	Pajurá-da-mata <sup>3</sup>	TS
Combretaceae	<i>Terminalia argentea</i> Mart. Et. Eichl.	Cuiarana <sup>1</sup>	LD
Connaraceae	<i>Connarus</i> sp.	Cunário <sup>3</sup>	TS
Ebenaceae	<i>Diospyros</i> sp.	Caqui <sup>3</sup>	TS
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea</i> sp.	Urucurana <sup>3</sup>	DL
Euphorbiaceae	<i>Hevea</i> sp.	Seringueira <sup>3</sup>	TS
Euphorbiaceae	<i>Mabea angustifolia</i> Spruce ex. Benth.	Taquari-L <sup>3</sup>	P
Euphorbiaceae	<i>Mabea</i> sp.	Taquari-T <sup>2</sup>	TS
Euphorbiaceae	<i>Sagotia racemosa</i> Baill.	Arataciú <sup>3</sup>	TS
Euphorbiaceae	<i>Sapium marmieri</i> Huber	Murupita <sup>3</sup>	DL
Euphorbiaceae	<i>Manihot</i> sp.	Maniva-de-veado <sup>3</sup>	P
Euphorbiaceae	<i>Glycidodron amazonicum</i> Ducke	Mirindiba-doce <sup>3</sup>	TS
Flacourtiaceae	<i>Casearia javitensis</i> H.B.K.	Caneleira <sup>3</sup>	TS
Flacourtiaceae	<i>Laetia procera</i> Eichl.	Pau-jacaré <sup>3</sup>	P
Flacourtiaceae	<i>Lindackeria paraensis</i> Juhem.	Farinha-seca <sup>3</sup>	TS
Guttiferae	<i>Symphonia glogulifera</i> L.F.	Anani <sup>3</sup>	TS
Guttiferae	<i>Platonia insignis</i> Mart.	Bacuri <sup>3</sup>	DL
Guttiferae	<i>Rheedia acuminata</i> Planch. Et Triana	Bacuri-da-mata <sup>3</sup>	TS
Guttiferae	<i>Vismia japurensis</i> H.G. Reich	Lacre-vermelho <sup>3</sup>	P
Guttiferae	<i>Vismia</i> sp.	Lacre-preto <sup>3</sup>	P
Humiriaceae	<i>Saccoglottis amazonica</i> Mart.	Uxirana <sup>3</sup>	TS
Humiriaceae	<i>Saccoglottis</i> sp.	Axuá <sup>2</sup>	TS
Lacistemataceae	<i>Lacistema aggregatum</i> Rusby	Mata-calado <sup>3</sup>	TS
Lauraceae	<i>Mezliaurus</i> sp.	Itaúba-preta <sup>3</sup>	TS
Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp	Louro <sup>3</sup>	TS
Lauraceae	<i>Nectandra mollis</i> Nees	Louro-preto <sup>3</sup>	TS

Continua...

## Anexo 2. ...Continuação.

Família	Nome científico	Nome vulgar	GE
Lecythidaceae	<i>Lecythis cf. usitata</i> Miers	Castanha-sapucaia <sup>3</sup>	DL
Lecythidaceae	<i>Eschweilera odora</i> (Poepp.) Miers	Matamatá-branco <sup>3</sup>	TS
Lecythidaceae	<i>Eschweilera blanchetiana</i> Miers	Matamatá-preto <sup>3</sup>	TS
Lecythidaceae	<i>Eschweilera amara</i> Ndz.	Matamatá-vermelho <sup>3</sup>	TS
Lecythidaceae	<i>Eschweilera amazonica</i> Knuth	Matamatá-ci <sup>3</sup>	TS
Lecythidaceae	<i>Couratari oblongifolia</i> Ducke	Taurari <sup>1</sup>	TS
Leguminosae	<i>Vouacapoua americana</i> Aubl.	Acapu <sup>1</sup>	TS
Leguminosae	<i>Poecilanthe effusa</i> Ducke	Amarelinho <sup>3</sup>	TS
Leguminosae	<i>Stripnodendron barbatiman</i> Mart.	Barbatimão <sup>3</sup>	TS
Leguminosae	<i>Cordia glaberrima</i> Macbride	Cocão <sup>3</sup>	TS
Leguminosae	<i>Copaifera</i> sp.	Copaíba-preta <sup>3</sup>	TS
Leguminosae	<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.	Cumaru <sup>2</sup>	DL
Leguminosae	<i>Bauhinia</i> sp.	Escada-de-jaboti <sup>3</sup>	TS
Leguminosae	<i>Parkia multijuga</i> Benth.	Fava-arara-tucupi <sup>2</sup>	DL
Leguminosae	<i>Parkia</i> sp.	Fava-etaná <sup>3</sup>	DL
Leguminosae	<i>Stripnodendron pucherrimu</i> Hochr.	Fava-barbatimão <sup>3</sup>	DL
Leguminosae	<i>Parkia gigantocarpa</i> Ducke	Fava-barriguda <sup>1</sup>	DL
Leguminosae	<i>Enterolobium maximum</i> Ducke	Fava-bolacha <sup>3</sup>	DL
Leguminosae	<i>Parkia pendula</i> Benth.	Fava-bolota <sup>1</sup>	DL
Leguminosae	<i>Enterolobium achomburgkii</i> Benth.	Fava-de-roscá <sup>3</sup>	DL
Leguminosae	<i>Piptadenia suaveolens</i> Miq.	Fava-folha-fina <sup>1</sup>	DL
Leguminosae	<i>Dimorphandra gardneriana</i> Jul.	Fava-mapuxiqui <sup>1</sup>	DL
Leguminosae	<i>Inga</i> sp.	Ingá <sup>3</sup>	DL
Leguminosae	<i>Inga</i> sp.	Ingá-xixi <sup>3</sup>	DL
Leguminosae	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Jutaí-açu <sup>1</sup>	TS
Leguminosae	<i>Hymenaea parviflora</i> Huber	Jutaí-mirim <sup>2</sup>	TS
Leguminosae	<i>Platymiscium filipes</i> Benth.	Macaçúba <sup>2</sup>	TS
Leguminosae	<i>Eperua schomburgkiana</i> Benth.	Muirapiranga <sup>3</sup>	TS
Leguminosae	<i>Swartzia brachyrachis</i> Harms.	Paraputaca <sup>3</sup>	TS
Leguminosae	<i>Swartzia acuminata</i> Willd.	Pitaica <sup>3</sup>	TS
Leguminosae	<i>Dialium guianensis</i> Steud.	Pororoqueira <sup>3</sup>	TS
Leguminosae	<i>Abarera jupumba</i> Willd. (Britton & Killip)	Saboira <sup>1</sup>	DL
Leguminosae	<i>Vatairea guianensis</i> Aubl.	Sucupira-amarela <sup>2</sup>	TS
Leguminosae	<i>Diploptropis purpurea</i> (Rich.) Amsh.	Sucupira-preta <sup>2</sup>	TS
Leguminosae	<i>Sclerolobium</i> sp.	Taxi <sup>3</sup>	DL
Leguminosae	<i>Sclerolobium guianensis</i> Benth.	Taxi-branco <sup>3</sup>	DL
Leguminosae	<i>Tachigalia myrmecophylla</i> Ducke	Taxi-preto-folha graúda <sup>3</sup>	DL
Leguminosae	<i>Tachigalia</i> sp.	Taxi-preto-folha miúda <sup>3</sup>	DL
Leguminosae	<i>Sclerolobium paraense</i> Hub.	Taxirana <sup>3</sup>	DL
Leguminosae	<i>Ormosia flava</i> (Ducke) Rudd.	Tento-folha miúda <sup>3</sup>	TS
Leguminosae	<i>Swartzia stipulifera</i> Harms	Gombeira <sup>2</sup>	TS
Leguminosae	<i>Pterocarpus amazonicus</i> Huber	Mututi <sup>3</sup>	TS
Leguminosae	<i>Hymenolobium excelsum</i> Ducke	Angelim-da-mata <sup>1</sup>	TS
Leguminosae	<i>Pithecelobium racemosum</i> Ducke	Angelim-rajado <sup>1</sup>	TS
Leguminosae	<i>Dinizia excelsa</i> Ducke	Angelim-pedra <sup>1</sup>	DL
Melastomataceae	<i>Miconia guianensis</i> (Aubl.) Cogn.	Canela-de-veado <sup>3</sup>	TS
Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp.	Papaterra <sup>3</sup>	P
Melastomataceae	<i>Mouriria</i> sp.	Muiráuba <sup>3</sup>	DL
Melastomataceae	<i>Mouriria sagotiana</i> Tr.	Passarinheira <sup>2</sup>	TS
Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	Andirobarana <sup>3</sup>	TS
Meliaceae	<i>Guarea</i> sp.	Jatáuba <sup>3</sup>	TS
Meliaceae	<i>Trichilia</i> sp.	Triquilha <sup>3</sup>	TS
Meliaceae	<i>Trichilia lecointei</i> Ducke	Pracuúba-da-terra firme <sup>3</sup>	TS
Monimiaceae	<i>Siparuna</i> sp.	Capitiú <sup>3</sup>	TS
Moraceae	<i>Brosimum guianensis</i> (Aubl.)	Amapá-amargoso <sup>3</sup>	TS
Moraceae	<i>Brosimum parinarioides</i> Ducke	Amapá-doce <sup>3</sup>	TS
Moraceae	<i>Brosimum lactescens</i> (S. Moore) C.C. Berg.	Amapá <sup>2</sup>	TS
Moraceae	<i>Cecropia leucoma</i> Miquel	Embaúba-branca <sup>3</sup>	P
Moraceae	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	Embaúba-vermelha <sup>3</sup>	P
Moraceae	<i>Porouma longipendula</i> Ducke	Embaubarana <sup>3</sup>	P
Moraceae	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	Guariúba <sup>3</sup>	TS
Moraceae	<i>Perebea guianensis</i> Aubl.	Muiratinga <sup>3</sup>	TS

Continua...

## Anexo 2. ...Continuação.

Família	Nome científico	Nome vulgar	GE
Moraceae	<i>Helicostylis pedunculata</i> R. Ben.	Muiratinga-folha peluda <sup>3</sup>	TS
Moraceae	<i>Brosimum obovata</i> Ducke	Mururé <sup>1</sup>	TS
Moraceae	<i>Perebea mollis</i> Hub.	Pama <sup>3</sup>	TS
Moraceae	<i>Sahagunia racemifera</i> Huber	Janitá <sup>3</sup>	TS
Moraceae	<i>Bagassa guianensis</i> Aubl.	Tatajuba <sup>2</sup>	P
Myristicaceae	<i>Virola melinonii</i> (R. Ben.) A.C. Smith	Ucuúba-da-terra firme <sup>3</sup>	TS
Myristicaceae	<i>Virola divergens</i> Ducke	Ucuúba-folha peluda <sup>2</sup>	TS
Myristicaceae	<i>Iryanthera juruensis</i> Warb.	Ucuubarana <sup>3</sup>	TS
Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp.	Araçá-da-mata <sup>1</sup>	TS
Myrtaceae	<i>Myrcia cf. m. Paivae</i> Berg.	Goiabarana <sup>3</sup>	TS
Myrtaceae	<i>Eugenia lambertiana</i> DC.	Goiabinha <sup>3</sup>	TS
Nyctaginaceae	<i>Neea</i> sp.	João-mole <sup>3</sup>	TS
Ochnaceae	<i>Ouratea cf. aquatica</i> Engl.	Pau-de-cobra <sup>3</sup>	TS
Ochnaceae	<i>Ouratea polygyna</i> Engl.	Pau-de-serra <sup>2</sup>	TS
Oleaceae	<i>Minquartia guianensis</i> Aubl.	Acariquara <sup>3</sup>	TS
Palmae	<i>Genocarpus bacaba</i> Mart.	Bacaba <sup>3</sup>	TS
Palmae	<i>Bactris marajay</i> Barb. Rodr.	Marajá <sup>3</sup>	TS
Palmae	<i>Astrocaryum gynacanthum</i> Wallace	Mumbaca <sup>3</sup>	TS
Palmae	<i>Syagrus</i> spp.	Piririma <sup>3</sup>	TS
Piperaceae	<i>Piper</i> sp.	Pimenta longa <sup>3</sup>	P
<b>Família</b>	<b>Nome científico</b>	<b>Nome vulgar</b>	<b>GE</b>
Quinaceae	<i>Lacunaria jenmani</i> Ducke	Papo-de-mutum <sup>3</sup>	TS
Rubiaceae	<i>Coussarea</i> sp.	Caferana <sup>3</sup>	TS
Rubiaceae	<i>Chimarrhis turbinata</i> DC.	Pau-de-remo <sup>2</sup>	TS
Rubiaceae	<i>Duroia sprucei</i> Rusby	Puruí <sup>3</sup>	TS
Rubiaceae	<i>Psychotria deflexa</i> DC.	Pimenta-de-jacu <sup>3</sup>	TS
Rutaceae	<i>Fagara</i> sp.	Tamanqueira <sup>3</sup>	P
Sapindaceae	<i>Talisia longifolia</i> (Benth.) Radlk.	Pitomba <sup>3</sup>	TS
Sapotaceae	<i>Pouteria</i> sp.	Abiu <sup>2</sup>	TS
Sapotaceae	<i>Pouteria macrophylla</i> Eyma	Abiu-cutite <sup>3</sup>	TS
Sapotaceae	<i>Pouteria guianensis</i> Aubl.	Abiurana <sup>2</sup>	TS
Sapotaceae	<i>Ecclinusa balata</i> Ducke	Coquirana <sup>3</sup>	TS
Sapotaceae	<i>Manilkara huberi</i> (Ducke) Standl.	Maçaranduba <sup>1</sup>	TS
Sapotaceae	<i>Manilkara paraensis</i> Standl.	Maparajuba <sup>1</sup>	TS
Sapotaceae	<i>Micropholis venulosa</i> Pierre	Rosadinho <sup>2</sup>	TS
Simarubaceae	<i>Simaruba amara</i> Aubl.	Marupá <sup>2</sup>	DL
Simarubaceae	<i>Simaba cedron</i> Planch.	Pau-para-tudo <sup>2</sup>	TS
Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.	Cajussara <sup>3</sup>	P
Sterculiaceae	<i>Theobroma speciosa</i> Willd. ex Spreng	Cacau-da-mata <sup>2</sup>	TS
Sterculiaceae	<i>Sterculia pilosa</i> Ducke	Capoteiro <sup>1</sup>	DL
Sterculiaceae	<i>Theobroma subincanum</i> Mart.	Cupuí <sup>3</sup>	TS
Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Mutamba-preta <sup>3</sup>	DL
Tiliaceae	<i>Luehea speciosa</i> Willd.	Açoita-cavalo <sup>3</sup>	TS
Tiliaceae	<i>Apeiba</i> sp.	Pente-de-macaco <sup>3</sup>	DL
Verbenaceae	<i>Vitex triflora</i> Vahl	Tarumã <sup>2</sup>	TS
Violaceae	<i>Rinorea guianensis</i> Aubl.	Acariquarana <sup>3</sup>	TS
Violaceae	<i>Rinorea</i> sp.	Canela-de-jacamim <sup>2</sup>	TS
Violaceae	<i>Paypayrola grandiflora</i> Warm.	Payparola <sup>2</sup>	TS
Violaceae	<i>Rinorea macrocarpa</i>	Canela-de-velho <sup>2</sup>	TS
Vochysiaceae	<i>Vochysia</i> sp.	Quarubatinga <sup>3</sup>	DL
Vochysiaceae	<i>Erisma uncinatum</i> Warm.	Quarubarana <sup>2</sup>	TS
-	-	Cipós	-

TS : Tolerante à sombra; DL: Demandante por luz; P : Pioneira.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUGSPURGER, C.K. Light requirements of neotropical rainforest trees: a comparative study of growth and survival. **Journal of Ecology**, v.72, p.777-795, 1984.
- CARVALHO, J.O.P. de **Structure and dynamics of a logged over Brazilian Amazonian rain forest**. 1992. 280f. Thesis - University of Oxford.
- CARVALHO, J.O.P. de. **Distribuição diamétrica de espécies comerciais e potenciais em floresta tropical úmida natural na Amazônia**. Belém: Embrapa-CPATU, 1980. 15p. (Embrapa-CPATU. Boletim de Pesquisa, 20).
- CLARK, D.A.; CLARK, D.B..Life history diversity of canopy and emergent forest. **Ecological Monographs**, v.62, n.3, p.315-344, 1992.
- JENNINGS, S.B. **The response of tree seedlings to canopy disturbance in an Amazonian rain forest**. 1997. 197f. Doctor of Philosophy Thesis - University of Oxford.
- JONKERS, W.B.J. **Vegetation structure logging damage and silviculture in a tropical rain forest in Suriname**. 1987. 172p. Doctor of Philosophy Thesis - Agricultural University, Wageningen.
- KENT, M.; COKER, P. **Vegetation description and analysis: aratical approach**. New York: Wiley, 1992. 363p.
- LOPES, J. do C.A. **Demografia e flutuações temporais da regeneração natural após uma exploração florestal: Flona do Tapajós-PA**. Dissertação de Mestrado, ESAL-USP, Piracicaba-SP. 1993. 133f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luia de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- NASCIMENTO, C.N.B.; HOMMA, A.K.O. **Amazônia: meio ambiente e tecnologia agrícola**. Belém: Embrapa-CPATU, 1984. 282p. (Embrapa-CPATU. Documentos, 27).

- SANTOS, P.L. dos; SILVA, J.M.L. da; SILVA, B.N.R. da; SANTOS, R.D. dos; REGO, G.S. **Levantamento semi-detalhado dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras para cultura de dendê e seringueira.** Projeto Moju, Pará. Rio de Janeiro: Embrapa/SNLCS, 1985. 192p. (Relatório Técnico).
- SILVA, J.N.M.; UHL, C. A atividade madeireira como uma alternativa viável para a utilização sustentada dos recursos florestais na Amazônia brasileira. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE MEIO AMBIENTE, PROBLEMA E DESENVOLVIMENTO DA AMAZÔNIA, Belém. **Anais.** Belém: PRODEPA, 1992.
- SILVA, J.N.M. **The behavior of the tropical rain forest of the Brazilian Amazon after logging.** 1989. 303f. Ph.D. Thesis - Oxford Forestry Institute, Oxford.
- SILVA, J.N.M.; CARVALHO J.O.P. de; LOPES J. do C.A.; ALMEIDA, B.F. de; COSTA, D.H.M.; OLIVEIRA, L.C. de; VANCLAY, J.K.; SKOVSGAARD, J.P. Growth and yield of a tropical rain forest in the Brazilian Amazon 13 years after logging. **Forest Ecology and Management**, v.71, p.267-274, 1995.
- SILVA, J.N.M.; CARVALHO, J.O.P. de; LOPES, J. do C.A. **Inventário florestal de uma área experimental na Floresta Nacional do Tapajós.** Curitiba: Embrapa-URPFCS, 1985. p.38-110. (Embrapa-URPFCS. Boletim de Pesquisa Florestal, 10/11).
- SWAINE, M.D.; WHITMORE, T.C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. **Vegetatio**, v.75, p.81-86, 1988.
- VIANA, V.M. **Seed dispersal and gap regeneration: the case of three Amazonian tree species.** 1989. Thesis - Harvard University.
- WHITMORE, T.C. **An introduction to tropical rain forest.** Oxford: Claredon, 1990. 226p.

WHITMORE, T.C.; BROWN, N.D. Dipterocarp seedling growth in rain forest canopy gaps during six and a half years. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B**, v.351, p.1195-1203, 1996.

# DESEMPENHO COMPARATIVO DE MUDAS DE ESPÉCIES FLORESTAIS EM GRADIENTE MICROCLIMÁTICO CRIADO EXPERIMENTALMENTE

Stephen Bennett Jennings; José do Carmo Alves Lopes;  
Nicholas David Brown; Timothy Charles Whitmore

## INTRODUÇÃO

Existe um modelo geralmente aceito para entender a dinâmica das florestas tropicais (Whitmore, 1975; Platt & Strong, 1989; Denslow & Hartshorn, 1994). O ciclo de crescimento da floresta pode ser dividido nas fases de clareira, construção e madura (Watt, 1947; Whitmore, 1975). As quedas de galhos e árvores criam clareiras no dossel da floresta. Mudanças e varas, anteriormente suprimidas com baixos níveis de radiação (aproximadamente 0,3% – 3,8% da densidade do fluxo fotossintético de fótons (PPFD) do total que é encontrado em áreas abertas, vide Björkman & Ludlow, 1972; Pearcy, 1983; Brown, 1990) com a abertura das clareiras, passam a ser capazes de crescer sob o aumento da radiação. Outros processos de fechamento das clareiras incluem crescimento lateral das copas das árvores do dossel existente, assim como o preenchimento, pela germinação, a partir do banco de sementes do solo, estimulado pelo microclima da clareira (aumento da proporção da radiação vermelho: vermelho distante, Vázquez-Yanes & Smith (1987); variações de temperatura, Vázquez-Yanes & Orozco-Segovia (1982), e da chuva de sementes subsequentes. Embora a importância relativa destes processos deva variar com o tamanho da clareira, (UHL et al. 1988) demonstraram que as mudas já presentes no momento da criação da clareira contribuíram com a grande maioria das mudas nas clareiras, tanto grandes como pequenas, provocadas por quedas de árvores.

O tamanho da clareira é importante, pois alguns aspectos do seu microclima alteram-se com o aumento da abertura do dossel. Estas alterações do microclima são impulsionadas em grande parte pelo aumento da penetração da radiação solar

Chazdon & Fetcher, 1984; Barton et al. 1989; Brown, 1993). As alterações do solo no interior das clareiras são menos entendidas. A formação das clareiras pode ser acompanhada por um pulso de nutrientes, embora este possa ser modesto e de pouca duração (Vitousek & Denslow, 1986; Uhl et al. 1988). Enquanto alguns pesquisadores têm constatado que o solo em clareiras ocasionadas por caídas de árvores é mais úmido do que o solo sob condições de dossel fechado (Vitousek & Denslow, 1986; Becker et al. 1988), outros têm relatado o contrário (Bruijnzeel, 1992; Ashton, 1992). Sanford (1989) registrou um decréscimo na biomassa das raízes finas em duas zonas de uma clareira criada pela queda de uma única árvore.

Há muito tempo é conhecido, e aliás é um dos princípios básicos da silvicultura de florestas tropicais, que as espécies respondem de forma diferenciada aos diferentes graus de abertura de dossel. Os engenheiros florestais passaram a reconhecer que as espécies tolerantes à sombra crescem para preencher clareiras pequenas, e com o aumento da perturbação do dossel, as espécies mais demandantes por luz são progressivamente liberadas (Wyatt-Smith, 1963; Whitmore, 1975).

Denslow (1980, 1987) comentou que nas florestas tropicais úmidas, espécies diferentes são adaptadas de forma preferencial às clareiras de determinados tamanhos. A especialização para um determinado tamanho de clareira dotaria a espécie de uma vantagem competitiva nesse referido tamanho, mas envolveria condições adaptativas que reduziriam o sucesso em outros tamanhos. O tamanho das clareiras pode, portanto, constituir um importante eixo para a diferenciação em nichos, contribuindo, portanto, para a manutenção da diversidade de espécies arbóreas nas florestas tropicais. Esta idéia é conhecida como a 'hipótese do partilhamento do tamanho das clareiras'. Whitmore (1984) notou que a maioria das espécies arbóreas das florestas tropicais pertence ao grupo 'clímax' (Swaine & Whitmore, 1988), e, portanto, se a hipótese de partilhamento das clareiras for um importante mecanismo na manutenção da diversidade das espécies, é dentro deste grupo que essa evidência deve ser encontrada.

Ademais, a sazonalidade distinta do clima do Tapajós leva a diversas considerações de ordem prática e teórica. No Estado do Pará, a maior parte da extração madeireira ocorre durante a estação seca. As quedas naturais de árvores ocorrem tanto na estação chuvosa como na estação seca. Num clima bem menos sazonal em Sabah, Brown & Whitmore (1992) relataram alta mortalidade inicial de mudas da família Dipterocarpaceae após a criação artificial de clareiras, devido a uma combinação de estresse hídrico, calor excessivo e foto-oxidação foliar. Mudas pequenas, com sistemas radiculares pouco desenvolvidos e pouco auto-sombreamento, foram especialmente vulneráveis. Poder-se-ia esperar que isto fosse especialmente evidente nas clareiras criadas na estação seca no Tapajós. Além disto, Brown (1993) enfatiza que a criação de uma clareira durante um período de estresse hídrico poderia favorecer uma espécie sobre outra, e portanto, o fator temporal da criação da clareira poderia constituir outro eixo em potencial para a diferenciação em nichos. É, portanto, interessante tanto prática quanto teoricamente, determinar o efeito do fator temporal da criação de clareiras sobre o desempenho das mudas.

Este trabalho apresenta o resultado de um experimento visando testar a hipótese do partilhamento do tamanho das clareiras. O desempenho de mudas de seis espécies florestais, das quais apenas uma não pertencia ao grupo de espécies clímax, foi comparado ao longo de um gradiente microclimático, criado artificialmente e medido meticulosamente. São apresentados os dados dos primeiros 25 meses de um estudo em andamento.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Local do estudo

O presente estudo foi conduzido em uma área de floresta na localidade Revolta, no município de Belterra, Estado do Pará, Brasil, a 2° 45' de latitude sul e de 55° 00' de longitude oeste de Greenwich. A altitude é aproximadamente 175 metros acima do nível do mar. A floresta é localizada a 11 km ao sul de Belterra,

próxima do limite Norte da Floresta Nacional do Tapajós, num planalto de superfície plana, formada dos sedimentos de Alter do Chão do Terciário. O solo da área é do tipo Latossolo Amarelo Distrófico, com um alto (60% - 90%) conteúdo de argila. Os solos são profundos, ácidos, baixos em cátions cambiáveis com altos níveis de alumínio (Silva et al. 1983).

O clima é classificado por Köppen (1923) como *Ami*, um clima tropical com uma estação anual seca de dois a três meses, e pluviosidade anual de mais de 2.000 mm. A temperatura média anual do ar é de 25°C, variando de 18,4 a 32,6°C. A pluviosidade média anual em Belterra de 1972 a 1995 foi de 2.007 mm. Os picos de pluviosidade ocorrem de fevereiro a maio (Figura 1). No presente trabalho, a estação seca é definida como sendo o período de agosto a outubro, quando a pluviosidade média mensal fica abaixo de 60 mm e há menos do que dez dias chuvosos por mês.

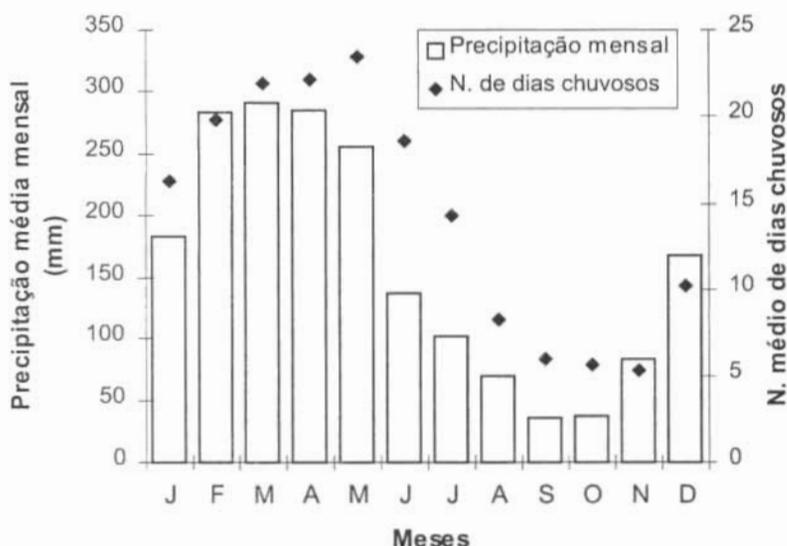


Figura 1. Pluviosidade média mensal e número de dias chuvosos em média por mês, de 1972 - 1995, na estação meteorológica de Belterra, Pará, Brasil.

A floresta é perene, embora algumas espécies, especialmente emergentes como *Caryocar villosum* (Aublet) Pers. e *Bertholletia excelsa* Bonpl., possam soltar as suas folhas por um período curto antes do início da estação seca. A floresta é classificada como sendo densa de terra firme, com alta ocorrência de palmeiras de babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng.) (Dubois, 1976). A presença de grande número de palmeiras babaçu muitas vezes é interpretada como indicador de distúrbios antropogênicos no passado, aos quais esta espécie sobrevive devido à sua resistência a repetidos cortes e queimadas da floresta (Anderson et al. 1991). Consistente com esta interpretação é a presença de carvão vegetal, a uma profundidade de aproximadamente 5 cm a 10 cm no solo em toda a floresta. Há aproximadamente 40 anos, a extração seletiva de madeira removeu em torno de 25 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de madeira da floresta, conforme Costa & Silva (19--), que, em um inventário realizado em 6 hectares da floresta registraram 90 espécies de árvores com DAP ≥ 5 cm. É provável que o número de espécies seja maior devido às dificuldades para identificar alguns grupos como *Inga* spp. e *Ocotea* spp., cuja identificação foi baseada em nomes vulgares. As principais atividades humanas atuais dentro da floresta de Revolta são a caça e a coleta de folhas de babaçu, para cobertura de casas dos moradores locais.

## Desenho experimental

Em janeiro de 1994, foram produzidas mudas a partir de sementes coletadas localmente, das espécies *Vochysia maxima*, *Cordia goeldiana*, *Hymenaea parviflora* e *Carapa guianensis*. As mudas da quinta espécie, *Rinorea guianensis*, foram coletadas na Floresta Nacional do Tapajós. As mudas foram produzidas em sacos de polietileno de dois litros, contendo solo de terra preta, e mantidas em canteiros cobertos. Para cada espécie foram selecionadas 450 mudas de tamanho aproximadamente igual e sadias. A sexta espécie, *Jacaranda copaia*, é pioneira e esperava-se pouca ou nenhuma germinação sob o dossel fechado. Sendo assim, para a espécie *Jacaranda copaia* foi feito plantio de semeadura direta nas parcelas,

imediatamente após a criação de clareiras. A germinação foi insignificante durante a estação seca e, portanto, ela foi re-semeada durante a estação chuvosa seguinte (abril 1995). As espécies cobriram uma ampla variação ecológica, conforme o entendimento dos silvicultores locais (Tabela 1). Todas as espécies, exceto *Rinorea guianensis*, são de valor comercial.

TABELA 1. Espécies selecionadas para estudo do fitômetro na floresta da Revolta, relacionadas na ordem aproximada de mais exigente em termos de luz a mais tolerante à sombra (Carvalho 1992).

Espécie	Ecologia	Valor comercial
<i>Jacaranda copaia</i>	Pioneira	Comercial
<i>Vochysia maxima</i>	Exigente de luz, de dossel	Comercial
<i>Cordia goeldiana</i>	Exigente de luz, de dossel	Comercial
<i>Hymenaea parviflora</i>	Exigente de luz, de dossel	Comercial
<i>Carapa guianensis</i>	Tolerante à sombra, de dossel	Comercial
<i>Rinorea guianensis</i>	Tolerante à sombra, de subdossel	Não-comercial

As mudas foram plantadas sob a floresta fechada em março e abril de 1994, período em que a pluviosidade é mais alta. Vinte e sete parcelas de 5 m x 5,5 m foram demarcadas dentro de áreas de floresta madura. Todas as parcelas foram localizadas de tal forma que a vegetação existente dentro da área da parcela ficasse bem abaixo da altura do dossel da floresta, para minimizar a alteração do regime de luz, durante a limpeza das parcelas para o plantio das mudas. Estas foram plantadas de forma aleatória, em espaçamento de 50 cm x 50 cm, compreendendo dez linhas no sentido norte-sul e nove no sentido leste-oeste. O ponto central de cada parcela foi deixado vazio (para acomodar aparelhos de medição microclimática), e não foram plantadas mudas em locais onde

havia grandes raízes ou buracos naturais. Isto ocasionou um remanescente de uma a três mudas por parcela, as quais foram plantadas em uma décima primeira linha leste-oeste. Cada parcela continha 15 mudas de cada uma das seis espécies (quando a espécie *Jacaranda copaia* foi semeada totalizaram-se 90 mudas por parcela). No início de maio de 1994, todas as mudas mortas foram substituídas. Todas as mudas foram etiquetadas para um melhor monitoramento.

A manipulação experimental do dossel ocorreu tanto na estação seca (agosto de 1994) como na estação chuvosa (abril de 1995). A manipulação do dossel foi feita em quatro níveis ('tipos de parcela'), mais um controle, ou testemunha, que não foi manipulado. Um 'local' continha uma parcela (controle e clareira pequena) ou três parcelas de mudas (clareiras grandes). As clareiras pequenas foram criadas cortando-se toda a vegetação  $\geq 2$  m de altura numa área de 8 m x 8 m, e também qualquer árvore cuja copa estivesse em cima da parcela central de mudas. As clareiras grandes eram áreas de 25 m x 25 m, limpas de toda a vegetação  $\geq 2$  m de altura. Cada clareira grande continha três parcelas com mudas, uma no centro da clareira, outra na borda e uma terceira a uma distância de dez metros para dentro da floresta (a parcela da "circunvizinhança"). Nas clareiras grandes, as parcelas de mudas foram orientadas do norte (parcela central) para o sul (parcela da circunvizinhança). Nos locais onde as árvores proporcionavam obstáculos para colocar as parcelas precisamente nesta orientação, as parcelas de borda e circunvizinhança foram deslocadas em até dois metros para leste ou oeste. Para minimizar a interferência entre parcelas, os locais das clareiras grandes foram situados a, pelo menos, 50 metros de distância, e as clareiras pequenas situadas a, pelo menos, 30 m de distância de qualquer outra parcela.

Os tipos de parcela foram replicados três vezes para clareiras a serem criadas na estação seca e mais três vezes para clareiras a serem criadas na estação chuvosa. Houve também três parcelas que serviram para controle, perfazendo um total de 27 parcelas com 2.340 mudas.

No período, toda vegetação que surgia dentro das parcelas de mudas era removida, com limpezas realizadas a cada quatro a seis meses. Uma faixa com largura de 50 cm ao redor das parcelas foi mantida limpa, livre da vegetação competidora. Fora das parcelas, a vegetação secundária, que também surgia na área das clareiras grandes, foi cortada em maio de 1996, de forma a evitar uma redução na abertura do dossel. Alterações sutis no dossel da floresta, ocorridas após a manipulação experimental, foram integradas ao estudo através de um monitoramento regular do microclima. Todavia, a queda de uma árvore sobre uma das parcelas da circunvizinhança foi severa o suficiente para efetivamente alterar a natureza da parcela, e a mesma foi excluída das análises. Uma parcela de controle foi destruída por caçadores em agosto ou setembro de 1996, e esta parcela também foi excluída de todas as análises, envolvendo a enumeração final (setembro de 1996).

### Medições microclimáticas

A radiação fotossinteticamente ativa (PAR), a temperatura do ar e a umidade relativa foram monitoradas em dez parcelas de mudas, por um período de dois anos, empregando-se sensores e coletores de dados (Versão 2.01, Delta-T Devices Ltd., U.K.). PAR foi medida a cada dez segundos e armazenada como médias de dez minutos, numa altura superficial de um metro, usando sensores SKP215 (Skye Instruments Ltd. U.K.). A umidade relativa do ar e a temperatura foram medidas a cada hora, numa altura de 75 cm com sensores RHA1 (Delta-T Devices Ltd., U.K.). Além disso, fotografias hemisféricas (lente Fisheye-Nikkor 8mm, montada numa câmara Nikon FM2) foram tiradas no momento do plantio das mudas e logo após a criação das clareiras e, posteriormente, a cada quatro a seis meses durante três anos. As fotos foram digitalizadas (Canon Still Video Camera RC-5CO and dedicated Canon ION software), com o limiar de escala cinza fixado (Versão 1.2<sup>©</sup> Hamlet Software Systems ApS). Abertura do dossel, fatores diretos, indiretos e totais do local e média diária estimada de PAR, foram determinados através das fotos, usando Winphot (versão 4.0,

Tersteegen, 1994). Uma descrição completa da metodologia, métodos e terminologia relativa a fotografias hemisféricas é dada por Mitchell & Whitmore (1993).

A umidade gravimétrica do solo em 15 parcelas de mudas (três para cada tipo de parcela) foi monitorada durante sete meses em 1995. Quatro amostras de solo foram coletadas por parcela, até uma profundidade de 25 cm. Estas foram acondicionadas em sacos de plástico vedados, e levadas ao laboratório onde foram pesadas, secadas até um peso constante e outra vez pesadas.

### Medições das mudas

Todas as mudas foram medidas imediatamente após a criação das clareiras de estação seca em agosto de 1994. Enumerações posteriores foram feitas a cada três a seis meses, das quais as cinco primeiras foram planejadas de forma a poderem englobar as estações seca e chuvosa. Medições adicionais foram realizadas um mês após a criação da clareira nas parcelas manipuladas recentemente, bem como nas parcelas de controle. A altura das mudas foi medida como sendo a altura ao nível do solo até ao ápice. A herbivoria das três folhas mais altas na muda e plenamente expandida foi registrada como 0 = 0% de perda de área foliar; 1 = 1-10% de perda; 2 = 11-25% de perda, 3 = maior que 25% de perda. Outras medidas de crescimento de muda, morfologia e parâmetros de danos não são relatados aqui ( Jennings, 1997).

Os blocos de mudas plantadas forneceram grande número de indivíduos com densidade uniforme, e assim facilitaram a análise do desempenho das mudas. Entretanto, este procedimento deixa aberta a questão de até que ponto dados de mudas de viveiro transplantadas na floresta podem ser considerados como representativos dos dados de mudas naturais em condições microclimáticas semelhantes. Das seis espécies estudadas aqui, apenas *Vochysia maxima* possuía grandes populações de mudas na floresta da Revolta. Isto permitiu que fossem feitas comparações entre o desempenho das mudas plantadas e o de mudas de ocorrência natural.

Não foi constatada diferença significativa em termos de sobrevivência entre as mudas plantadas de *Vochysia maxima* e as populações naturais, embora após dois anos, as mudas plantadas fossem significativamente mais altas na maioria dos locais (Jennings, 1997).

### Análise estatística

Este experimento foi projetado como um experimento fatorial com replicações. A manipulação precisa de uma estrutura de grande complexidade geométrica, como é o caso do dossel de uma floresta tropical úmida, é uma dificuldade inevitável. Clareiras com diferenças sutis em termos de formato, tamanho e orientação vão produzir condições distintas de crescimento para as mudas no piso da floresta. Embora houvesse variação intratratamento no fator de local total ("Total site factor" - TSF), estimado através de fotografia hemisférica (Mitchell & Whitmore, 1993), os tratamentos foram discretos, a não ser para um grau de sobreposição entre as bordas das parcelas pequenas e grandes (clareiras). Análises preliminares indicaram que não houve diferenças significantes entre as parcelas replicadas do mesmo tratamento em termos de mortalidade (espécies combinadas, testes  $\chi^2$ ,  $p > 0.05$ ) ou crescimento em altura da muda (ANOVAs nas taxas de crescimento em altura de médias relativas transformadas em arco seno ( $RGR_H$ ),  $p > 0.06$ ). Não houve efeito significativo do local da clareira grande na mortalidade de mudas ou crescimento relativo de altura nos três tipos associados de parcela (Teste de Friedman: % mortalidade,  $S = 2.13$ , d.f. = 4,  $p = 0.71$ ;  $RGR_H$ :  $S = 6.00$ , d.f. = 4,  $p = 0.20$ ). Como consequência destas análises, todas as análises subsequentes do desempenho de mudas são conduzidas com o pressuposto de que os tratamentos experimentais tenham sido verdadeiramente replicados, e que os tipos de parcela são independentes.

Para as análises de crescimento em altura, foram usados apenas os dados das mudas que sobreviveram durante o período completo de 25 meses. A razão disso foi a alta mortalidade

sofrida pelas pequenas mudas, o que resultaria num aumento da altura média populacional com o tempo, mesmo na ausência de crescimento (Brown & Whitmore, 1992). A taxa de crescimento relativo de altura  $RGR_H$  ( $\text{cm cm}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ ) foi calculada segundo HUNT (1978):

$$RGR_H = (\ln H_1 - \ln H_0) / (t_1 - t_0) \quad \text{Eq. 1.}$$

onde  $H_0$  é a altura em centímetros de uma muda no tempo 0 ( $t_0$ ) e  $H_1$  é a altura da muda no tempo 1 ( $t_1$ ).

Todas as análises estatísticas foram feitas através do Minitab para Windows Release 10.1 (Minitab Inc., 3081 Enterprise Drive, State College PA 16801-3008, USA), com exceção de alguns testes não-paramétricos que se encontram descritos em Neave & Worthington (1988).

## RESULTADOS

### Microclima

Uma relação linear altamente significativa foi constatada entre as mensurações médias diárias de PAR e aquelas estimadas com base em fotografias hemisféricas ( $PAR_{(estimada)} = 0,993PAR_{(medida)} + 1,255$ ;  $R^2 = 93,7\%$ ;  $p < 0,001$ ). Na medida em que aumentou a abertura do dossel, quantidades maiores de PAR começaram a penetrar até o piso da floresta (Figura 2). As clareiras grandes resultaram num aumento da duração de extremos de alta temperatura e de baixa umidade relativa (Jennings, 1997).

Há óbvias variações microclimáticas durante o dia. O microclima também varia dia após dia, estação a estação e ano a ano. Estas flutuações são importantes porque as mudas estão respondendo em nível fisiológico, e não em valores médios das variáveis microclimáticas. O padrão da variação diária da radiação significa que há bastante sobreposição na recepção diária de luz entre parcelas com marcante diferença de abertura de dossel (Figura 2).

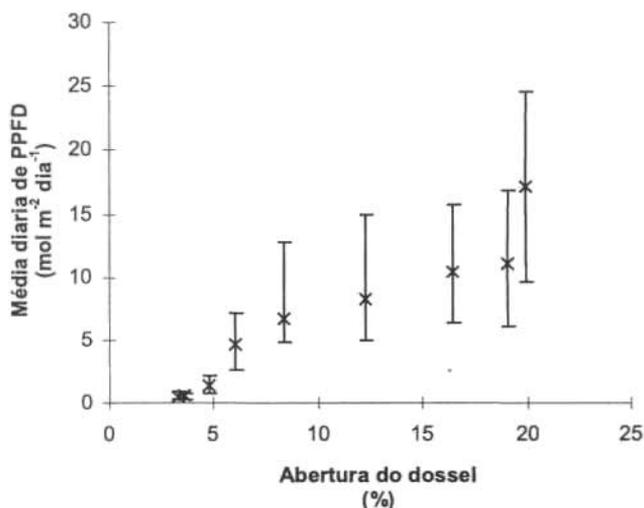


Figura 2. Médias diárias de PAR medidas durante dois anos contra % de abertura de dossel. Médias com letras diferentes têm diferenças significativas a  $p < 0.05$  (Teste T de Student). Barras indicam os 5<sup>o</sup> e 95<sup>o</sup> percentuais.

Na estação chuvosa no Tapajós, o piso da floresta recebe quantidades de PAR menores, porém mais variáveis do que na estação seca. A temperatura do ar foi mais baixa e a umidade relativa mais alta na estação chuvosa do que na seca (Jennings, 1997). A umidade gravimétrica do solo apresentou um declínio marcante na estação seca em todos os níveis de abertura do dossel (Figura 3).

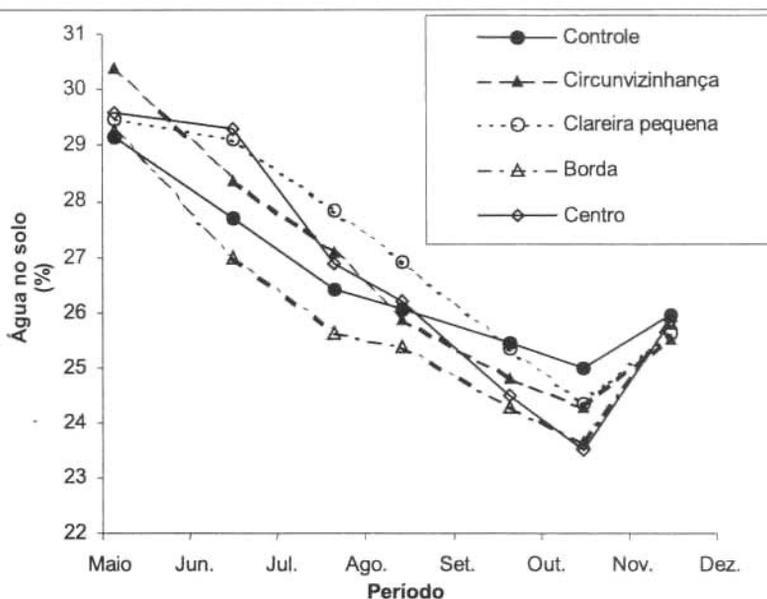


Figura 3. Umidade gravimétrica do solo nas parcelas de mudas na floresta da Revolta, município de Belterra, PA, de maio a novembro 1995.

## Respostas das mudas

### Sobrevivência

A sobrevivência das mudas aumentou com a elevação da radiação (Figura 4). O maior aumento na taxa de sobrevivência ocorreu entre as parcelas controle e circunvizinhança: com um aumento na abertura média do dossel de apenas 3,7% a 5,3%. As duas espécies mais demandantes por luz (*Jacaranda copaia* e *Vochysia maxima*) tiveram sobrevivência menor nos níveis de baixa radiação. A sobrevivência das outras espécies mais tolerantes à sombra foi superior a 80%, em todas as parcelas, menos nas de controle. Não houve diferença significativa na sobrevivência das mudas entre as clareiras criadas na estação seca e as clareiras criadas na estação chuvosa (Jennings et al. 200-).

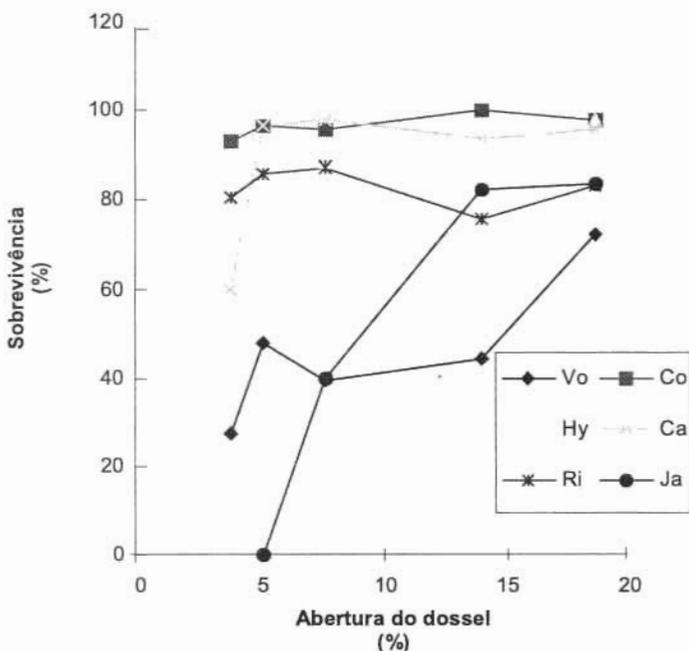


Figura 4. Porcentagem de sobrevivência de mudas de seis espécies, durante um período de 25 meses, em clareiras criadas experimentalmente na Revolta, município de Belterra, PA.

#### Crescimento de altura

O crescimento das mudas em altura aumentou com a elevação da radiação, entretanto houve alguma evidência de que o crescimento foi reduzido nos locais de máxima radiação (nas parcelas localizadas no centro das clareiras grandes (Figura 5b). A luz aparentemente teve pouco efeito no desempenho comparativo das espécies. *Carapa guianensis* foi a espécie que apresentou maior desenvolvimento em altura durante os 25 meses do estudo e em todos os níveis de abertura do dossel (Figura 5).

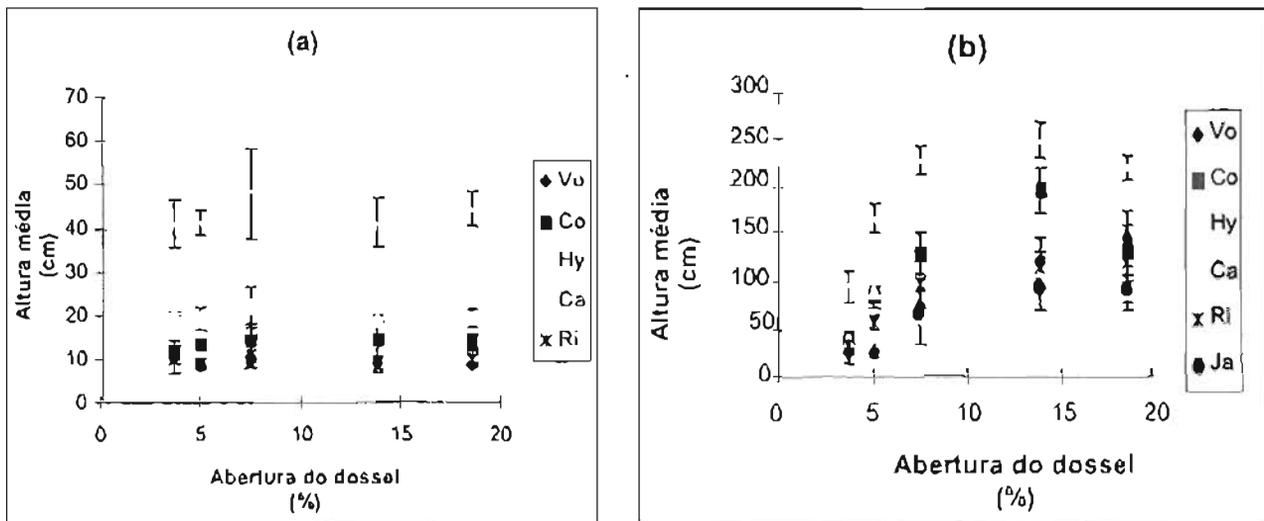


Figura 5. Altura média das mudas de seis espécies (a) no momento da criação da clareira e (b) 25 meses depois na Floresta da Revolta, no município de Belterra, PA. As barras indicam o intervalo de confiança de 95% em torno da média. Notar as diferentes escalas nos eixos dos y.

As alterações no *ranking* das alturas das mudas ficaram confinadas às espécies de tamanhos menores em todos os níveis de radiação (Tabela 2). Este padrão manteve-se consistente para as alturas médias das espécies e, também, quando foram considerados apenas os indivíduos de crescimento mais rápido de cada espécie. No início do estudo, *Carapa guianensis* constituiu-se na espécie que tinha as cinco mudas mais altas em todas as parcelas. Após os 25 meses do estudo, ela manteve a sua dominância como tendo ainda as cinco mudas mais altas nas parcelas de baixa radiação. O mesmo não se verificou nas parcelas com alta radiação, em que houve uma variação de espécies na constituição das cinco mudas mais altas por parcela. Isto pode ser a primeira indicação da experiência de Bornéu (Whitmore & Brown, 1996), que constatou que as alterações na dominância nas alturas das mudas foi verificada somente depois de cerca de quatro anos, a partir da criação da clareira. A estação de criação da clareira teve pouca relevância: apenas *Vochysia maxima* melhorou o seu *ranking* em altura nas clareiras de estação seca.

## Herbivoria

Uma alta proporção das mudas sofreu elevada incidência de herbivoria (notadamente *Vochysia maxima* e *Cordia goeldiana*), particularmente nas parcelas de baixa radiação (Figura 6). Uma associação significativa entre herbivoria severa (ou seja,  $\geq 25\%$  de perda de área foliar) foi constatada apenas para *Vochysia maxima* (Tabela 3).

TABELA 2. Alterações no posicionamento ordinal em altura das mudas de seis espécies florestais, em cinco tipos de parcela experimental (a) durante 25 meses ( $t_{25}$ ) em clareiras de estação seca (dsg) e (b) 17 meses ( $t_{17}$ ) após a criação de clareiras tanto em clareiras de estação chuvosa (wsg) como em seca, na floresta da Revolta, no município de Belterra, PA.

Espécie	Tipo de parcela									
	(a) 25 meses									
	Controle		Circunvizinhança		Clareira pequena		Borda		Centro	
	$t_0$	$t_{25}$	Dsg	Dsg	dsg	dsg	dsg	dsg	dsg	dsg
<i>Carapa</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Hymenaea</i>	2	2	4	4	6	6	5	5	6	6
<i>Cordia</i>	3	3	2	2	2	2	2	2	3	3
<i>Vochysia</i>	4	5	5	5	4	4	3	3	2	2
<i>Rinorea</i>	5	4	3	3	3	3	4	4	4	4
<i>Jacaranda</i>	.	.	.	.	5	5	5	5	5	5

Espécie	(b) 17 meses após criação da clareira									
	Controle		Circunvizinhança		Clareira pequena		Borda		Centro	
	$t_0$	$t_{17}$	dsg	wsg	dsg	wsg	dsg	wsg	dsg	wsg
<i>Carapa</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Hymenaea</i>	2	2	2	4	4	4	3	6	4	4
<i>Cordia</i>	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2
<i>Vochysia</i>	4	4	4	5	3	5	4	4	3	6
<i>Rinorea</i>	5	5	5	3	5	3	5	3	5	3
<i>Jacaranda</i>	.	.	.	.	6	6	6	5	6	5

OBS: Não houve medição nas parcelas das clareiras da estação seca após 17 meses, portanto a ordem do "ranking" em altura foi calculada da média ponderada das alturas das mudas presentes entre os censos de 15 e 21 meses.

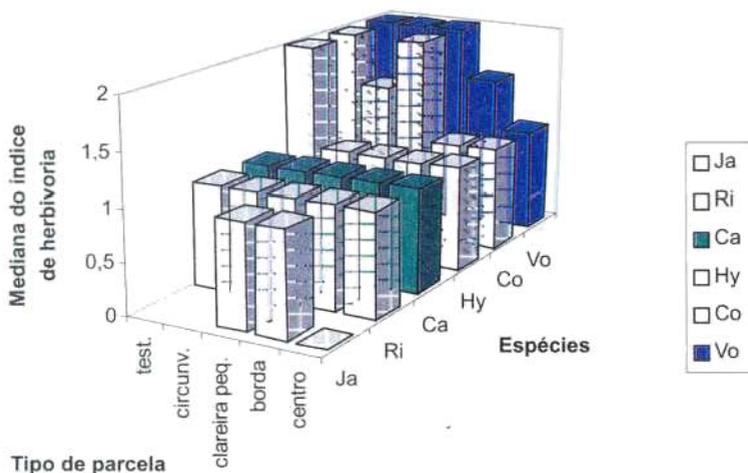


Figura 6. Perda mediana de área foliar através da herbivoria no período, para as seis espécies nos cinco tipos diferentes de parcela (são mostradas apenas as clareiras da estação seca), na floresta da Revolta, no município de Belterra, PA.

TABELA 3. Resultados de testes de  $\chi^2$ , comparando a mortalidade de mudas que foram classificadas como tendo  $> 25\%$  de perda de área foliar, em pelo menos uma ocasião, com aquelas classificadas como tendo  $\leq 25\%$  de perda em todos os censos. Nenhuma análise foi executada para *Jacaranda copaia*, já que um número pequeno demais de mudas sofreu perda severa de área foliar.

Espécie	% mort. de mudas com $<25\%$ perda de área foliar	% mort. de mudas com $>25\%$ perda de área foliar	gl	$\chi^2$	p
<i>Vochysia maxima</i>	54.7	73.8	1	11.13	$< 0.001$
<i>Cordia goeldiana</i>	7.9	3.4	1	3.71	0.054
<i>Hymenaea parviflora</i>	22.1	19.0	1	0.44	0.509
<i>Carapa guianensis</i>	11.3	11.5	1	0.01	0.952
<i>Rinorea guianensis</i>	11.4	22.8	1	2.42	0.120

## DISCUSSÃO

### Microclima

As manipulações experimentais realizadas no dossel da floresta da Revolta criaram uma ampla variação de condições microclimáticas. Na medida em que o tamanho da clareira aumentou, houve também um aumento da radiação; a temperatura do ar foi mais alta por mais tempo e houve períodos mais longos de baixa umidade relativa. O tamanho da clareira teve pouco efeito sobre a umidade gravimétrica do solo. Um alto grau de variação temporal no regime de radiação foi observado.

A variação diária significou que as parcelas com níveis muito diferentes na abertura do dossel experimentaram sobreposições nos regimes de luz. A hipótese do partilhamento do tamanho das clareiras (Denslow, 1980) sugere que uma espécie irá sobrepujar as outras na competição quando todas as espécies estiverem crescendo juntas em uma mesma clareira, já que aquela espécie está especializada estreitamente em uma parte da escala microclimática. Todavia, se o microclima for de alta variabilidade em várias escalas temporais diferentes, então qualquer muda experimentalizará o seu microclima otimizado apenas eventualmente, e a vantagem competitiva será deslocada continuamente de uma espécie a outra. Baseado nesta evidência, parece improvável que as espécies possam ser altamente especializadas em clareiras de diferentes tamanhos.

Houve também um alto grau de variação sazonal no microclima. A variação dia após dia foi mais alta na estação chuvosa. Os níveis de radiação foram mais altos na estação seca, bem como também a temperatura do ar, sendo que a umidade relativa foi mais baixa. Os níveis de umidade gravimétrica do solo caíram durante a estação seca em todos os níveis de abertura do dossel. Nas clareiras grandes, e mais geralmente durante a estação seca, os solos secos e altas temperaturas combinaram-se de forma a limitar severamente o crescimento das mudas (Jennings, 1997).

## Respostas das mudas

O aumento na abertura do dossel (e portanto o aumento de radiação) resultou num aumento do crescimento em altura das mudas. Houve pouca evidência de que as espécies estivessem partilhando o gradiente do microclima, uma vez que a muda mais alta de *Carapa guianensis*, no início do experimento permaneceu como a mais alta em todos os tamanhos de clareira. O desempenho do crescimento das mudas nas clareiras criadas na estação chuvosa diferiu pouco daquelas crescendo nas clareiras de estação seca (Jennings et al. 200-). Mudanças no posicionamento ordinal em altura ocorreram apenas entre as espécies de menores tamanhos. Num experimento semelhante conduzido em Bornéu, Whitmore & Brown (1996) constataram que o partilhamento das clareiras entre as espécies começou a ocorrer aproximadamente quatro anos após a criação da clareira. No experimento da Revolta, é provável que algumas espécies comecem a alcançar *Carapa guianensis* em algumas das parcelas nos próximos anos. É, portanto, importante que as medições deste experimento continuem.

A mortalidade geralmente foi mais alta nos microlocais mais sombreados, e foi nestas parcelas que ocorreram as maiores diferenças interespecíficas em mortalidade. Este resultado é coerente com outros trabalhos realizados em florestas tropicais úmidas (De Stevens & Putz, 1984; Brown & Whitmore, 1992). Um pequeno aumento na abertura do dossel, e portanto, nos níveis de radiação acima de um dossel fechado (de 3,7% a 5,3%), resultou numa grande redução na mortalidade. A alta mortalidade de *Vochysia maxima* foi causada, pelo menos em parte, por uma severa herbivoria em sombra excessiva, não sendo apenas um resultado da sua resposta fisiológica à radiação. Isto demonstra a complexidade que está por trás das idéias aparentemente simples de “tolerante à sombra” e “exigente de luz”.

As respostas das mudas encontradas neste estudo aos distúrbios no dossel sugerem que mesmo uma leve alteração no dossel pode produzir grandes ganhos em termos de silvicultura,

promovendo a sobrevivência e o crescimento de espécies clímax, e ao mesmo tempo, não estimulando a germinação e o estabelecimento de pioneiras. Isto é uma das características do sistema silvicultural "shelterwood", que merece mais atenção na Amazônia. Este experimento também demonstrou que a germinação e o crescimento de espécies pioneiras com uma abertura do dossel igual ou inferior a 8% são pouco ou inexistentes. Isto sugere que onde forem desejadas as espécies clímax, o dossel da floresta não deve ser aberto acima deste nível. Nos próximos anos, a continuação das medições no experimento da Revolta devem ajudar a determinar o grau de abertura do dossel mais adequado ao crescimento otimizado das espécies estudadas, esta informação deverá ser útil na silvicultura de florestas naturais e de plantação.

A densidade das populações de mudas das espécies arbóreas de florestas tropicais úmidas varia imensamente durante períodos curtos (Richards, 1952; Fox, 1973; Lopes, 1993; Jennings, 1997). O experimento mostrou que a espécie mais alta no momento da criação da clareira manteve a sua dominância em altura durante 25 meses em todos os tamanhos de clareira. Isto sugere que se as operações silviculturais (incluindo a derruba) forem conduzidas num momento em que uma espécie desejável tenha uma população densa, com mudas relativamente grandes, então aquela espécie tenderá a ser favorecida pela abertura do dossel. Desta forma, então, o efeito do sincronismo das operações florestais na composição subsequente da floresta merece mais atenção.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, A.B.; MAY, P.H.; BALICK, M.J. **The subsidy from nature**. New York: Columbia University, 1991.
- ASHTON, P.M.S. Some measurements of the microclimate within a Sri Lankan tropical rain forest. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 59, p. 217-235, 1992.
- BARTON, A.M., FETCHER, N.; REDHEAD, S. The relationship between treefall gap size and light flux in a Neotropical rain forest in Costa Rica. **Journal of Tropical Ecology**, v.5, 437-439. 1989.
- BECKER, P.; RABENOLD, P.E.; IDOL, J.R.; SMITH, A.P. Water potential gradients for gaps and slopes in a Panamanian tropical moist forest's dry season. **Journal of Tropical Ecology**, v.4, p.173-184, 1988.
- BJÖRKMAN, O.; LUDLOW, M.M. Characterisation of the light climate on the floor of a Queensland rainforest. **Carnegie Institute of Washington Yearbook**, v. 71, p. 85-94, 1972.
- BROWN, N.D. **Dipterocarp regeneration in tropical rain forest gaps of different sizes**. Oxford: University of Oxford. 1990. Tese Doutorado.
- BROWN, N.D. The implications of climate and gap microclimate for seedling growth conditions in a Bornean lowland rain forest. **Journal of Tropical Ecology**, v.9, p.133-168, 1993.
- BROWN, N.D.; WHITMORE, T.C. Do dipterocarp seedlings really partition tropical rain forest gaps? **Philosophical Transactions of the Royal Society London, Series B**, v.335, p.369-387, 1992.
- BRUIJNZEEL, L.A. Managing tropical forest watersheds for production: where contradictory theory and practice co-exist. In: MILLER, F.R.; ADAM, K.L. (Ed.). **Wise management of tropical forests**. Oxford: Oxford Forestry Institute, 1992. p.37-75.
- CHAZDON, R.L.; FETCHER, N. Photosynthetic light environments in a lowland tropical rain forest in Costa Rica. **Journal of Ecology**, v.72, p.553-564, 1984.

- COSTA, D.H.M.; SILVA, J.N.M. **Inventário florestal de uma área experimental na localidade de Revolta, Belterra, PA.** Belém, 19--. Não publicado.
- DENSLOW, J.S. Gap partitioning among tropical rainforest trees. **Biotropica**, v.12, p.47-55, 1980. Supplement.
- DENSLOW, J.S. Tropical rain forest gaps and tree species diversity. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.18, p.431-451, 1987.
- DENSLOW, J.S.; HARTSHORN, G.S. In: MCDADE, L.A.; BAWA, K.S.; HESPENHEIDE, H.A.; HARTSHORN, G.S. (eds.) **La Selva: ecology and natural history of a neotropical rain forest.** Chicago: The University of Chicago, 1994. p.120-127.
- DE STEVENS, D.; PUTZ, F.E. Impact of mammals on early recruitment of a tropical canopy tree, *Dipteryx panamensis*, in Panama. **Oikos**, v. 43, p. 207-216, 1984.
- DUBOIS, J.C.L. **Preliminary forest guidelines for the National Forest of Tapajós.** Belém: IBDF-PRODEPEF. 1976.
- FOX, J.E.D. Dipterocarp seedling behaviour in Sabah. **The Malaysian Forester**, v.36, p.205-214, 1973.
- HUNT, R. **Plant growth analysis.** London: Arnold, 1978. (Studies in Biology, 69).
- JENNINGS, S.B. **The response of tree seedlings to canopy disturbance in an Amazonian rain forest.** Oxford: University of Oxford. 1997. Tese Doutorado.
- JENNINGS, S.B.; WHITMORE, T.C.; BROWN, N.D.; LOPES, J. do C.A. The effect of timing of gap creation on the comparative performance of tropical rain forest tree seedlings. **Journal of Ecology**, [200-].
- KÖPPEN, W. **Die klimate de Erde.** Berlin: Walter de Gruyter, 1923.

- LOPES, J. do C.A. Demografia e flutuações temporais da regeneração natural após uma exploração florestal: FLONA do Tapajós-Pará. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1993. Dissertação de Mestrado,
- MITCHELL, P.L.; WHITMORE, T.C. **Use of hemispherical photographs in forest ecology**. Oxford: Oxford Forestry Institute. 1993. (Occasional Papers, 44).
- NEAVE, H.R.; WORTHINGTON, P.L. **Distribution-free tests**. London: Unwin Hyman, 1988.
- PEARCY, R.W. The light environment and growth of C3 and C4 tree species in the understory of a Hawaiian forest. **Oecologia**, v. 58, p. 19-25, 1983.
- PLATT, W.J.; STRONG, D.R. (Ed.). Treefall gaps and forest dynamics. **Ecology**, v.70, p.534-575, 1989.
- RICHARDS, P.W. **The tropical rain forest**. Cambridge: Cambridge University, 1952.
- SANFORD, R.L. Fine root biomass under a tropical forest light gap opening in Costa Rica. **Journal of Tropical Ecology**, v. 5, p. 251-256, 1989.
- SILVA, J.M.L. da; MARTINS, J.S.; SANTOS, R.D. dos; SOARES, A.F.; LIMA, A.A.C.; GAMA, J.R.N.F.; SANTOS, P.L.DOS; RÊGO, R.S. **Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras da área do pólo Tapajós**. Belém: Embrapa-CPATU, 1983. (Embrapa-CPATU. Boletim de Pesquisa, 20).
- SWAINE, M.D.; WHITMORE, T.C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. **Vegetatio**, v.75, p.81-86, 1988.
- UHL, C.; CLARK, K.; DEZZEO, N.; MAQUIRINO, P. Vegetation dynamics in Amazonian treefall gaps. **Ecology**, v.69, p.751-763, 1988.

- VÁZQUEZ-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A. Seed germination of a tropical rain forest tree *Heliocarpus donnell-smithii* in response to diurnal fluctuations of temperature. **Physiologia Plantarum**, v.56, p.295-298, 1982.
- VÁZQUEZ-YANES, C.; SMITH, H. Phytochrome control of seed germination in the tropical rain forest pioneer trees *Cecropia obtusifolia* and *Piper auritum* and its ecological significance. **New Phytologist**, v.92, p.477-485, 1982.
- VITOUSEK, P.M.; DENSLOW, J.S. Nitrogen and phosphorus availability in treefall gaps of a lowland tropical rain forest. **Journal of Ecology**, v. 74, p. 1167-1178, 1986.
- WATT, A.S. Pattern and process in the plant community. **Journal of Ecology**, v.35, p.1-22, 1947.
- WHITMORE, T.C. **Tropical rain forests of the Far East**. Oxford: Clarendon, 1975.
- WHITMORE, T.C. Gap size and species richness in tropical rain forests. **Biotropica**, v.16, p.239, 1984.
- WHITMORE, T.C.; BROWN, N.D. Dipterocarp seedling growth in rain forest canopy gaps during six and a half years. **Philosophical Transactions of the Royal Society London, Series B**, v.351, p.1195-1203, 1996.
- WYATT-SMITH, J. **Manual of Malayan silviculture for inland forest**. Kuala Lumpur: Forest Department, 1963. 2v. (Malayan Forest Records, v.23).

# DINÂMICA DA REGENERAÇÃO NATURAL DE ALGUMAS ESPÉCIES FLORESTAIS NA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS, ESTADO DO PARÁ, BRASIL

Stephen Bennett Jennings; José do Carmo Alves Lopes;  
Timothy Charles Whitmore; Nicholas David Brown

## INTRODUÇÃO

Um dos princípios da silvicultura das florestas tropicais úmidas é que diferentes espécies respondem de forma diferenciada aos diversos graus de abertura do dossel. As espécies tolerantes à sombra crescem para preencher pequenas clareiras, e na medida em que aumentam os distúrbios no dossel, as espécies mais demandantes por luz são liberadas progressivamente por apresentarem um crescimento mais rápido. Com base nesse entendimento, diversas classificações têm sido propostas para agrupar as espécies que compartilham respostas semelhantes à luz enquanto mudas. A classificação mais clara é a de Swaine & Whitmore (1988) e Whitmore (1989), os quais diferenciaram as espécies em **pioneiras** (que exigem maior penetração de luz até o solo da floresta para a germinação das sementes e o estabelecimento das mudas) e espécies **não-pioneiras (clímax)**, que são capazes de germinar e se estabelecerem sob o dossel fechado (Whitmore, 1984). Entretanto, dentro do grupo das espécies clímax, é sabido que existem variações nas respostas das mudas com relação aos diferentes tamanhos de abertura do dossel. O grau de especialização para essas espécies ainda está em discussão (Brown & Jennings, 1998).

A manipulação do dossel da floresta é uma das poucas técnicas viáveis para influenciar na estrutura e na composição da regeneração nas florestas tropicais úmidas. É, portanto, de importância vital em termos de silvicultura, entender como as mudas de diferentes espécies respondem aos diferentes níveis de aberturas

do dossel. As respostas das populações de mudas de interesse para o manejo incluem as variações nas populações, como também, a dinâmica de mortalidade e crescimento.

Este estudo visou ampliar os conhecimentos sobre a demografia de mudas nas florestas do Tapajós, partindo do trabalho de Lopes (1993). Visou, também, oferecer informações sobre o desempenho comparativo de mudas de espécies florestais nos diferentes tamanhos de abertura do dossel. Essas informações são mais conhecidas e utilizadas no manejo das florestas tropicais da Ásia do que na região amazônica. Foi dado enfoque às espécies de valor comercial atual ou potencial. Dessa forma, o estudo pretendeu apoiar a pesquisa em silvicultura e manejo dessas florestas, que já vêm sendo desenvolvida pela Embrapa Amazônia Oriental.

Os objetivos específicos desta pesquisa foram: investigar os padrões espaciais e temporais das populações de mudas de onze espécies florestais; e caracterizar as respostas de sete dessas espécies aos variados graus de abertura no dossel.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Local de estudo

A pesquisa foi desenvolvida no Parque Fenológico, que é uma área de 400 hectares dentro da Floresta Nacional do Tapajós, município de Belterra, PA. A latitude é de aproximadamente 02° 45' sul e a longitude é 55° 00' oeste de Greenwich. A altitude é de 175 m acima do nível do mar.

A área é constituída por um planalto ligeiramente ondulado. O solo do local do estudo é classificado como do tipo Latossolo Amarelo distrófico, com um alto conteúdo de argila (60% - 90%). Os solos são profundos, ácidos, baixos em cátions cambiáveis e possuem altos teores de alumínio (Silva et al. 1983).

O clima é classificado por Köppen (1923) como Ami, ou seja, um clima tropical com uma estação seca anual de dois a três meses (agosto-outubro) e pluviosidade anual superior a 2.000 mm. A temperatura média anual é de aproximadamente 25 °C. Apesar da estação seca marcante, a floresta é perene, embora algumas espécies (especialmente emergentes, tais como *Caryocar villosum* (Aublet) Pers. e *Bertholletia excelsa* Bonpl.) apresentem quedas de folhas por um período curto anterior ao início da estação seca (*obs. pess.*).

Desde 1984, a fenologia da floração, frutificação e queda foliar de mais de 50 espécies vem sendo monitorada a cada quinze dias<sup>1</sup>. Antes de serem iniciadas as observações fenológicas, todas as árvores com DAP ≥ 30 cm foram mapeadas e medidas em todos os 400 hectares. A floresta é classificada como floresta densa de terra firme, sem palmeiras de babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng.), de acordo com Dubois (1976). Antes da criação da Floresta Nacional em 1974, distúrbios antropogênicos ocorreram no Parque Fenológico, tais como: caça, alguma extração, em pequena escala, de produtos florestais não-madeireiros e, possivelmente, pequenos volumes de madeira, mas considera-se que essas atividades tiveram um impacto apenas modesto na estrutura e composição da floresta (Carvalho, 1992; Lopes, 1993).

## Obtenção dos dados

Foram usados mapas elaborados a partir de um inventário de todas as árvores com DAP ≥ 30 cm, realizado pela Embrapa Amazônia Oriental em 1985, para selecionar uma área do parque, que contivesse um maior número de árvores de algumas das espécies que estavam sendo estudadas em outros projetos de pesquisa. Um levantamento realizado confirmou alta abundância de mudas de uma das espécies de interesse para o estudo (*Vochysia maxima*). O segundo critério de seleção era que a área deveria incluir uma variação da estrutura do dossel, e constatou-se que a área de fato incluía numerosas aberturas no dossel de vários tamanhos, bem como floresta em fase madura e de construção.

---

<sup>1</sup>Informação prestada por Noemi Martins Leão, pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental ao autor do trabalho.

Um transecto de 500 m x 10 m foi estabelecido, começando no quadrado K1 do Parque Fenológico e indo em direção 281° Norte (Figura 1). O transecto foi dividido em 200 parcelas contíguas de 5 m x 5 m, as quais foram marcadas com estacas. Um reconhecimento preliminar revelou que diversas espécies tinham mudas presentes na maior parte do transecto e estas espécies foram selecionadas para o estudo da dinâmica de população (Tabela 1). Um subgrupo de sete dessas espécies foi selecionado para medições de crescimento e mortalidade (Tabela 1). As mudas dessas sete espécies foram também etiquetadas em duas parcelas adicionais, no centro de clareiras adjacentes ao transecto.

As espécies são clímax *sensu* Swaine & Whitmore (1988): DL (espécie demandante por luz); TS (espécie tolerante à sombra). O número de mudas etiquetadas para medições separadas de crescimento e mortalidade é indicado.

Em setembro de 1994, todas as parcelas foram medidas pela primeira vez. O número de mudas de cada uma das 11 espécies em cada parcela foi anotado e as alturas das mudas foram divididas em classes de 30 cm de altura até 3 m. Duas variáveis da estrutura do dossel foram estimadas para cada parcela: índice de exposição da copa (Dawkins, 1956) e fases da floresta (Whitmore, 1975), aqui usadas como altura (em vez de uma combinação de altura e diâmetro), uma vez que apenas mudas (e não todas as classes de tamanho) foram medidas (Apêndice 1).

O Parque Fenológico é dividido por uma série de trilhas de acesso (mais largas a cada 200 m, e mais estreitas a cada 50 m), das quais várias atravessaram o transecto. Para as parcelas cortadas por trilhas (19 parcelas), a porção não afetada da parcela (> 50 cm da borda da trilha) foi marcada com estacas e apenas esta área foi medida. Uma parcela (77) estava quase inteiramente ocupada por uma trilha e não foi medida.

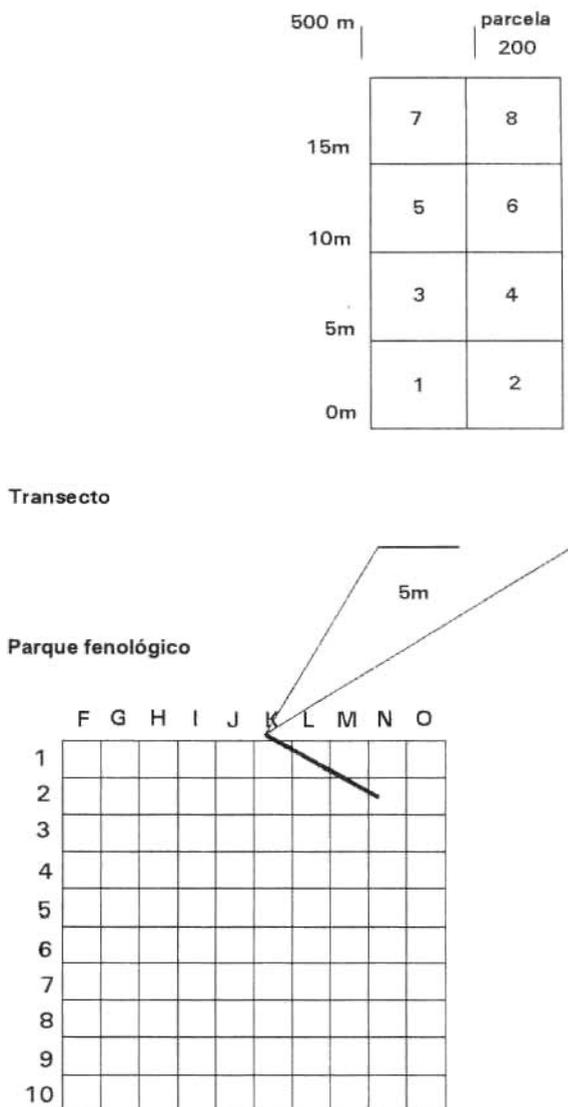


Figura 1. Esquema do transecto de 500 m x 10 m, dividido em 200 parcelas contíguas de 5 m x 5 m no Parque Fenológico, Floresta Nacional do Tapajós, município de Belterra, PA, o qual tem uma área de 400 hectares, dividida por trilhas principais de acesso a cada 200 m.

TABELA 1. Espécies selecionadas para o estudo da dinâmica de populações de mudas no Parque Fenológico, Flona do Tapajós, município de Belterra, PA, suas ecologias (Carvalho, 1992).

Espécies	Família	Ecologia	Nº de mudas etiquetadas
<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	Meliaceae	TS árvore do dossel	*151
<i>Copaifera duckei</i> Dwyer	Caesalpiniaceae	TS árvore do dossel	
<i>Couratari stellata</i> A.C. Smith	Lecythidaceae	TS árvore do dossel	
<i>Coussarea platyphylla</i> Poepp. & Endl.	Rubiaceae	DL (?) árvore de sub-bosque	
<i>Erismia uncinatum</i> Warm.	Vochysiaceae	TS árvore do dossel	110
<i>Faramea anysocalyx</i> Poepp. & Endl.	Rubiaceae	TS árvore de sub-bosque	
<i>Manilkara huberi</i> Standley	Sapotaceae	TS árvore do dossel	254
<i>Sclerobium chrysophyllum</i> Poepp. & Endl.	Caesalpiniaceae	DL (?) árvore do dossel	260
<i>Sclerobium guianensis</i> Benth.	Caesalpiniaceae	DL (?) árvore do dossel	82
<i>Tachigali myrmecophila</i> Ducke	Caesalpiniaceae	TS árvore do dossel	126
<i>Vochysia maxima</i> Ducke	Vochysiaceae	DL árvore do dossel	106

Todas as parcelas foram re-midas quatro vezes, em intervalos de cinco a oito meses, perfazendo um total de cinco medições em um período de 24 meses. Para se obter informação sobre a localização das árvores na área do estudo com potencial para serem matrizes, foram registradas todas as árvores com DAP  $\geq$  10 cm (ou DAP  $\geq$  5 cm para as duas espécies do sub-bosque *Coussarea platyphylla* e *Faramea anysocalyx*, as quais atingem a maturidade reprodutiva com um tamanho pequeno) dentro do transecto. Foram registradas também todas as árvores adultas das espécies estudadas até 30 m distante do transecto.

Para os estudos de crescimento e mortalidade, as mudas foram etiquetadas com números seqüenciais a partir de outubro de 1994. Suas localizações dentro de cada parcela foram

registradas em um mapa. Todas as mudas de *Manilkara huberi*, *Sclerolobium chrysophyllum*, *S. guianensis* e *Carapa guianensis* (das quais havia 100 - 250 indivíduos dentro do transecto), foram etiquetadas. Mudanças recém-germinadas de *Carapa guianensis* foram incorporadas ao estudo durante os anos de 1995 e 1996, devido ao tamanho inicial pequeno da população e alta mortalidade.

Em função das três espécies mais numerosas (*Vochysia maxima*, *Erismia uncinatum* e *Tachigali myrmecophila*), tornou-se impraticável medir todos os indivíduos por causa da alta abundância (superior a 800 por espécie). Por isso, utilizou-se um indivíduo de cada parcela onde a espécie ocorria. Para evitar distorções, como por exemplo selecionar a muda mais conspícua, selecionou-se aquela mais próxima do canto sudoeste da parcela. Para aumentar o número de mudas em cada classe de exposição de copa, foram selecionadas mudas adicionais nas parcelas. O número de mudas etiquetadas para as sete espécies é apresentado na Tabela 1.

Para cada indivíduo etiquetado, o índice Clark & Clark de exposição de copa foi estimado (Clark & Clark, 1992; Anexo 1) e a altura da muda medida até o centímetro mais próximo. Observações adicionais relevantes foram também registradas como: condição da ponteira, peculiaridades do microlocal, casos de herbivoria severa, e casos de mortalidade, quando possíveis de serem identificáveis.

No início do estudo, constatou-se que a população de *Carapa guianensis* era pequena, e sofreu alta mortalidade. A disseminação e germinação das sementes durante a maior parte de 1995 e 1996 permitiu que novas mudas fossem incorporadas ao estudo. O crescimento dessa espécie não foi analisado em qualquer nível de detalhe, uma vez que poucas mudas da população inicial sobreviveram até o fim do período de estudo.

Todas as mudas etiquetadas que sobreviveram foram re-mensuradas em três ocasiões: junho e novembro de 1995 e outubro de 1996, perfazendo um total de dois anos de monitoramento do crescimento e exposição de copa dessas mudas. Nos levantamentos seguintes, quando não eram encontradas nem a muda ou

etiqueta, após a mensuração de todo o transecto, era realizada uma segunda busca na tentativa de reencontrar aquela muda. Ainda, se na enumeração posterior a muda não era encontrada, presumia-se que morrera. Na enumeração final (outubro de 1996) foi empreendida uma busca adicional das mudas não encontradas até esta enumeração, para reduzir a possibilidade de superestimação da mortalidade.

## RESULTADOS

### Dinâmica da população de mudas

#### Mudanças populacionais

A maioria das onze espécies demonstrou grandes variações nos tamanhos de suas populações, conforme pode ser observado na Figura 2. A diferença entre a maior e a menor população ficou entre 20% e 86% (média 58%) para cada espécie (Tabela 2). Com exceção da espécie *Erismia uncinatum*, que permaneceu como a espécie mais comum durante o período inteiro dos dois anos, houve grandes alterações no posicionamento na ordem de abundância das demais espécies. As alterações nos tamanhos das populações de mudas ocorreram em momentos distintos para diferentes espécies (Figura 2). Quatro espécies (*Tachigali myrmecophila*, *Manilkara huberi*, *Copaifera duckey* e *Faramea anyscocalyx*) não frutificaram durante o período do estudo. Mesmo algumas das espécies que de fato produziram sementes, não demonstraram um aumento no tamanho da população (p. ex. *Vochysia maxima*), ou tiveram um aumento apenas em um período curto (p. ex. *Erismia uncinatum*). Em contraste, *Sclerolobium chrysophyllum* teve um recrutamento copioso no início de 1995, que resultou num aumento persistente no tamanho da população. *Carapa guianensis* recrutou continuamente de maio de 1995 a setembro de 1996.

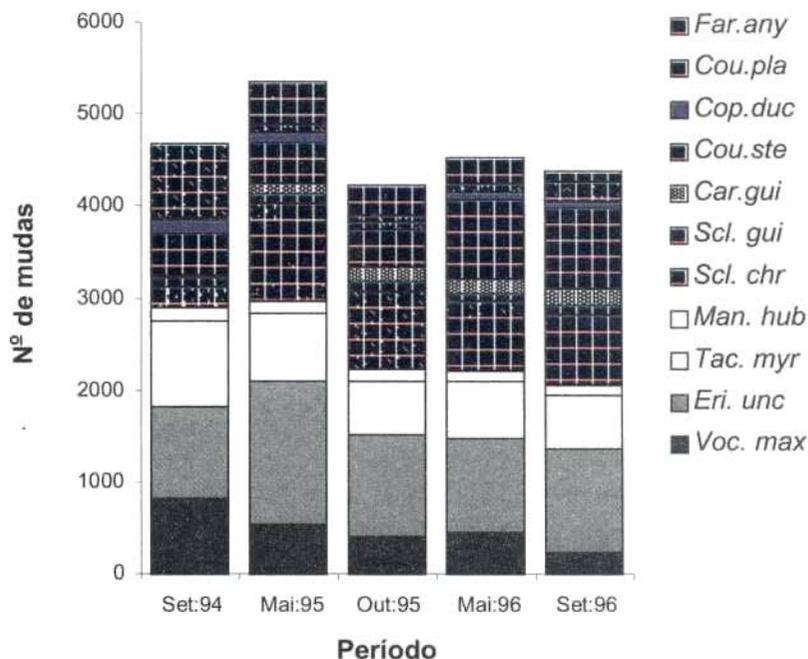


Figura 2. Mudança nos números de mudas de onze espécies durante um período de dois anos no Parque Fenológico, Flona do Tapajós, município de Belterra, PA.

## Distribuição espacial

A maioria das espécies apresentou distribuição espacial altamente agrupada. É dado um exemplo na Figura 3. Todavia, o grau de agrupamento variou com o tempo. Na enumeração mais próxima ao término da disseminação e germinação de cada espécie, dez das onze espécies tiveram distribuições agrupadas estatisticamente significativas comparadas a uma distribuição aleatória (Poisson) (teste Kolmogorov-Smirnov de duas amostras, duas caudas,  $p < 0.05$ ). Para a enumeração feita no período mais longo após a disseminação, apenas seis das espécies tiveram distribuições significativamente agrupadas (teste Kolmogorov-Smirnov de duas amostras, duas caudas,  $p < 0.05$ ). Os resultados para as onze espécies utilizadas no estudo são mostrados na Tabela 3.

TABELA 2. Diferenças percentuais ocorridas entre a maior e a menor população de mudas das onze espécies arbóreas durante o período de dois anos em um transecto no Parque Fenológico, Flona do Tapajós, município de Belterra, PA.

Espécies	Diferenças (%)
<i>Vochysia maxima</i> *	71.0
<i>Erismia uncinatum</i> *	35.8
<i>Tachigali myrmecophila</i>	36.4
<i>Manilkara huberi</i>	34.9
<i>Sclerobium chrysophyllum</i> *	80.4
<i>Sclerobium guianensis</i> *	19.7
<i>Carapa guianensis</i> *	83.2
<i>Couratari stellata</i> *	54.1
<i>Copaifera duckei</i>	51.7
<i>Cousserea platyphylla</i> *	82.0
<i>Faramea anysocalyx</i>	86.1
Média	57.7

Os agrupamentos de mudas foram encontrados perto dos indivíduos adultos da mesma espécie, embora nem todas as árvores adultas tenham apresentado agrupamentos de mudas. Não houve associação entre a localização dos agrupamentos de mudas com a estrutura do dossel, a não ser no caso de *Faramea anysocalyx*, cujos agrupamentos de mudas foram associados de forma significativa com a floresta na fase madura (Teste Mann-Whitney,  $p = 0.04$ ).

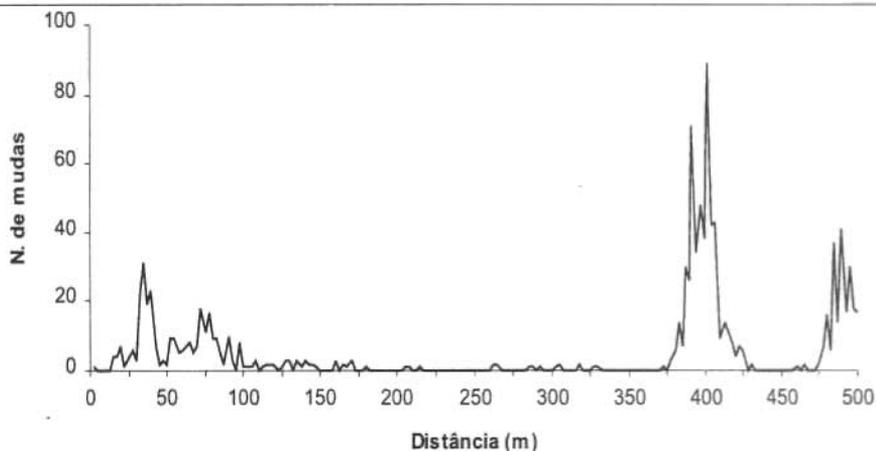


Figura 3. Distribuição espacial de *Sclerolobium chrysophyllum* ao longo de um transecto em maio de 1995, Parque de Fenológico, Flona do Tapajós, município de Belterra, PA.

#### Estrutura de altura das populações de espécies

A maioria das espécies apresentou estruturas de altura semelhantes, em que mais de 90% das mudas tiveram altura inferior a 60 cm. As exceções foram as duas espécies do sub-bosque, *Coussarea platyphylla* e *Faramea anysocalyx*, nas quais uma proporção muito maior de mudas foi mais alta. Seis espécies tiveram um número de mudas altas ( $\geq 90$  cm de altura) suficiente para permitir as análises. Destas, quatro tinham uma proporção significativamente maior de mudas altas em áreas de baixa densidade do que dentro dos agrupamentos (Teste  $\chi^2$ ,  $p < 0.05$ ).

TABELA 3. Resultados do teste de Kolmogorov-Smirnov, comparando a distribuição espacial de mudas de onze espécies em um transecto no Parque Fenológico, Flona do Tapajós, município de Belterra, PA, com a distribuição de Poisson.

Espécies	Resultados do teste Kolmogorov-Smirnov			
	$t_{\min}$		$t_{\max}$	
	$D_{n,m}$	p	$D_{n,m}$	p
<i>Vochysia maxima</i>	0.25	< 0.001	0.32	< 0.001
<i>Erismia uncinatum</i>	0.34	< 0.001	0.33	< 0.001
<i>Tachigali myrmecophila</i>	0.57	< 0.001	0.38	< 0.001
<i>Sclerolobium chrysophyllum</i>	0.57	< 0.001	0.41	< 0.001
<i>Sclerolobium guianensis</i>	0.12	> 0.05	0.14	> 0.05
<i>Couratari stellata</i>	0.51	< 0.001	0.43	< 0.001
<i>Manilkara huberi</i>	0.17	< 0.01	0.09	> 0.05
<i>Carapa guianensis</i>	0.15	< 0.05	0.03	> 0.05
<i>Copaifera duckei</i>	0.21	< 0.001	0.09	> 0.05
<i>Faramea anysocalyx</i>	0.37	< 0.001	0.21	< 0.001
<i>Couratari platyphylla</i>	0.62	< 0.001	0.04	> 0.05

$T_{\min}$  = medição mais cedo depois da disseminação;

$t_{\max}$  = medição mais tarde depois da disseminação;

$D_{n,m}$  = estatística de Kolmogorov-Smirnov.

## Crescimento e mortalidade de mudas de sete espécies

### Exposição da copa

Para as quatro espécies em que todos os indivíduos presentes nas parcelas foram etiquetados (vide acima), foi possível examinar a distribuição da população com respeito à classe de exposição da copa. Em todas as espécies, uma média de pelo menos 95% das mudas foi encontrada na classe Clark & Clark 2.5 ou abaixo (Figura 4). A população de *Manilkara huberi* foi distribuída de forma mais eqüitativa entre as classes inferiores do que as outras espécies.

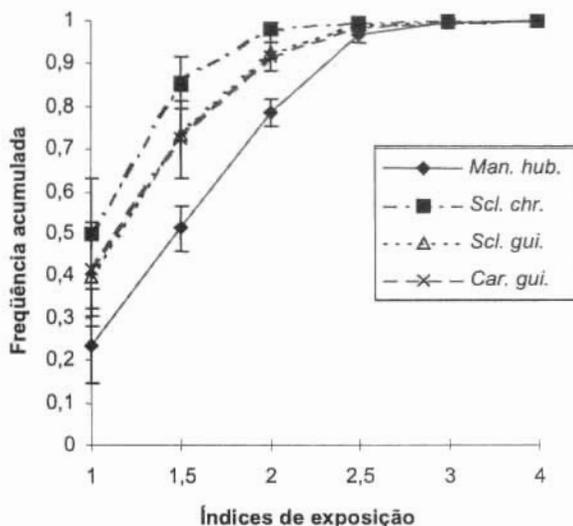


Figura 4. Distribuição média cumulativa das populações de mudas de quatro espécies com relação ao índice Clark & Clark de exposição de copa (Clark & Clark, 1992) no Parque Fenológico, Flona do Tapajós, município de Belterra, PA.

As mudanças na distribuição populacional em relação à exposição de copa no tempo foram observadas no período de dois anos. As populações tenderam a concentrar-se nas classes de copas medianas durante o período do estudo. Em quatro das sete espécies, essa mudança foi significativa (teste Kolmogorov-Smirnov de duas amostras, duas caudas,  $p < 0.05$ ).

## Mortalidade

As taxas de mortalidade anuais (Sheill et al. 1995) variaram entre 0.06 e 0.28. Não houve relação aparente entre taxa de mortalidade e grupo ecológico, uma vez que as duas espécies com as taxas de mortalidade mais altas foram *Vochysia maxima* (espé-

cie demandante de luz) e *Manilkara huberi* (tolerante à sombra). Houve diferenças significativas (Teste  $\chi^2$   $p < 0.05$ ) no índice de exposição de copa entre as mudas que sucumbiram e aquelas que sobreviveram em três das seis espécies testadas (*Sclerolobium guianensis* não foi analisada em função de que 11 indivíduos dessa espécie morreram durante o período de dois anos, insuficientes para análises). As tabelas de contingência demonstraram que, em cada uma dessas três espécies (*Vochysia maxima*, *Manilkara huberi* e *Carapa guianensis*), as diferenças significativas foram devidas a uma proporção mais alta de mortalidade de mudas, que ocorreu na classe mais baixa de exposição de copa (classe 1.0). Na Tabela 4, são apresentados os resultados dos percentuais de sobrevivência encontrados por índice de exposição de copa para as espécies estudadas.

TABELA 4. Porcentual de sobrevivência de mudas de sete espécies florestais em diferentes classes de exposição de copa segundo Clark & Clark (1992), em um transecto no Parque Fenológico, Flona do Tapajós, município de Belterra, PA.

Espécies	Classes de exposição de copa					Média
	1	1.5	2	2.5	3	
<i>Vochysia maxima</i>	15.4	44.8	64.3	27.3	70.0	44.4
<i>Erisma uncinatum</i>	44.4	67.9	72.5	75.0	66.7	65.3
<i>Tachigali myrmecophila</i>	65.2	81.3	85.7	76.5	83.3	78.4
<i>Manilkara huberi</i>	28.3	64.3	50.0	50.0	66.7	51.9
<i>Sclerolobium chrysophyllum</i>	63.2	74.0	77.3			71.5
<i>Sclerolobium guianensis</i>	88.5	91.4	76.5			85.5
<i>Carapa guianensis</i>	14.3	34.6	44.0	33.3		31.6

O efeito da densidade de mudas sobre a mortalidade foi testado através da separação de parcelas entre aquelas de baixa densidade ( $< 33^{\text{a}}$  percentil de densidade média das parcelas), de densidade média ( $> 33^{\text{a}} < 66^{\text{a}}$  percentil) e de alta densidade ( $> 66^{\text{a}}$  percentil) para cada espécie. Apenas duas das sete espécies (*Vochysia maxima* e *Carapa guianensis*) apresentaram uma relação significativa entre a mortalidade e a classe de densidade da parcela (Teste  $\chi^2$ ,  $p < 0.05$ ).

## Incremento em altura

O incremento em altura nas classes inferiores de exposição de copa foi insignificante, mas aumentou de forma marcante com a elevação da exposição da copa (Figura 5). A única exceção foi *Manilkara huberi*, que demonstrou pouca evidência de aumento de crescimento em condições mais abertas. As diferenças entre as espécies no incremento em altura foram mais evidentes na exposição média da copa. Houve pouca evidência de mudanças na ordem nas classes de altura entre as espécies com o tempo, em qualquer classe de exposição de copa.

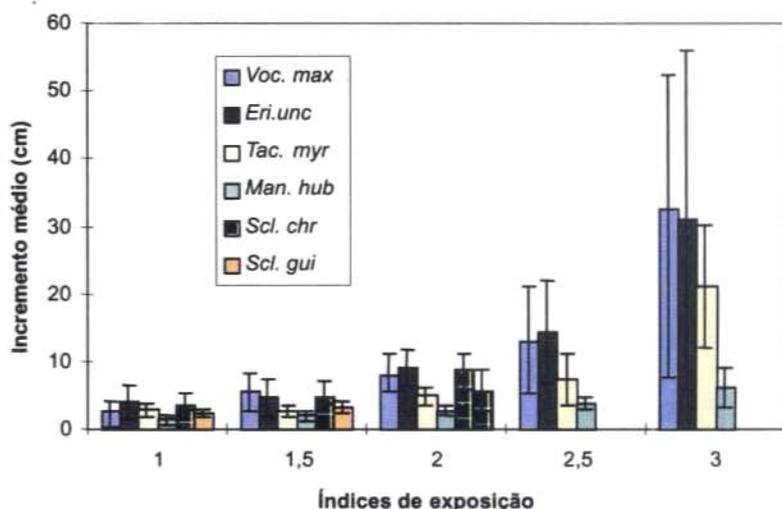


Figura 5. Incremento médio em altura de mudas de seis espécies arbóreas durante dois anos, em um transecto no Parque Fenológico, Flona do Tapajós, município de Belterra, PA. As barras indicam os intervalos de confiança de 95% em torno da média.

## DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

### Dinâmica populacional de mudas

O presente estudo confirma trabalhos anteriores de que as espécies de florestas tropicais, na grande maioria, apresentam distribuições espaciais altamente agrupadas (Richards, 1952; Schulz, 1960; Fox, 1973; Viana, 1989; Forget, 1989). A localização dos grupos estava relacionada à proximidade de árvores adultas conespecíficas. A estrutura do dossel não teve qualquer influência na localização dos grupos. Foi encontrada pouca evidência para mortalidade de mudas com relação à densidade dependente dentro dos agrupamentos de mudas. Contudo, o fato de que as populações de mudas foram mais agrupadas imediatamente após a dispersão, e que uma proporção maior de mudas altas (altura maior ou igual a 90 cm) do que esperada foi encontrada em áreas de baixa densidade, sugere que podem estar em operação efeitos dependentes de densidade ou distância (Janzen, 1970; Connell, 1971). O tipo de dados apresentados neste trabalho não permite a determinação dos fatores causais desse fenômeno (Clark & Clark, 1984).

Dentro do manejo florestal, a amostragem da regeneração natural (diagnóstica ou em parcelas permanentes) é forçosamente conduzida numa baixa intensidade. O alto nível de agrupamento espacial das populações de mudas limita a utilidade de tais estratégias de amostragem na predição das conseqüências das práticas do manejo. De igual modo, intervenções silviculturais em nível de talhão terão resultados altamente específicos, especialmente por causa do agrupamento de populações de mudas.

As populações de mudas da maioria das espécies do estudo apresentaram grandes variações durante períodos curtos de tempo. Isto já tem sido constatado em muitas florestas tropicais úmidas para numerosas espécies (Richards, 1952; Fox 1973; Connell et al. 1984; Li et al. 1996). Pesquisas anteriores em áreas exploradas na Floresta Nacional do Tapajós demonstraram que as populações de mudas e varas da maioria das espécies são altamente dinâmicas (Lopes, 1993).

As diferentes espécies apresentaram períodos de recrutamento e perda em momentos diferentes, o que reflete a variedade dos padrões fenológicos encontrados entre espécies arbóreas na floresta do Tapajós. A taxa de mudança nas populações de mudas coloca restrições semelhantes no manejo florestal, no contexto temporal, em que a heterogeneidade espacial das populações de mudas coloca no contexto espacial.

Estes resultados sugerem que práticas silviculturais com o objetivo de aumentar a densidade da regeneração natural de uma espécie, ou de um pequeno número de espécies, deverão ser altamente específicos ao espaço e cuidadosamente sincronizadas com os eventos fenológicos. Embora este tipo de abordagem tenha poucas possibilidades em termos de uma aplicação realista para a maioria das espécies madeireiras amazônicas, a mesma constitui a base de um sistema de silvicultura atualmente em desenvolvimento para a valiosíssima espécie *Swietenia macrophylla* no Pará<sup>1</sup>.

## Crescimento e mortalidade

A maioria das mudas de todas as espécies foi encontrada nas classes inferiores de exposição de copa. As populações de mudas concentraram-se com o tempo, nas classes médias de exposição de copa, como resultado de uma mortalidade geralmente maior nas classes inferiores de exposição de copa. Este resultado é consistente com outros trabalhos para um grande número de espécies arbóreas de florestas tropicais úmidas ( Augspurger, 1984; De Steven & Putz, 1984; Brown & Whitmore, 1992; Whitmore & Brown, 1996). Foi também, nas classes de baixa exposição de copa (ou seja, as mudas em condições de baixa luminosidade) onde ocorreram as maiores diferenças entre espécies em termos de mortalidade.

As mudas de todas as espécies cresceram pouco sob baixa radiação. Com a exceção de *Manilkara huberi*, o crescimento em altura desenvolveu com o aumento da classe de exposição de

---

<sup>1</sup>Informação prestada por José Natalino Macedo Silva, pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental ao autor do trabalho.

copa. As diferenças de crescimento entre espécies ocorreram, em grande parte, nas classes médias de exposição de copa. Não houve evidências de que as diferentes espécies foram "liberadas" para um maior crescimento em altura em diferentes pontos da escala (admitidamente rudimentar - Jennings et al. (1999) do índice de exposição de copa.

A falta de uma resposta de crescimento em altura ao aumento da abertura do dossel, para *Manilkara huberi*, reflete a reputação de extrema tolerância à sombra desta espécie. O lento crescimento de indivíduos juvenis dessa espécie foi relatado anteriormente por Silva et al. (1995) e Nepstad et al. (1996). Isso sugere que a duração de rotação dessa espécie em florestas naturais deverá ser longa, especialmente se a substituição das árvores de tamanho comercial acontecer por mudas ou varas.

## Anexo 1

Definições de medição da estrutura do dossel: os dois índices de exposição de copa (segundo Dawkins 1956, com 'parcela' substituindo 'copa' para aumentar o índice de planta individual até o nível de parcela, e Clark & Clark 1992) e fase de crescimento da floresta (adaptado de Whitmore 1975, com altura da vegetação substituindo estrutura de diâmetro na sua formulação).

Exposição de copa (Clark & Clark)		Exposição de copa (Dawkins)		Fase florestal	
Classe	Definição	Classe	Definição	Classe	Definição
1.0	Sem luz direta (copa sem iluminação direta vertical ou lateral).	1	Sem luz direta (parcela sem iluminação direta vertical ou lateral).	Madura	Vegetação na parcela 30-40 m de altura.
1.5	Baixa luz lateral (copa iluminada apenas do lado: sem aberturas grandes ou médias).			Em Construção	Vegetação na parcela > 2 m de altura mas menos 30 m.
2.0	Luz lateral média (copa iluminada apenas do lado: várias aberturas pequenas ou uma abertura média).	2	Luz lateral (< 10% da projeção vertical da parcela exposta à luz vertical, parcela iluminada lateralmente).	Clareira	Vegetação na parcela < 2 m de altura.
2.5	Intensa luz lateral (copa iluminada apenas do lado: exposta a pelo menos uma abertura principal ou várias aberturas médias).				
3.0	Alguma luz superior (10-90% da projeção vertical da copa exposta à iluminação vertical).	3	Alguma luz superior (10-90% da projeção vertical da parcela exposta à iluminação vertical).		
4.0	Plena luz superior ( $\geq 90\%$ da projeção vertical da copa exposta à luz vertical, luz lateral bloqueada parcial ou completamente dentro do cone invertido de $90^\circ$ abrangendo a copa).	4	Plena luz superior ( $\geq 90\%$ da projeção vertical da parcela exposta à luz vertical, luz lateral bloqueada parcial ou completamente dentro do cone invertido de $90^\circ$ abrangendo a parcela).		
5.0	Copa plenamente exposta à iluminação vertical e lateral dentro do cone invertido de $90^\circ$ abrangendo a copa.	5	Parcela plenamente exposta à iluminação vertical e lateral dentro do cone invertido de $90^\circ$ abrangendo a parcela.		

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUGSPURGER, C.K. Light requirements of neotropical rainforest trees: a comparative study of growth and survival. **Journal of Ecology**, v.72, p.777-795, 1984.
- BROWN, N.D.; JENNINGS, S.B. Gap-size niche differentiation by tropical rainforest trees: a testable hypothesis or a broken-down bandwagon? In: NEWBERY, D.M., PRINS, H.H.T.; BROWN, N.D.B. (Ed.). **Dynamics of tropical Communities**: proceedings of the 37th Symposium of The British Ecological Society. Oxford: Blackwell Science, 1998, p.79-94.
- BROWN, N.D.; WHITMORE, T.C. Do dipterocarp seedlings really partition tropical rain forest gaps? **Philosophical Transactions of the Royal Society London, Series B**, v.335, p.369-387, 1992.
- CARVALHO, J.O.P. de. **Structure and dynamics of a logged over Brazilian Amazonian rain forest**. Oxford: University of Oxford, 1992. Tese Doutorado.
- CLARK, D.A.; CLARK, D.B. Life history diversity of canopy and emergent trees in a neotropical rain forest. **Ecological Monographs**, v.62, p.315-344, 1992.
- CLARK, D.A.; CLARK, D.B. Spacing dynamics of a tropical rain forest tree: evaluation of the Janzen-Connell model. **American Naturalist**, v.124, p.769-788, 1984.
- CONNELL, J.H. On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animals and in rain forest trees. In: VAN BOER; P.J.; GRADWELL, G.R. (Ed). **Dynamics of populations**: proceedings of the Advanced Study Institute on Dynamics of numbers in populations, Oosterbeek, 1970. Wageningen: Centre for Agricultural Publishing and Documentation, 1971. p.298-310.
- CONNELL, J.H.; TRACEY, J.G.; WEBB, L.J. Compensatory recruitment, growth, and mortality as factors maintaining rain forest tree diversity. **Ecological Monographs**, v.54, p.141-164, 1984.

- DAWKINS, H.C. **Crown classification of natural forest trees**. Uganda Forest Department, 1956. (Uganda. Forest Department technical Note, 17).
- DE STEVENS, D.; PUTZ, F.E. Impact of mammals on early recruitment of a tropical canopy tree, *Dipteryx panamensis*, in Panama. **Oikos**, v.43, p.207-216, 1984.
- DUBOIS, J.C.L. **Preliminary forest management guidelines for the National Forest of Tapajós**. Belém: IBDF-PRODEPEF, 1976.
- FORGET, P.M. La regeneration naturelle d'une espece autochore de la foret Guyanaise: *Eperua falcata* Aublet (Caesalpinaceae). **Biotropica**, v. 21, p. 115-125, 1989.
- FOX, J.E.D. Dipterocarp seedling behaviour in Sabah. **The Malaysian Forester**, v.36, p.205-214, 1973.
- JANZEN, D.H. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. **American Naturalist**, v.104, p.501-528, 1970.
- JENNINGS, S.B.; BROWN, N.D.; SHEIL, D. Assessing forest canopies and understorey illumination: canopy closure, canopy cover and other measures. **Forestry**, v.72, p.59-73, 1999.
- KÖPPEN, W. **Die klimate de Erde**. Berlin: Walter de Gruyter, 1923.
- LI, M.; LIEBERMAN, M.; LIEBERMAN, D. Seedling demography in an undisturbed tropical wet forest in Costa Rica. In: SWAINE, M.D. (Ed). **The ecology of tropical forest tree seedlings**. Parthenon, Paris: UNESCO.1996, p.285-304. (Man and the Biosphere Series, 18).
- LOPES, J. do C.A. **Demografia e flutuações temporais da regeneração natural após uma exploração florestal: FLONA do Tapajós-PA**. Piracicaba: ESALQ, 1993. 133p. Dissertação de Mestrado.
- NEPSTAD, D.C.; UHL, C.; PEREIRA, C.A.; SILVA, J.M. de. A comparative study of tree establishment in abandoned pasture and mature forest of eastern Amazonia. **Oikos**, v.76, p.25-39, 1996.
- RICHARDS, P.W. **The tropical rain forest**. Cambridge: Cambridge University, 1952.

- SCHULZ, J.P. Ecological studies on the rain forest of northern Suriname. Amsterdam: North-Holland, 1960. (The Vegetation of Suriname, 2).
- SHEIL, D.; BURSLEM, D.F.R.P.; ALDER, D. The interpretation and misinterpretation of mortality rate measures. **Journal of Ecology**, v.83, p.331-333, 1995.
- SILVA, J.M.L. da; MARTINS, J.S.; SANTOS, R.D. DOS; SOARES, A.F.; LIMA, A.A.C.; GAMA, J.R.N.F.; SANTOS, P.L.DOS; RÊGO, R.S. . Belém: Embrapa-CPATU, 1983, (Embrapa-CPATU. Boletim de Pesquisa, 20).
- SILVA, J.N.M.; CARVALHO J.O.P. de; LOPES J. do C.A.; ALMEIDA, B.F. de; COSTA, D.H.M.; OLIVEIRÁ, L.C. de; VANCLAY, J.K.; SKOVSGAARD, J.P. Growth and yield of a tropical rain forest in the Brazilian Amazon 13 years after logging. **Forest Ecology and Management**, v.71, p.267-274, 1995.
- SWAINE, M.D.; WHITMORE, T.C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. **Vegetatio**, v.75, p.81-86, 1988.
- VIANA, V.M. **Seed dispersal and gap regeneration: the case of three Amazonian tree species**. Harvard: Harvard University, 1989. Tese Doutorado.
- WHITMORE, T.C. **Tropical rain forests of the Far East**. Oxford: Clarendon, 1975.
- WHITMORE, T.C. Canopy gaps and the two major groups of forest trees. **Ecology**, v.70, p.536-538, 1989.
- WHITMORE, T.C. Gap size and species richness in tropical rain forests. **Biotropica**, v.16, p.239, 1984.
- WHITMORE, T.C.; BROWN, N.D. Dipterocarp seedling growth in rain forest canopy gaps during six and a half years. **Philosophical Transactions of the Royal Society London, Series B**, v.351, p.1195-1203, 1996.

## Parte 5 - Manejo de florestas Naturais

# ESTRUTURA DE MATAS ALTAS SEM BABAÇU NA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS

João Olegário Pereira de Carvalho

## INTRODUÇÃO

O conhecimento da fitossociologia e dinâmica das florestas tropicais é de suma importância como suporte para tomada de decisões na escolha do melhor sistema silvicultural para regenerar a floresta. A análise da estrutura de uma floresta é baseada nas dimensões das plantas e suas distribuições. A análise quantitativa de uma comunidade de plantas permite predições sobre a sua dinâmica e evolução. O conhecimento da estrutura e a sua relação com a diversidade e produtividade é essencial para o planejamento de sistemas silviculturais ecologicamente e socioeconomicamente viáveis (Carvalho, 1997).

Em uma análise estrutural completa deve-se considerar: estrutura horizontal, estrutura volumétrica, estrutura diamétrica, estrutura vertical e perfil estrutural, além de correlacionar esses parâmetros com a composição florística.

Este documento compara a estrutura horizontal de áreas de mata alta na Floresta Nacional do Tapajós, com base em publicações de resultados obtidos desde 1979. São consideradas áreas exploradas, em diferentes ocasiões após a exploração, assim como áreas não-exploradas.

## ÁREAS DE ESTUDO E BASE DE DADOS

As avaliações e discussões feitas neste trabalho são baseadas em dados obtidos, em três áreas experimentais da Embrapa, na Floresta Nacional do Tapajós. São áreas de tamanhos e históricos diferentes. Duas delas foram exploradas.

É avaliada a **abundância**, que é o número de plantas de cada espécie na composição florística do povoamento (Souza, 1973) a **dominância**, que é definida como sendo a medida de projeção total do corpo da planta no solo (Förster, 1973), variável difícil de ser estimada devido à densidade das copas das árvores e os múltiplos estratos, por isso é determinada através da área basal dos indivíduos, considerando que existe estreita correlação entre o diâmetro das copas e o diâmetro do fuste das árvores; a **freqüência**, que mede a distribuição de cada espécie, em termos percentuais, sobre a área (Lamprecht, 1962); e o **índice de valor de importância**, que é obtido pela soma dos valores relativos da abundância, dominância e freqüência (Curtis & McIntosh, 1951).

A Floresta Nacional do Tapajós cobre uma área de aproximadamente 600 mil hectares (treze a 60 km de largura e 157 km de comprimento). É uma faixa de terra entre o rio Tapajós e a BR-163, rodovia Santarém-Cuiabá, estendendo-se do Km 50 ao Km 217 dessa rodovia.

A Floresta Nacional do Tapajós é uma floresta de terra firme, classificada como Floresta Ombrófila Densa (Araújo et al. 1986). E de uma forma mais detalhada, Dubois (1976) a classificou em seis grandes tipos e diversos sub-tipos. Os tipos são: floresta alta com babaçu (*Orbignya speciosa* Burret); floresta alta sem babaçu; complexo de florestas baixas; complexo de florestas cipoálicas e cipoal; florestas inundadas; e capoeiras.

O solo predominante na Floresta Nacional do Tapajós é alíco a latossolo amarelo moderado, com textura pesada (60-94% de argila), com inclusão de latossolo amarelo concrecionário, derivado de argilitos (Fundação..., 1986). A altitude é de 175 m acima do nível do mar. A estação meteorológica mais próxima das áreas avaliadas fica na sede do município de Belterra, onde foram obtidas as informações climáticas. O clima é classificado por Köppen (1923) como Ami, que é um clima tropical com uma estação seca de dois a três meses e chuvas geralmente acima de 2.000 mm por ano. A temperatura média do ar está em torno de 25 °C, variando de 18,4 a 32,6 °C; a umidade relativa está em torno de 86% (76-93%); a

média anual de chuvas em Belterra é em torno de 2.110 mm, com um período chuvoso de março a maio e período seco ou pouco chuvoso de agosto a novembro (Carvalho, 1992).

As áreas dos estudos discutidos neste documento são cobertas por florestas altas sem babaçu, que, de acordo com Dubois (1976), ocorrem no planalto, em terrenos planos a levemente ondulados, onde não está presente a palmeira babaçu. São três áreas localizadas à margem da BR 163, rodovia Santarém-Cuiabá, à altura do Km 67, Km 69 e Km 114 (Tabela 1).

TABELA 1. Características de três áreas na Floresta Nacional do Tapajós, onde foram coletados dados para avaliar a estrutura horizontal da floresta.

Área de estudo	Área Total (ha)	Área da amostra (ha)	Número de amostras	Observações
Km 67	74	9	36	Explorada em 1979
Km 69	15	15	-	Não-explorada
Km 114	180	9	36	Explorada em 1982

Os dados de floresta não-explorada foram obtidos nas três áreas, porém os dados de floresta explorada dizem respeito apenas às áreas do Km 67 e Km 114.

Tanto na área do Km 67, como no Km 114, a exploração foi feita considerando duas intensidades: pesada e leve. A intensidade pesada consistiu na retirada de árvores com DAP  $\geq 45$  cm, enquanto a intensidade leve considerou árvores com DAP  $\geq 55$  cm. Nas duas áreas foram retiradas apenas cerca de 40 espécies comerciais. No Km 67 foram extraídas, em média, 16 árvores/ha, equivalente a 75 m<sup>3</sup>/ha; no Km 114 a extração foi em torno de

12,5 árvores/ha, correspondendo a 73 m<sup>3</sup>/ha. Foram analisados dados em diferentes ocasiões após a exploração, conforme se observa na Tabela 2, discutida mais adiante.

Na área do Km 69, os dados foram obtidos através de um inventário realizado em 20 parcelas de 50 m x 50 m, para a caracterização da estrutura da floresta, considerando a abundância, frequência e dominância das espécies (Sandel & Carvalho, 2000).

No Km 67 foram considerados os dados do inventário pré-exploratório, para avaliação de área não-explorada, e a obtenção dos dados após a exploração seguiu a metodologia de inventário florestal contínuo, em parcelas permanentes, de acordo com Silva & Lopes (1984).

Nas áreas do Km 114, os dados também foram obtidos em parcelas permanentes, segundo Silva & Lopes (1984), tanto na área testemunha como na área explorada, em diferentes ocasiões após a exploração.

## DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta dados de abundância e área basal das espécies nas áreas avaliadas. Obviamente, a abundância é muito afetada pela exploração (Carvalho, 1992), como pode ser observado, quando se compara uma floresta não-explorada com uma explorada recentemente. Quanto mais intensiva a exploração, maior é a redução em abundância e área basal dos indivíduos. Por outro lado, deve-se ressaltar que o número de indivíduos aumenta mais rapidamente na área que sofre maior intensidade de exploração.

A redução em número de indivíduos ocorre tanto nas espécies que foram extraídas como naquelas que, mesmo não estando na relação de espécies a retirar, perderam árvores em consequência dos danos ocasionados pelas atividades de derruba e arraste de árvores exploradas.

TABELA 2. Número de árvores por hectare (N/ha) e área basal ( $m^2/ha$ ) por hectare ( $m^2/ha$ ) em áreas exploradas e não-exploradas na Floresta Nacional do Tapajós. DAP = diâmetro mínimo considerado.

Tipo de floresta	Área	N/ha	$m^2/ha_{\text{b}}$	DAP (cm)	Fonte
Não-explorada	Km 67	120		15	Carvalho (1981)
Não-explorada	Km 114	1078	32,0	5	Carvalho (1992)
Não-explorada	Km 69	2438	30,4	10	Sandel & Carvalho (2000)
Explor. Há 2 anos	Km 67	932	20,3	5	Silva et al. (1995)
Explor. Há 3 anos	Km 67	997	20,2	5	Silva (1989)
Explor. Há 4 anos	Km 67	1060	21,0	5	Silva (1989)
Explor. há 5 anos	Km 67	1102	22,7	5	Silva (1989)
Explor. há 6 anos	Km 67	1087	23,8	5	Silva (1989)
Explor. há 13 anos	Km 67	1050	25,9	5	Silva et al. (1995)
Explor. há 1 ano	Km 114	942	24,1	5	Carvalho (1992)
Explor. há 5 anos	Km 114	1193	26,4	5	Carvalho (1992)
Explor. há 7 anos	Km 114	1255	28,2	5	Carvalho (1992)

Na Tabela 2 pode-se notar uma diferença muito grande entre os números de indivíduos por hectare (N/ha), em cada tipo de floresta, devido a diferença da composição florística da área, a intensidade da amostragem e a abrangência dos dados coletados (Carvalho, 1981; Carvalho, 1982; Sandel & Carvalho, 2000). A área do Km 67 era rica em indivíduos juvenis, porém não apresentava alta abundância de árvores de grande porte, além do mais, o DAP mínimo (15 cm), utilizado na coleta de dados, excluiu do levantamento uma grande parte dos indivíduos juvenis. A alta abundância (2.438/ha) de indivíduos na área do Km 69 é devida, principalmente, ao fato de que, além das espécies arbóreas, foram também consideradas, no inventário, os arbustos, as palmeiras, os cipós e outras plantas que atingem o DAP de 10 cm.

A recuperação da floresta explorada ocorre rapidamente, em número de indivíduos e até mesmo em recomposição florística (Carvalho, 1992), porém o crescimento em área basal e, conseqüentemente, em volume é muito lento. Na Tabela 2, na área do Km 114, observa-se que o número de árvores aos cinco anos após a exploração (1.193) já é superior ao número de árvores existentes antes da exploração (1.078). Entretanto, a área basal dos indivíduos ainda corresponde a apenas 82,5% da inicial. E, vale ressaltar, que por ser uma área experimental, muitos cuidados foram tomados para evitar danos, apesar de ter sofrido uma exploração considerada muito intensiva (foram cortadas 12,5 árvores/ha e retirados em média 73 m<sup>3</sup>/ha, (Carvalho, 1992). Considerando o período de sete anos após a exploração, o crescimento da floresta em termos de abundância e área basal, foi de 14% por ano.

Na área do Km 67, onde foram derrubadas 16 árvores/ha e retirados 75 m<sup>3</sup>/ha, a recuperação da vegetação ocorre de forma mais lenta do que no Km 114. Aos dois anos após a exploração, o número de árvores por hectare era de 932 e aos treze anos esse número atingiu 1050 árvores por hectare. A área basal cresceu de 20,3 m<sup>2</sup>/ha para 25,9 m<sup>2</sup>/ha (Silva et al. 1995). O crescimento médio anual tanto em número de árvores como em área basal foi de apenas 9%, portanto inferior à área do Km 114, onde as atividades de exploração foram melhor planejadas.

Portanto, a recuperação da estrutura da floresta após a colheita de madeira é lenta, quando a área é submetida a explorações pesadas. As pesquisas da Embrapa já sugeriram um ciclo de corte de 30 anos, com retirada de um volume de madeira de 40 m<sup>3</sup>/ha (Silva, 1989; Silva et al. 1999), sugestão incorporada à legislação florestal brasileira em 1991 (Yared et al. 2000). Cabe aqui a pergunta: “esse período de 30 anos seria suficiente para a floresta recuperar a área basal, considerando retiradas de árvores correspondentes a até 40 m<sup>3</sup>/ha?”. É provável que a área basal e o volume sejam recuperados nesse período, se tratamentos silviculturais adequados forem realizados, porém outros elementos da estrutura da

floresta, como a abundância, a frequência, as características socioecológicas e a dinâmica da população, não necessariamente poderão ser os mesmos da estrutura inicial.

A Tabela 3 apresenta as principais espécies na estrutura das matas altas sem babaçu na Floresta Nacional do Tapajós, de acordo com o seu índice de valor de importância. Embora essas espécies representem menos de 20% do total de espécies registradas nas áreas de estudo, elas representam aproximadamente 80% do número total de indivíduos ocorrentes nessas áreas e cerca de 65% da área basal das árvores.

Algumas dessas espécies importantes na Floresta Nacional do Tapajós foram também consideradas de alta importância em outras florestas da Amazônia, por exemplo, Mocambo em Belém (Cain et al. 1956), Amazônia boliviana (Boom, 1986), e em área próxima a Manaus (Jardim & Hosokawa, 1986/1987), na região do rio Jari (Gomide et al. 1999), no município de Marabá (Lima & Carvalho, 2000) e na região do rio Trombetas (Carvalho et al. 2000).

Algumas espécies como *Couratari oblongifolia*, *Duguetia echinophora*, *Eschweilera amazonicum*, *Eschweilera blanchetiana*, *Eschweilera odora*, *Guarea kuthiana*, *Minquartia guianensis*, *Neea floribunda*, *Sclerolobium chrysophyllum*, *Rinorea flavescens* e *Rinorea guianensis*, importantes na estrutura da floresta das áreas avaliadas na Floresta Nacional do Tapajós antes da exploração, permaneceram com a mesma importância em todas as ocasiões, principalmente por não terem sido exploradas. Por outro lado, as espécies *Carapa guianensis*, *Lecythis lurida*, e *Manilkara huberi*, que tiveram os índices de importância reduzidos devido à extração de parte de seus indivíduos, são também de grande importância na estrutura da floresta e devem ser priorizadas por ocasião de tratamentos silviculturais que venham a ser realizados na área, para recuperarem as posições na estrutura do povoamento e, também, devido ao seu alto valor econômico.

TABELA 3. Índice de valor de importância das principais espécies da mata alta sem babaçu na Floresta Nacional do Tapajós, tendo como base a área do Km 114.

Espécie	GC	GE	NE	1A	5A	7A
<i>Bixa arborea</i> Huber	P	INT	2	2	5	6
<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	C	TOL	7	3	2	2
<i>Cecropia obtusa</i> Trecul	N	INT	0	0	6	6
<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	N	INT	0	0	10	12
<i>Chimarris trubinata</i> DC	N	TOL	2	3	2	2
<i>Couratari oblongifolia</i> Ducke et Knuth.	C	TOL	6	7	6	6
<i>Crudia glaberrima</i> (Steud) Macbr.	N	TOL	2	2	2	2
<i>Duguetia echinophora</i> R. E. Fries	N	TOL	11	10	8	8
<i>Eschweilera amara</i> Ndz.	P	TOL	2	2	2	2
<i>Eschweilera amazonicum</i> R. Knuth.	P	TOL	5	5	4	4
<i>Eschweilera blanchetiana</i> (Berg.) Miers	P	TOL	7	7	7	6
<i>Eschweilera odora</i> (Poepp.) Miers	P	TOL	6	6	5	5
<i>Eugenia lambertiana</i> D.C.	N	TOL	3	3	2	2
<i>Geissospermum sericeum</i> Benth. & Hook.	N	TOL	3	3	3	3
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	N	TOL	8	8	7	6
<i>Guatteria poeppigiana</i> Mart.	P	TOL	4	4	4	4
<i>Inga</i> (10 spp)	N	INT	9	10	15	18
<i>Iryanthera juruensis</i> Warb.	P	TOL	4	4	4	3
<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	C	INT	0	0	7	8
Lauraceae (9 spp)	N	TOL	8	7	6	6
<i>Lecythis lurida</i> (Miers) Mori	C	TOL	5	2	1	1
<i>Manilkara huberi</i> (Ducke) Standl.	C	TOL	4	2	2	2
<i>Minquartia guianensis</i> Aubl.	N	TOL	5	7	6	6
<i>Neea floribunda</i> P. & E.	N	INT	5	6	5	5
<i>Ocotea baturitensis</i> Vattimo	C	TOL	3	3	2	2
<i>Paypayrola grandiflora</i> Tul.	N	TOL	2	2	2	1
<i>Perebea guianensis</i> Aubl.	P	TOL	5	5	4	4
<i>Pouteria bilocularis</i> (H.Winkler) Baehni	P	TOL	3	4	4	3
<i>Protium</i> (8 spp)	N	TOL	11	12	10	10
<i>Rinorea flavescens</i> Kuntze	N	TOL	20	22	17	15
<i>Rinorea guianensis</i> Aubl.	N	TOL	17	18	14	13
<i>Ryania</i> sp.	N	TOL	3	3	2	2
<i>Sagotia racemosa</i> Baill.	N	TOL	4	4	3	3
<i>Sahagunia racimifera</i> Huber	N	TOL	2	2	1	1
Sapotaceae (9 spp)	N	TOL	19	20	17	16
<i>Sclerolobium chrysophyllum</i> Poepp. Et Endl.	P	INT	5	7	7	7
<i>Sloanea</i> (3 spp)	N	INT	3	5	5	4
<i>Sterculia pilosa</i> Ducke	P	INT	1	2	2	2
<i>Talisia</i> (3 spp)	N	TOL	3	3	3	3
<i>Viola melinoni</i> (Benoist) A C. Smith	C	TOL	3	2	2	2

GC = grau de comercialização da madeira (C = comercial, P = potencialmente comercial, N = não-comercial); GE = Grupo ecológico (TOL = tolerante à sombra, INT = intolerante à sombra); NE = não-explorada; 1A = explorada há um ano; 5A = explorada há cinco anos; 7A = explorada há sete anos.

As espécies *Cecropia obtusa*, *Cecropia sciadophylla* e *Jacaranda copaia* não são importantes na estrutura da floresta não-explorada. Geralmente, nem estão presentes, como no caso das áreas avaliadas neste estudo. Entretanto, por terem suas sementes em estado de dormência nos bancos de sementes do solo (Lopes et al. 1998) e por serem, portanto, exigentes de grande quantidade de luz para germinar e se desenvolver, aparecem imediatamente após a abertura do dossel. E quanto maior for a abertura, maior será a abundância e mais rápido o desenvolvimento dos indivíduos. Essas espécies não foram registradas no primeiro ano após a exploração, porque o diâmetro mínimo considerado nas avaliações foi de 5 cm.

Considerando os grandes grupos ecológicos (espécies tolerantes à sombra e espécies intolerantes à sombra), apenas 22,5% das espécies mais importantes nas áreas avaliadas são intolerantes à sombra. E considerando somente as florestas não-exploradas, esse percentual é reduzido para 15%. O maior número de espécies intolerantes à sombra nas áreas exploradas deve-se ao aumento da radiação solar nessas áreas, provocado pela abertura do dossel da floresta, como consequência da exploração. Isto mostra que a estrutura da floresta é dinâmica, não apenas neste caso da Floresta Nacional do Tapajós, mas em qualquer floresta, pois os processos de sucessão são contínuos. Quanto maiores ou mais freqüentes as aberturas no dossel, ou formações de clareiras, resultando em maior radiação solar na floresta, mais dinâmico é o processo de sucessão e, portanto, maior é a presença de espécies intolerantes à sombra.

É interessante notar que 55% das espécies consideradas mais importantes nas áreas avaliadas na Floresta Nacional do Tapajós ainda não têm sua madeira comercializada, embora parte delas já tenha uso proposto, de acordo com suas características físico-mecânicas. As espécies com madeira de uso comprovado, porém ainda sem mercado, por isso chamadas de potencialmente comerciais, representam 27,5% das espécies mais importantes na estrutura da floresta. E as espécies comerciais são apenas 17,5% das mais importantes.

Estes resultados mostram que há necessidade de marketing para colocar no mercado outras espécies que possuem madeira de excelente qualidade, com base em suas características tecnológicas. O aumento do número de espécies no mercado vai facilitar o manejo da floresta, possibilitando um sistema silvicultural mais adequado, com menos danos ao ecossistema, além de proporcionar mais alternativas de diversificação de usos dos recursos florestais.

## CONSIDERAÇÕES GERAIS

As matas altas sem babaçu na Floresta Nacional do Tapajós são bem estruturadas, incluindo também as áreas que sofreram exploração e estão em recuperação, permitindo a produção sustentada de madeira e outros produtos, gerando bens e serviços.

Com base nos resultados de pesquisas realizadas pela Embrapa, desde 1979, nessas áreas, pode-se citar alguns cuidados que devem ser observados para obter melhor aproveitamento dos recursos florestais, tais como:

Os planos de manejo devem levar em consideração: a composição florística da área, a diversidade das espécies, a estrutura da floresta, o crescimento dos indivíduos, o recrutamento e a mortalidade, e todo o processo dinâmico de recomposição e reestruturação da floresta explorada;

Os planos da primeira exploração de qualquer área de mata alta na Floresta Nacional do Tapajós devem estar baseados principalmente na densidade da floresta, no estoque existente, na composição florística e na distribuição espacial dos indivíduos na área a ser explorada;

Deve haver uma preocupação com a proporção de abertura do dossel, que será causada pela exploração;

A cada colheita, todos esses aspectos e parâmetros mencionados devem ser considerados, além da taxa de crescimento das espécies, ingresso e mortalidade;

A manipulação da floresta, durante as operações de exploração florestal, deve ser feita cuidadosamente na tentativa de manter características estruturais semelhantes em toda a área explorada;

Tratamentos silviculturais, tais como anelamento, envenenamento e corte de varas indesejáveis, poderiam ser aplicados em florestas exploradas, para reduzir a competição por espécies ou indivíduos indesejáveis, valorizando mais o povoamento;

Havendo realmente a necessidade de se aplicar tratamentos silviculturais em uma área explorada, deve ser dada prioridade para melhorar as condições das espécies comerciais e potencialmente comerciais, principalmente daquelas que não estavam presentes na regeneração natural, antes da exploração, e daquelas que mostraram alta importância na composição florística e estrutural da floresta;

Alguns pontos, tais como grau de abertura do dossel, época de disseminação de sementes e mecanismos de dispersão, proximidade de árvores-matrizes, e condições edafoclimáticas, entre outros, devem ser considerados durante os tratamentos silviculturais. A intensidade de radiação solar, que entra na floresta, deve ser suficiente para favorecer as espécies desejáveis. Os tratamentos silviculturais devem ser aplicados após a época de disseminação de sementes da maioria das espécies desejáveis; e

Um sistema silvicultural policíclico poderá garantir uma produção sustentável, se condições econômicas e tecnológicas forem fornecidas para um grande número de espécies com usos múltiplos. A estrutura da floresta vai mudar com o tempo (dinâmica), mas a floresta continuará mantendo um alto valor econômico se houver ampliação do mercado para um maior número de espécies.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, A.P. de; JORDY FILHO, S.; FONSECA, W. N. da. A vegetação da Amazônia brasileira. In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1., 1984, Belém. **Anais...** Belém: Embrapa-CPATU, 1986. v.2. p.135-152. (Embrapa-CPATU. Documentos, 36).
- BOOM, B.M. A forest inventory in Amazonian Bolivia. **Biotropica**, v.18, p.287-294, 1986.
- CAIN, S.A.; CASTRO, G.M. de O.; PIRES, J.M. and SILVA, N.T. Application of some phytosociological techniques to Brazilian rain forest. **American Journal of Botany**, v.43, p.911-941, 1956.
- CARVALHO, J.O.P. de. **Distribuição diamétrica de espécies comerciais e potenciais em floresta tropical úmida na Amazônia**. Belém: Embrapa-CPATU, 1981. 34p. (Embrapa-CPATU. Boletim de Pesquisa, 23).
- CARVALHO, J.O.P. de; FERREIRA, M. do S.G.; OLIVEIRA, L.C. de; VIEIRA, I.C.G. **Identificação e avaliação dos recursos florestais do território quilombola, área Trombetas, município de Oriximiná, Pará**. Relatório. Belém: Embrapa/FCAP/MPEG/CPISP/ARQMO, 2000. 34p.
- CARVALHO, J.O.P. de. **Dinâmica de florestas naturais e sua implicação para o manejo florestal**. Curitiba: Embrapa-CNPFF, 1997. p.41-55. (Embrapa-CNPFF. Documentos, 34).
- CARVALHO, J.O.P. de. **Structure and dynamics of a logged over Brazilian Amazonian rain forest**. Oxford: University of Oxford, 1992. 215p. These Doutorado.
- CURTIS, J.T.; McINTOSH, R. P. An upland forest continuum in prairie forest border region of Wisconsin. **Ecology**, v. 32, p.476-496, 1951.
- DUBOIS, J.C.L. **Preliminary management forest guidelines for the National Forest of Tapajós**. Belém: IBDF/PRODEPEF, 1976. 42p.

- FÖRSTER, M. Strukturanalyse eines tropischen regenwalds in Kolumbien. **Allgemeine Forst-und Jagdzeitung**, v.144, p.1-8. 1973.
- FUNDAÇÃO DE PESQUISAS FLORESTAIS DO PARANÁ (Curitiba, PR). **Relações entre solos e a vegetação natural em área da Floresta Nacional do Tapajós**. Curitiba, 1986.
- GOMIDE, G.L.A.; SILVA, J.N.M.; SANQUETTA, C.R. Crecimiento y dinámica de un bosque tropical primario en la región amazónica, Brasil. In: SIMPÓSIO SILVICULTURA NA AMAZÔNIA ORIENTAL: contribuições do Projeto Embrapa/DFID, 1999, Belém, PA. **Resumos expandidos**. Belém: Embrapa-CPATU: DFID, 1999. 304p. (Embrapa-CPATU. Documentos, 123).
- JARDIM, F.C. da S.; HOSOKAWA, R. T. Estrutura da floresta equatorial úmida da Estação Experimental de Silvicultura Tropical do INPA. **Acta Amazônica**, v.16-17, p.411-508, 1986-1987.
- KÖPPEN, W. **Die klimate der Erde**. Berlin: Walter de Gruyter, 1923.
- LAMPRECHT, H. Ensayo sobre unos metodos para el analisis estructural de los bosques tropicales. **Acta Científica Venezolana**, v.13, p.57-65. 1962.
- LIMA, S.F. de; CARVALHO, J.O.P. de. **Estrutura de uma floresta de terra firme na região de Marabá-PA: a posição do mogno em relação às outras espécies da comunidade**. Belém: Embrapa-CPATU, 2000. 5p. (Embrapa-CPATU. Comunicado Técnico, 22).
- LOPES, J. do C.A.; WHITMORE, T.C.; BROWN, N. D.; JENNINGS, S. B. **Banco de sementes de floresta tropical úmida no município de Moju, PA**. Belém: Embrapa-CPATU, 1998. 3p. (Embrapa-CPATU, Pesquisa em Andamento, 185).
- SANDEL, M.P.; CARVALHO, J.O.P. de. **Composição florística e estrutura de uma área de cinco hectares de mata alta sem babaçu na Floresta Nacional do Tapajós**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. (Embrapa Amazônia Oriental, Documentos, 63).

- SILVA, J.N.M.; CARVALHO, J.O.P. de; LOPES, J. do C.A. **Um sistema silvicultural policíclico para produção sustentada de madeira na Amazônia brasileira.** In: SIMPÓSIO SILVICULTURA NA AMAZÔNIA ORIENTAL: contribuições do Projeto Embrapa/DFID, 1999, Belém, PA. Resumos expandidos. Belém: Embrapa-CPATU: DFID, 1999. 304p. (Embrapa-CPATU. Documentos, 123).
- SILVA, J.N.M.; CARVALHO, J.O.P. de; LOPES, J. do C.A.; ALMEIDA, B.F. de; COSTA, D.H.M.; OLIVEIRA, L.C. de; VANCLAY, J. K.; SKOVSGAARD, J.P. Growth and yield of a tropical rain forest in the Brazilian Amazon 13 years after logging. **Forest Ecology and Management**, v.71, p.267-274, 1995.
- SILVA, J.N.M.; LOPES, J. do C.A. **Inventário florestal contínuo em florestas tropicais: a metodologia utilizada pela EMBRAPA-CPATU na Amazônia brasileira.** Belém: Embrapa-CPATU. 1984. (Embrapa-CPATU, Documentos, 33).
- SILVA, J.N.M. **The behaviour of the tropical rain forest of the Brazilian Amazon after logging.** Oxford: University of Oxford, 1989. These Doutorado.
- SOUZA, P.F. de. **Terminologia florestal:** glossário de termos e expressões florestais. Rio de Janeiro: IBGE, 1973.
- YARED, J.A.G.; CARVALHO, J.O.P. de; SILVA, J.N.M.; KANASHIRO, M.; MARQUES, L.C.T. **Contribuições do Projeto Silvicultura Tropical:** cooperação internacional Brasil/Reino Unido. Belém: Embrapa Amazônia Oriental/DFID, 2000. 28p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 52).

# CRESCIMENTO, MORTALIDADE E RECRUTAMENTO EM FLORESTAS DE TERRA FIRME DA AMAZÔNIA ORIENTAL: OBSERVAÇÕES NAS REGIÕES DO TAPAJÓS E JARI

José Natalino Macedo Silva; Sílvia Maria Alves da Silva;  
Dulce Helena Martins Costa; Anadilza Maria Valente Baima; Lia Cunha de Oliveira;  
João Olegário Pereira de Carvalho; José do Carmo Alves Lopes

## INTRODUÇÃO

As árvores das florestas tropicais, diferentemente das florestas temperadas, em geral, não apresentam anéis de crescimento anual. Por esse motivo, a avaliação da idade das árvores e do seu crescimento torna-se muito mais difícil. Em que pese esta dificuldade, o conhecimento do crescimento das árvores e de povoamentos em florestas tropicais é de fundamental importância para o planejamento da produção e determinação do ciclo de corte.

Uma das maneiras mais práticas e largamente utilizadas para avaliar o crescimento em florestas tropicais é através do estabelecimento de parcelas amostrais permanentes. Este método permite não apenas conhecer o crescimento das árvores e da floresta, como também toda a dinâmica da regeneração natural.

Até o início dos anos 80, praticamente nada se sabia sobre o crescimento das florestas naturais da Amazônia, a não ser da floresta de Mocambo, em Belém, monitorada desde a década de 50 (Moraes, 1970; Pires, 1978). A partir de 1981, a Embrapa Amazônia Oriental iniciou o estabelecimento de uma rede de parcelas permanentes, visando conhecer o crescimento de florestas de terra firme da região. Este trabalho relata os resultados do monitoramento do crescimento e da dinâmica de povoamentos florestais nas regiões do Tapajós e Jari.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os dados foram coletados em 170 parcelas permanentes, medidas durante períodos variando de no mínimo onze e no máximo dezesseis anos, situadas nas regiões do Tapajós e Jari. Detalhes sobre o banco de dados para estudos de crescimento e produção da Embrapa Amazônia Oriental são dados na Tabela 1.

As parcelas permanentes monitoradas têm área de 0,25 hectare no Tapajós (50 m x 50 m). No Jari, além dessas, utilizam-se parcelas de 1 hectare (100 m x 100 m). Nessas parcelas, além do diâmetro, são medidas outras variáveis, tais como: classe de identificação do fuste (árvore viva, morta, caída, quebrada), copa (grau de iluminação e forma), danos (origem e severidade), classe de comercialização (possibilidade do fuste vir a ser comercializado), cipós (grau de infestação e influência no crescimento das árvores) e classe de floresta (estádios de desenvolvimento - clareira, floresta em construção e floresta madura).

Os solos, tanto na região do Tapajós como no Jari, são do tipo Latossolo Amarelo Distrófico, com textura argilosa pesada. Em Belterra, na floresta secundária monitorada, além desse tipo, ocorrem manchas de Latossolo Amarelo Antropogênico - terra preta de índio.

O clima nessas regiões é do tipo Amí, pela classificação de Köppen. No Tapajós, a precipitação média é de 1.920 mm, enquanto que no Jari a pluviosidade média anual alcança 2.234 mm. Em ambas as regiões ocorre uma estação seca variando de três a quatro meses.

No Tapajós e no Jari, a vegetação é uma típica Floresta Ombrófila Densa, com volume médio variando de 150-200 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> a partir de 45 cm de DAP, e área basal entre 30-35 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> (DAP ≥ 10 cm). No Tapajós, algumas das espécies características que compõem o extrato superior incluem *Bertholetia excelsa*, *Couratari* spp., *Dinizia excelsa*, *Pithecelobium* spp., *Manilkara huberi*, *Parkia* spp., *Hymenaea courbaril* e *Tabebuia serratifolia*. O subbosque é caracterizado por uma alta ocorrência de *Rinorea flavescens*, *R. guianensis* e *Duguetia echinophora* (Silva et al. 1985). No Jari, neste tipo florestal, as espécies com maior dominância são *Syzygiopsis oppositifolia*, *Couratari guianensis*, *Eschweilera subglandulosa*, *Manilkara bidentata*, *Roupala montana* e *Eschweilera subglandulosa* (Gomide, 1997).

TABELA 1. Banco de dados para estudos de crescimento e regeneração natural de florestas tropicais mantido pela Embrapa Amazônia Oriental nos Estados do Pará e Amapá.

Local	Nº de parcelas	Área amostrada (ha)	Árvores		Regeneração natural Varas + Arvores + Mudanças	
			Quantidade monitorada	Total de registros	Quantidade monitorada	Total de registros
Tapajós						
Belterra	22	5,5	6.158	35.536	3.080	13.219
Km 67	36	9	10.368	73.165	2.100	15.223
Km 114	60	15	20.265	88.840	3.515	18.520
Jari						
F. Primária	44	41	7.795	49.144	11.184	54.844
F. Secundária	8	2	6.415	35.806	431	3.927
Total	1702	72,5	51.001	282.491	20.310	107.377
		Monitoradas			Registros	
Todas as áreas		Árvores + Regeneração		Árvores + Regeneração Natural		
Total geral		71.311		389.868		

A floresta secundária localizada em Belterra, Pará, tem cerca de 60 anos de idade e cresceu em uma plantação de seringueira abandonada. Apresenta um volume médio a partir do DAP, de 20 cm de  $130 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  e uma área basal de cerca de  $20 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  ( $\text{DAP} \geq 5 \text{ cm}$ ). As espécies dominantes neste tipo (compreendendo 85% da área basal) são *Jacaranda copaia*, *Miconia sp.*, *Vochysia maxima*, *Bellutia sp.*, *Tapirira guianensis*, e *Didymopanax morototoni* (Oliveira, 1995).

No Jari, monitora-se também a sucessão secundária em uma área de 112 hectares, onde ocorreu desmatamento sem queima em 1982. O início do monitoramento deu-se em 1985. Em 1996, onze anos após, o gênero *Cecropia* foi o mais dominante, apresentando 73,7% da área basal da floresta. O volume da floresta em 1996 foi de  $40,3 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , com  $\text{DAP} \geq 20 \text{ cm}$ . As espécies que apresentaram maiores volumes foram *Cecropia sciadophylla*, *Cecropia obtusa*, *Inga alba* e *Didymopanax morototoni*. As espécies do gênero *Cecropia* corresponderam a 88% do volume total da floresta (Gomide, 1997).

Os dados foram analisados com o auxílio do programa Sistema de Inventário Florestal Contínuo – SFC, desenvolvido pela Embrapa Amazônia Oriental, para manipulação e análise de dados de parcelas permanentes.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Crescimento diamétrico

Na Tabela 2 se apresenta um resumo dos resultados de crescimento diamétrico em diversas áreas experimentais monitoradas pela Embrapa Amazônia Oriental, nas regiões do Tapajós e Jari. O crescimento em florestas primárias exploradas na região do Tapajós variou de 0,2 a 0,3  $\text{cm ano}^{-1}$ . Em floresta não-explorada, o crescimento médio foi de 0,1  $\text{cm ano}^{-1}$ . Na região do Jari, o crescimento médio neste tipo florestal foi de 0,4  $\text{cm ano}^{-1}$ . Florestas primárias não-exploradas apresentaram um crescimento médio de 0,1 a 0,2  $\text{cm ano}^{-1}$ . Florestas secundárias, por apresentarem predominância de espécies pioneiras, mostram um crescimento médio mais elevado (0,4  $\text{cm ano}^{-1}$  no Tapajós), especialmente no Jari (0,9  $\text{cm ano}^{-1}$ ), onde a floresta secundária monitorada, regenerada após corte raso, é domi-

nada por *Cecropia* spp. O crescimento das florestas monitoradas situa-se entre os valores que têm sido observados em situações semelhantes de distúrbio, em outros locais da Amazônia brasileira e fora da região (Jonkers, 1987; Chiew & Garcia, 1989; Primack et al. 1989; Rai, 1989; Higuchi et al. 1997; Nguyen-The, 1998; Poels et al. 1998; Vidal, 1998; Graaf, 1999).

## Crescimento de algumas espécies

O crescimento de um total de quase 500 espécies é monitorado nas diferentes áreas de pesquisa. Na Tabela 3, é apresentado o crescimento diamétrico de algumas dessas espécies. De um modo geral, há uma hierarquia quanto à velocidade de crescimento: espécies intolerantes crescem mais rápido do que espécies tolerantes do dossel superior, que por sua vez desenvolvem-se mais rápido do que aquelas do subbosque. Observações semelhantes já foram reportadas por outros autores (Swaine, 1990), em Gana. Algumas espécies intolerantes apresentam crescimento excepcionalmente rápido para árvores tropicais. Este é o caso de *Vochysia maxima*, *Bixa arborea*, *Tachigalia myrmecophylla*, *Piptadenia suaveolens* e *Goupia glabra*, no Tapajós e de *Jacaranda copaia*, *Didymopanax morototoni* e dos gêneros *Inga* e *Cecropia* na floresta em sucessão secundária estudada no Jari.

## Crescimento e iluminação das copas das árvores

A exposição das copas à luz tem forte correlação com a velocidade de crescimento. Árvores com copas totalmente expostas à radiação solar crescem significativamente mais rápido do que aquelas parcial ou completamente sombreadas, independente de grupo ecológico (Tabela 4). Este fato, observado nas regiões do Tapajós e Jari é consistente com observações feitas em outros países (Wyatt Smith & Vincent, 1962; Bryan, 1981; Alder & Synnott, 1992; Korsgaard, 1992; Nguyen-The, 1998) e tem importantes implicações para a silvicultura, pois justifica a aplicação de desbastes para liberar as copas das árvores potenciais para exploração. Estas, crescendo mais rápido, podem levar a um ciclo de corte mais curto.

TABELA 2. Incremento periódico anual (IPA) em diâmetro em diversas áreas experimentais monitoradas pela Embrapa Amazônia Oriental no Estado do Pará e Amapá.

Local	História de uso	Tipo florestal	Tipo de solo	Clima	Precipitação (mm)	IPA <sub>DAP</sub> (cm ano <sup>-1</sup> )		Anos de observações
						Espécies comerciais	Todas as espécies	
Belterra	(1)	Floresta Secundária	LA + LA Ant.	Ami	1920	0,5	0,4	15
Tapajós Km 67	(2)	Floresta Primária	LA	Ami	1920	0,4	0,3	16
Tapajós Km 114	(3)	Floresta Primária	LA	Ami	1920	0,3	0,1	12
Tapajós Km 114	(4)	Floresta Primária	LA	Ami	1920	0,4	0,2	14
Jari	(5)	Floresta Primária	LA	Ami	2234	0,3	0,4	12
Jari	(6)	Floresta Primária	LA	Ami	2234	0,3	0,4	12
Jari	(7)	Floresta Primária	LA	Ami	2234	0,3	0,4	12
Jari (Testemunha)	(8)	Floresta Primária	LA	Ami	2234	0,3	0,2	12
Jari (Testemunha)	(9)	Floresta Primária	LA	Ami	2234	0,2	0,1	11
Jari	(10)	Floresta Secundária	LA	Ami	2234	0,6	0,9	11

(1) Seringal abandonado, idade de aproximadamente 50 anos;

(2) Área explorada em 1979, setenta e cinco m<sup>3</sup> extraídos;

(3) Área não explorada (Testemunha);

(4) Área explorada em 1982, noventa m<sup>3</sup> extraídos;

(5) Área explorada em 1985, 15% do volume total em pé (DAP<sub>≥</sub> 45 cm) retirado (26 m<sup>3</sup>/ha). Desbaste realizado em 1995;

(6) Área explorada em 1985, 25% do volume total em pé (DAP<sub>≥</sub> 45 cm) retirado (43 m<sup>3</sup>/ha). Desbaste realizado em 1995;

(7) Área explorada em 1985, 35% do volume total em pé (DAP<sub>≥</sub> 45 cm) retirado (61 m<sup>3</sup>/ha). Desbaste realizado em 1995.

(8) Área não explorada;

(9) Área não explorada;

(10) Em processo de regeneração após corte raso, sem queima, dominado por *Cecropia*.

LA = Latossolo Amarelo.

LA + LA Ant. = Latossolo Amarelo + Latossolo Amarelo Antropogênico.

TABELA 3. Incremento periódico anual do diâmetro (cm) de algumas espécies ocorrentes em florestas monitoradas pela Embrapa Amazônia Oriental na região do Tapajós e Jari.

Espécies	GE	Nome botânico	TAP km 114 <sup>1</sup>		TAP km 67 <sup>1</sup>		Jari <sup>1</sup>		Jari <sup>2</sup>		TAP Belterra <sup>2</sup>	
			n	IPA	n	IPA	n	IPA	n	IPA	n	IPA
Andiroba	T	<i>Carapa guianensis</i>	72	0,5	94	0,5	12	0,4	-	-	-	-
Tauari	T	<i>Couratari oblongifolia</i>	89	0,3	67	0,3	-	-	-	-	-	-
Maçaranduba	T	<i>Manilkara huberi</i>	24	0,5	15	0,6	142	0,4	-	-	-	-
Maparájuba	T	<i>Manilkara paraensis</i>	13	0,3	-	-	65	0,3	-	-	-	-
Breu	T	<i>Protium epiculetum</i>	195	0,3	200	0,3	-	-	-	-	-	-
Ucuúba-da-terra firme	T	<i>Virola melanonii</i>	44	0,5	44	0,5	-	-	-	-	-	-
Pente-de-macaco	I	<i>Apeliba albiflora</i>	17	0,4	17	0,3	19	0,5	-	-	-	-
Urucu-da-mata	I	<i>Bixa arborea</i>	7	0,8	120	0,8	-	-	-	-	-	-
Freijó-branco	I	<i>Cordia bicolor</i>	21	0,4	22	0,2	-	-	-	-	-	-
Cupiúba	I	<i>Goupia glabra</i>	4	0,7	10	0,5	116	0,3	-	-	-	-
Parapará	I	<i>Jacaranda copaia</i>	5	0,9	20	0,7	20	0,4	4	0,6	246	0,4
Faveira-folha-fina	I	<i>Piptadenia suaveolens</i>	13	0,4	10	0,9	-	-	-	-	-	-
Louro	T	<i>Nectandra</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Morototó	I	<i>Didymopanax morototoni</i>	-	-	-	-	-	-	11	1,1	94	0,4
Talapiririca	I	<i>Tapirira guianensis</i>	5	0,3	15	0,8	14	0,6	-	-	29	0,5
Querúba-verdadeira	I	<i>Vochysia maxima</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	50	1,7
Angellm-rajado	I	<i>Pithecolobium recemosum</i>	11	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
Louro-preto	T	<i>Licania canolla</i>	45	0,4	30	0,4	11	0,3	-	-	22	0,6
Mela-calado	?	<i>Lacistema egregium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	22	0,2
Ingá	I	<i>Inga alba</i>	-	-	-	-	-	-	11	0,8	-	-
Ingá	I	<i>Inga capitata</i>	-	-	-	-	-	-	7	0,8	-	-
Embaúba-branca	I	<i>Cecropia obtusa</i>	-	-	-	-	-	-	236	0,8	-	-
Embaúba-vermelha	I	<i>Cecropia sciadophylla</i>	-	-	-	-	-	-	502	1,0	-	-
Julá-áçu	T	<i>Myrsineae courbani</i>	7	0,6	6	0,6	15	0,4	-	-	-	-
Arocira	T	<i>Astronium gracile</i>	11	0,4	5	0,6	-	-	-	-	-	-
Itaúbe-abacate	T	<i>Mezilaurus lindaviana</i>	16	0,3	9	0,2	31	0,2	-	-	-	-
Uxi-liso	T	<i>Endopleure uchi</i>	-	-	14	0,5	29	0,8	-	-	-	-
Jarana	T	<i>Holopyxidium jarana</i>	32	0,3	20	0,2	-	-	-	-	-	-
Pororoqueira	T	<i>Dialium guianensis</i>	13	0,3	14	0,3	11	0,3	-	-	-	-
Taxi-preto-folha-graúda	I	<i>Tachigelia myrmecophylla</i>	14	1,3	3	1,1	41	1,5	-	-	-	-
Mulrapiranga	T	<i>Eperua schomburgkiana</i>	11	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-
Amapá-amargoso	T	<i>Brasimum guianensis</i>	16	0,3	10	0,4	-	-	-	-	-	-
Ucubarana	T	<i>Irynanthera luriansis</i>	23	0,2	11	0,2	-	-	-	-	-	-
Acarajura	T	<i>Mnquartha guianensis</i>	96	0,3	10	0,1	68	0,3	-	-	-	-

(1) Floresta primária explorada; (2) Floresta secundária; GE = Grupo ecológico. T = tolerante, I = intolerante.

TABELA 4.  $IPA_{DAP}$  (cm ano<sup>-1</sup>) por grupo ecológico e grau de iluminação das copas em quatro locais na região do Tapajós.

Grupo ecológico	Iluminação da copa	Floresta primária explorada						Floresta não explorada					
		7 anos			13 anos			Secundária			Primária		
		n	IPA	sd.	n	IPA	Sd.	n	IPA	sd	n	IPA	sd
Intolerante	Iluminação total	67	0.9 a	0.7	128	1.0 a	0.7	168	0.7 a	0.6	37	0.7 a	0.5
	Iluminação parcial	67	0.6 a	0.5	98	0.7 b	0.5	205	0.4 b	0.3	79	0.5 b	0.5
	Sombreadas	104	0.3 b	0.3	111	0.4 c	0.3	85	0.2 c	0.1	81	0.2 c	0.3
Tolerante	Iluminação total	164	0.5 a	0.3	173	0.6 a	0.4	3	0.8 a	0.3	57	0.4 a	0.3
	Iluminação parcial	313	0.4 b	0.3	282	0.3 b	0.3	2	0.6 a	0.5	253	0.2 b	0.2
	Sombreadas	1054	0.2 c	0.2	602	0.2 c	0.1	2	0.4 a	0.3	558	0.1 c	0.1

Médias seguidas pela mesma letra em cada local e grupo ecológico não são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ).

Fonte: Silva et al. 1996.

## Influência dos danos no crescimento

Os danos às árvores, sejam eles de origem natural (tempestades) ou de causa antropogênica (exploração florestal), têm uma influência notável no crescimento. Na Figura 1, mostram-se as diferenças no crescimento de árvores sem danos, das que sofreram danos leves e das que foram severamente danificadas (árvores descopadas, com mais de 50% da copa quebrada, árvores com extensos danos na casca e árvores muito inclinadas). Observações semelhantes foram feitas por Vidal (1998) na região de Paragominas, Pará, onde foram observadas diferenças significativas no crescimento das árvores sem danos em relação às que apresentavam danos severos. Este fato tem implicações práticas se o silvicultor decidir por realizar desbastes. É recomendável incluir na lista de árvores a eliminar aquelas que sofreram danos severos, pois essas, se não vierem a morrer, influenciarão negativamente a produtividade da floresta remanescente devido às baixas taxas de crescimento.

## Grau de abertura do dossel e o crescimento

A abertura do dossel provocada pela exploração estimula o crescimento da floresta. Isto se deve à maior penetração de luz e diminuição momentânea da competição por nutrientes. Ao comparar-se o comportamento do crescimento de florestas primárias exploradas com não-exploradas. Na Figura 2, verifica-se que este estímulo foi particularmente notável no Tapajós, Km 67. Na área experimental do Km 114, a reação de elevação do crescimento, embora significativa, foi de menor expressão. A explicação para esse comportamento diferente pode estar no fato de que no Km 67 já havia acontecido uma exploração anterior a que ocorreu em 1979, por ocasião da implantação do experimento. Por isso, a composição florística daquela área mostra uma porcentagem maior de espécies intolerantes que têm crescimento mais rápido (Figura 3).

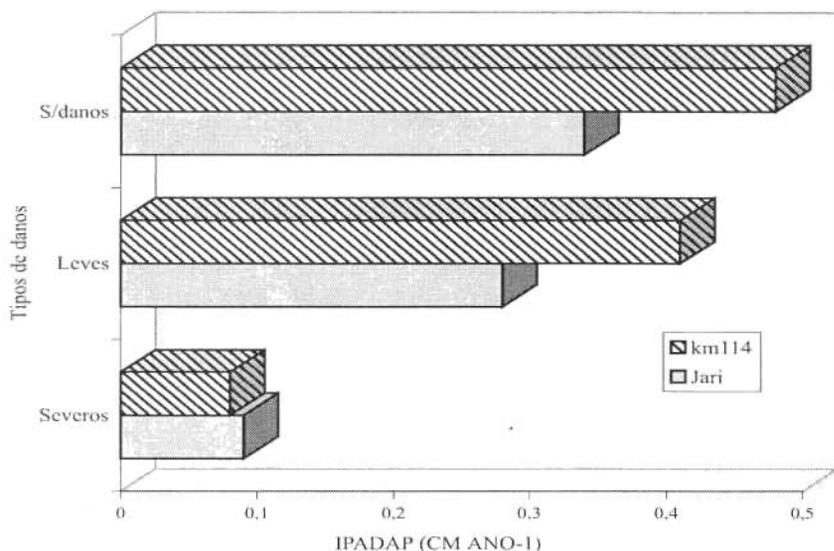


Figura 1. Incremento periódico anual de árvores danificadas.

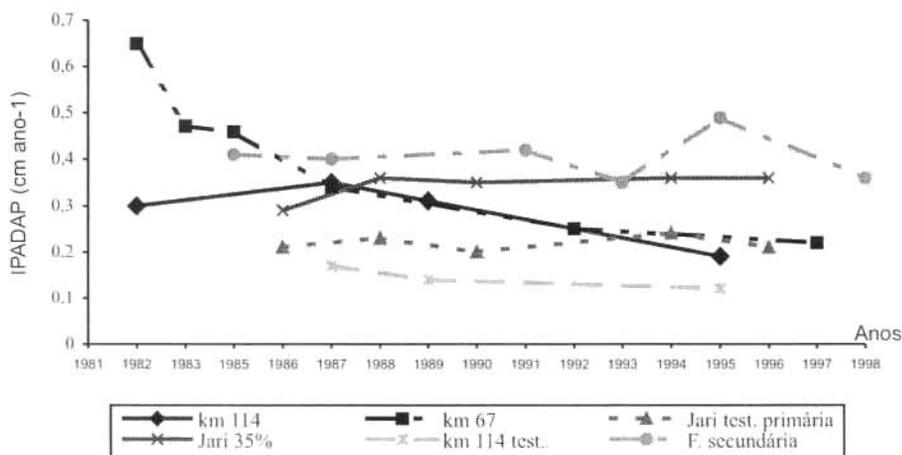


Figura 2. Incremento periódico anual do diâmetro ao longo do tempo nas regiões de Tapajós e Jari.

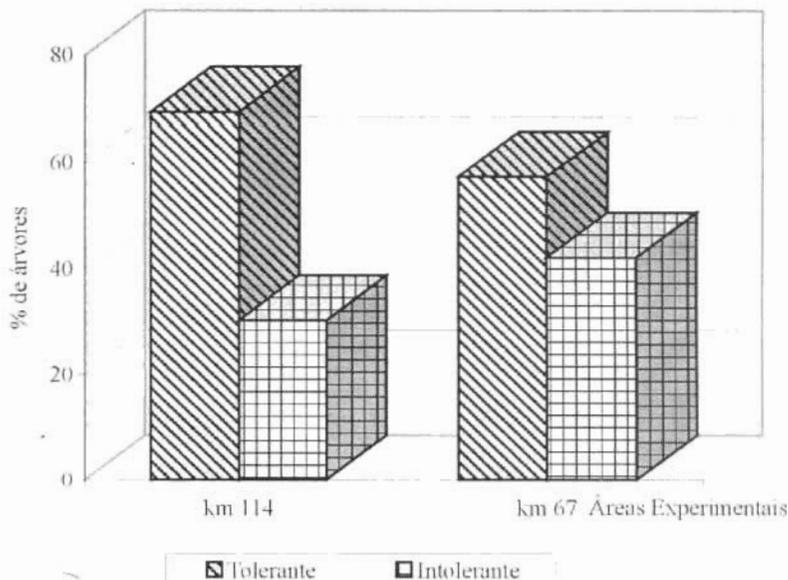


Figura 3. Proporção de espécies tolerantes e intolerantes à sombra em duas áreas na Floresta Nacional do Tapajós.

A floresta secundária mostra um comportamento de crescimento semelhante às florestas não-exploradas, isto é, o crescimento mantém-se a um nível quase constante, porém relativamente mais alto, em comparação com as florestas primárias (Figura 2).

Tanto no Km 67 quanto no Km 114, o benefício da abertura do dossel gradativamente diminui à medida que o tempo passa. Fato semelhante foi também observado em experimentos silviculturais no Suriname (Graaf et al. 1999). No caso do Tapajós, a floresta desceu quase ao nível de crescimento de uma floresta não explorada. Este fato indica que os desbastes deveriam ser práticas silviculturais normais em manejo operacional, se fosse interesse manter a floresta crescendo a taxas mais elevadas que o normal. No Jari, onde foi extraído 35% do volume total, o efeito do fechamento do dossel, e conseqüente aumento na competição por luz e nutrientes, ainda não se fez sentir, ao observar-se o nível mais elevado e quase constante do incremento (Figura 2).

## Crescimento volumétrico

O crescimento volumétrico líquido, isto é, considerando tanto o recrutamento quanto a mortalidade, em todas as áreas monitoradas no Tapajós e Jari, é mostrado na Tabela 5. Se comparados às florestas plantadas com espécies exóticas na Amazônia ou no Centro-Sul do país, o crescimento é muito baixo. Esta, no entanto, é uma realidade que tem de ser enfrentada ao planejar-se a produção em florestas tropicais. A média geral nas florestas monitoradas variou de quase  $5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  no Tapajós até um incremento negativo, no caso de uma floresta não-explorada no Jari. Decrémentos também aconteceram para alguns grupos de espécies em algumas áreas experimentais. A produtividade volumétrica é muito afetada pela mortalidade: ao morrer uma árvore de grande porte, a substituição da biomassa perdida é lenta. Ressalte-se que houve um maior acúmulo de volume nas florestas exploradas do Tapajós do que no Jari, onde a maior taxa observada foi somente  $1 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ . O incremento das espécies comerciais atingiu cerca de  $1,6 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  no Tapajós e foi bem baixa no Jari, havendo inclusive decrémento em um povoamento. Esta baixa produtividade pode ser explicada pelos seguintes fatos: no Jari, as intensidades de corte foram menores do que no Tapajós; houve uma distribuição mais regular das árvores extraídas (produzindo menor número de clareiras e de menor tamanho) e o crescimento médio foi inferior ao do Tapajós.

O crescimento na floresta do Tapajós se assemelha a dados reportados por outros autores para a mesma situação de distúrbio da floresta. Por exemplo, Lowe (1997) reporta incrementos médios em volume para seis reservas florestais na Nigéria, variando de  $2,6 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  a  $6,5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  (média de  $5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ). Estas florestas já tinham sido exploradas no passado e algumas foram tratadas através do Sistema Tropical de Cobertura; Higuchi et al. (1997) relatam incrementos de  $2,82 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ,  $5,57 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ,  $4,45 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  e  $5,75 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , respectivamente, para floresta não-explorada e povoamentos que sofreram redução da área basal de 32 %, 42% e 69% (intensidades de exploração consideradas como média, leve e pesada).

TABELA 5. Incremento volumétrico ( $m^3 ha^{-1} ano^{-1}$ , DAP  $\geq 20$  cm) nas regiões do Tapajós e Jari.

	Tapajós				Jari			
	Km 67	Km 114	Test	Bellerra	E 15%	E 25%	E 35%	Test
Nº anos de obs.	16	6	12	15	8	8	8	12
Grupos de espécies								
Comerciais	1,62	1,58	-0,27	5,04	-0,58	0,48	0,06	0,07
Potenciais	1,37	0,89	0,19	-1,61	0,03	0,20	-0,16	0,20
Não comerciais	1,98	2,13	0,70	0,39	0,63	0,28	1,02	-0,62
Média geral	4,97	4,60	0,62	3,81	0,08	0,96	0,93	-0,35

Obs : Os detalhes de cada povoamento são dados na Tabela 1.

## RECRUTAMENTO E MORTALIDADE

O balanço entre recrutamento e mortalidade foi positivo nas duas áreas exploradas no Tapajós, *viz.*, Km 67 e Km 114, na floresta secundária em Belterra e na área testemunha de floresta primária no Jari (Figura 4). Nas demais áreas, a mortalidade superou o recrutamento. Nas áreas que foram exploradas, o equilíbrio custou mais a ser atingido devido à mortalidade das espécies pioneiras que continua a ocorrer e elevar a taxa geral por muito mais anos do que em uma floresta não-explorada. Nas áreas não exploradas, como era de se esperar, observou-se um certo equilíbrio entre ingressos e mortalidade.

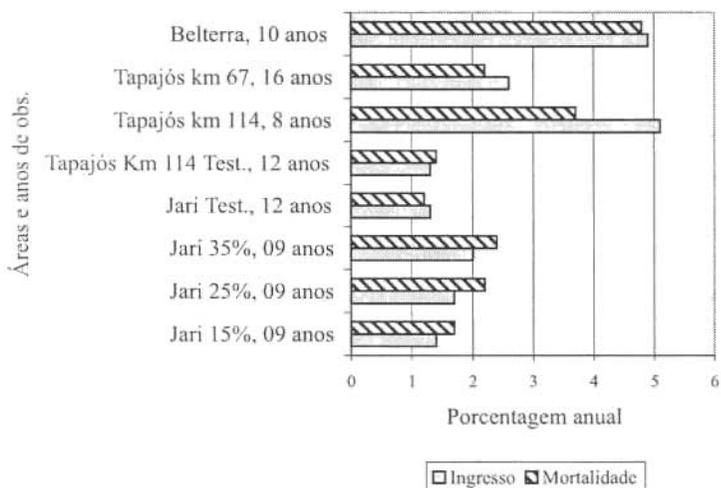


Figura 4. Balanço entre recrutamento e mortalidade em florestas monitoradas pela Embrapa Amazônia Oriental nas regiões do Tapajós e Jari.

## CONCLUSÕES

O incremento diamétrico observado nas florestas monitoradas está dentro dos padrões observados em outras florestas da região amazônica e mesmo fora dela; a produção volumétrica é relativamente baixa e esse fator deve ser considerado ao se estabelecer os ciclos de corte nos planos de manejo; muita cautela deve ser tomada ao se extrapolar esses resultados para outras florestas situadas em regiões com clima, solo e história de usos diferentes;

A abertura do dossel resultante da exploração estimula o crescimento da floresta residual, mas esse efeito tende a desaparecer com o tempo;

O grau de iluminação das copas é um importante indicador da necessidade de realizar desbastes para aumentar o crescimento das árvores;

Se o silvicultor optar por realizar desbastes, árvores com danos severos devem receber prioridade para eliminação, pois apresentam crescimento bem menor do que árvores sãs ou que apresentam apenas danos leves; e

Florestas secundárias apresentam crescimento e produtividade bem superiores às florestas primárias e são fonte de madeiras leves para a indústria. Podem, assim, tornar-se uma fonte alternativa de ingressos para pequenos produtores rurais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALDER, D.; SYNNOTT, T.J. **Permanent sample plots techniques for mixed tropical forest**. Oxford: Oxford Forestry Institute, 1992. 124p. (Tropical Forest Papers, 25).
- BRYAN, M.B. **Studies of timber growth and mortality in the mixed dipterocarp forests in Sarawak**. Rome: FAO, 1981. 56 p. (FAO FO:MAL/76/008 Field Document, 11).
- CHIEW, K.Y.; GARCIA, A. Growth and yield studies in Yayasan Sabah forest concession area. In: WAN RAZALI, W.M., CHAN, H.T.; APPANAH, S. (Ed). **Proceedings of the seminar on growth and yield in tropical mixed/moist forests**. Malaysia: Forest Research Institute 1989. p.192-204.
- GOMIDE, G.L.A. **Estrutura e dinâmica de crescimento de florestas tropicais primária e secundária no Estado do Amapá**. Curitiba: UFPr, 1997. 179p. Dissertação Mestrado.
- GRAAF, N.R. de; POELS, R.L.H; VAN ROMPEY, R.S.A.R. Effect of silvicultural treatment on growth and mortality of rainforest in Surinam over long periods. **Forest Ecology and Management**, v.124, p.123-135, 1999.
- HIGUCHI, N.; SANTOS, J. dos; RIBEIRO, R.J.; FREITAS, J.V. de; VIEIRA, G.; COIC, A.; MINETTE, L.J. Crescimento e incremento de uma floresta amazônica de terra-firme manejada experimentalmente. In: HIGUCHI, N.; FERRAZ, J.B.S.; ANTONY, L. LURÃO, F.; LUIZÃO, R.; BIOT, Y.; HUNTER, I.; PROCTOR, J.; ROSS, S. **Biomassa e nutrientes florestais - Bionte: Relatório final**. Manaus: MCT-INPA, DFID, 1997. p.88-132.
- JONKERS, W.B.J. **Vegetation structure, logging damage and silviculture in a tropical rain forest in Suriname**. Wageningen: Agricultural University, 1987. 172p.
- KORSGAARD, S. **An analysis of growth parameters and timber yield prediction based on research plots in the permanent forest estate of Sarawak, Malaysia**. Copenhagen: The Council for Development Research, 1992. 120p.

- LOWE, R.G. Volume increment of natural moist forest in Nigeria. **Commonwealth Forestry Review**. v.76, n.2, p.107-113, 1997.
- MORAES, V.H.F. Periodicidade de crescimento do tronco em árvores da floresta amazônica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.5, p.315-320, 1970.
- NGUYEN-The, N., FAVRICHON, V., SIST, P., HOUDE, L., BERTAULT, J.; FAUVET, N. Growth and mortality patterns before and after logging.. In: BERTAULT, J.; KADIR, K. (Ed.). **Silvicultural research in a lowland mixed dipterocarp forest of East Kalimantan: the contribution of STREK project**. Montpellier: CIRAD-forêt, 1998, p.181-216.
- OLIVEIRA, L.C. de. **Dinâmica de crescimento e regeneração natural de uma floresta secundária do Estado do Pará**. Belém: FCAP, 1995. 126p. Dissertação Mestrado.
- PIRES, J.M. The forest ecosystems of the Brazilian Amazon: description, functioning and research needs. In: **TROPICAL forest ecosystems: a state-of-knowledge report prepared by UNESCO/UNEP/FAO**. Paris: UNESCO-UNEP, 1978, p. 607-627.
- POELS, R.L.H.; GRAAF, N.R. de; WIRJOSENTOPNO, J. **Growth and mortality of trees after various experimental silvicultural treatments for natural regeneration in Suriname**. Wageningen: Agricultural University, 1998. 152p. (Hinkeloord Report, 25).
- PRIMACK, R.B., CHAI, E.O.K.; TAN, S.S.; LEE, H.S. Relative performance of dipterocarp trees in natural forest, managed logged forest and plantation throughout Sarawak, East Malaysia. In: WAN RAZALI, W.M., CHAN, H.T.; APPANAH, S. (Ed). **Proceedings of the seminar on growth and yield in tropical mixed/moist forests**. Kuala Lumpur: Forest Research Institute Malaysia, 1989. p.161-175.
- RAI, S.N. Rate of diameter growth of trees in humid tropics of Western Ghats, India. In: WAN RAZALI, W.M., CHAN, H.T.; APPANAH, S. (Ed). **Proceedings of the seminar on growth and yield in tropical mixed/moist forests**. Kuala Lumpur: Forest Research Institute Malaysia, 1989. p.106-116.

- SILVA, E.J.V. da. **Impactos da exploração madeireira predatória e planejada sobre o crescimento e diversidade de espécies arbóreas na Amazônia Oriental**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1998. 82p. Dissertação Mestrado.
- SILVA, J.N.M.; LOPES, J. do C.A.; CARVALHO, J.O.P. de. **Inventário florestal de uma área experimental na Floresta Nacional do Tapajós**. Colombo: Embrapa-CNPQ, 1985. p.38-110 (Embrapa-CNPQ. Boletim de Pesquisa Florestal, n. 10/11).
- SILVA, J.N.M.; CARVALHO, J.O.P. de; LOPES, J. do C.A.; OLIVEIRA, R.P. de; OLIVEIRA, L.C. de. Growth and yield studies in the Tapajós region, Central Brazilian Amazon. **Commonwealth Forestry Review**, v.75, n.4, 1996.
- SWAINE, M.D. Population dynamics of moist tropical forest at Kade, Ghana. In: ATELIER sur l'aménagement et la conservation de l'écosystème forestier tropical humide. Cayene: MAB/UNESCO. MAB/FRANCE, IUFRO, FAO,1990. p.40-61.
- WYATT SMITH, J.; VINCENT, A.J. The swing from qualitative to quantitative assessment of individual tree crown parameters in the Malayan Forest Service. **Malaysian Forester**. n.25, p.276-291, 1962.

# IMPACTO DA EXPLORAÇÃO MADEIREIRA EM FLORESTA DE TERRA FIRME NO MUNICÍPIO DE MOJU, ESTADO DO PARÁ

Silvia Maria Alves da Silva; José Natalino Macedo Silva; Anadilza Maria Valente Baima;  
Neldson Marques Lobato; Ian Samuel Thompson; Perminio Pascoal Costa Filho

## INTRODUÇÃO

A exploração florestal em florestas tropicais é o momento mais crítico na aplicação de um sistema de manejo visando a produção sustentável de madeiras. O bom planejamento dessa atividades é a chave para se obter bons resultados, tanto do ponto de vista ambiental, como econômico. Não resta dúvida de que a colheita de madeiras é uma atividade impactante. Por isso mesmo, a redução dos impactos causados por essa atividade na floresta residual tem merecido atenção especial da pesquisa nas últimas duas décadas (Marn & Jonkers, 1981; Jonkers, 1987; Hendrison, 1990; Pinard & Putz, 1996; Bertault & Sist, 1997; Sist & Bertault, 1998). No Brasil, as primeiras pesquisas nesse sentido remontam ao final da década de 80 (Sudam, 1978; Costa Filho, 1980), e têm sido intensificadas recentemente (*e.g.* D'Oliveira & Braz, 1995; Johns et al. 1996; Holmes et al. 2001). A aplicação generalizada das chamadas técnicas de exploração florestal de impacto reduzido é um dos caminhos que se deve seguir para manter a produtividade das florestas tropicais. Na Amazônia brasileira, os benefícios econômicos, os que mais sensibilizam os empresários, apenas recentemente foram divulgados (Holmes et al. 2001). Há, no entanto, necessidade de mais exemplos demonstrativos a diferentes escalas, de modo a contribuir para que essas práticas venham a ser adotadas em larga escala. Neste trabalho, procura-se demonstrar os benefícios ambientais que uma exploração planejada pode proporcionar, refletidos pela redução do impacto à população de árvores remanescentes.

## MÉTODOS

### Localização da área experimental

A área experimental situa-se no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Oriental localizado no município de Moju, entre as coordenadas geográficas de 2°08' e 2° 12' de latitude sul e entre 48° 47' e 48° 48' de longitude oeste de Greenwich, no Km 30 da Rodovia PA-150. O clima da região é do tipo Ami, com precipitação anual de 2.400 mm. O período mais chuvoso se estende de fevereiro a abril, e o período mais seco de agosto a outubro. As temperaturas médias mensais oscilam entre 21°C e 33°C, com a média anual em torno de 26°C. O relevo da área é plano, com pequenas ondulações, com declividade variando de 0% a 3%. O solo predominante na área é o Latossolo Amarelo com diferentes texturas. Ocorrem também solos dos tipos Podzólico Vermelho-Amarelo, Gley Pouco Húmico e Plintossolos (Santos et al. 1985).

A vegetação da área é uma floresta de terra firme, (Costa et al. 1998), onde se destacam as espécies comerciais mostradas na Tabela 1.

TABELA 1. Número de árvores, área basal e volume das principais espécies comerciais com DAP  $\geq$  25 cm, em uma floresta de 200 ha no município de Moju, PA.

Espécies	Nº de árvores n.ha <sup>-1</sup>	Área basal m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup>	Volume m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup>
<i>Vouacapoua americana</i>	5,9	1,5	20,5
<i>Manilkara huberi</i>	4,0	1,4	18,4
<i>Piptadenia suaveolens</i>	3,4	1,0	13,3
Total	13,3	3,9	52,2

Fonte: Costa et al. (1998).

## Exploração florestal

Esta atividade foi realizada em uma área de 200 hectares. Todos os cipós com diâmetros a partir de 2 cm foram cortados três anos antes da exploração. Normalmente recomenda-se que esta atividade seja realizada um ano antes da extração, porém, devido a problemas administrativo/burocráticos, a exploração só foi realizada três anos após o planejado. As operações foram realizadas em parceria com a Empresa Exportadora Peracchi Ltda, cuja equipe recebeu treinamento e supervisão em extração planejada (derruba direcionada, abertura de trilhas e arraste com uso do mapa de estoque). Trabalharam nessa atividade duas equipes de derruba e uma equipe de arraste. Este foi executado com um trator florestal de pneus (skidder). Para o carregamento dos caminhões utilizou-se uma carregadeira frontal. A exploração obedeceu as seguintes fases:

### Produção do mapa de estoque

O mapa de estoque foi produzido a partir dos dados coletados no censo florestal (Costa et al. 1998). Utilizou-se o software TREMA<sup>1</sup> para produzir um mapa com a localização das árvores potenciais a serem abatidas.

A seleção preliminar das árvores a serem extraídas foi feita utilizando o mapa de exploração, respeitando-se critérios, tais como: não ser árvore protegida, não ser espécie com densidade muito baixa no povoamento, ter mercado garantido, ter boa qualidade de fuste, não estar situada a 30 metros dos cursos d'água (igarapés) e ser bem distribuída, especialmente no talhão, de modo a evitar a formação de grandes clareiras durante a derruba.

---

<sup>1</sup>TREMA - Tree Management and Mapping é um software desenvolvido pela Universidade de Oxford, Inglaterra, sob os auspícios do Projeto Silvicultura EMBRAPA/DFID, usado para ajudar o planejamento do manejo florestal, em especial a exploração.

Neste mapa preliminar, foram locados os pátios de estocagem, estradas e trilhas de arraste. As trilhas foram traçadas sempre procurando atravessar grandes grupos de árvores para facilitar e maximizar o volume arrastado por trilha.

### **Abertura das estradas e pátios de estocagem**

As estradas foram construídas obedecendo uma largura média de quatro metros e serviram de ligação entre os pátios, para a locomoção das máquinas e para transporte das toras pelos caminhões.

Foram construídos quatro pátios, com dimensões aproximadas de 20 m x 25 m, estabelecidos, preferencialmente, em locais onde existiam poucas árvores, para minimizar os danos às árvores potencialmente comerciais. Tanto as estradas como os pátios foram construídos com trator de esteiras.

### **Abertura das trilhas principais e secundárias**

As trilhas principais e secundárias foram abertas pelo próprio trator florestal (skidder). As trilhas não foram previamente sinalizadas na mata. O operador recebeu o mapa de exploração, onde havia sido localizadas as trilhas principais e secundárias e procurou seguir o mais fielmente possível as indicações existentes no mapa, desviando de grandes obstáculos. O ajudante de operação do skidder ajudou na localização das árvores derrubadas.

### **Derruba e arraste**

Com o auxílio do mapa de exploração, as árvores foram derrubadas, levando em conta a localização dos pátios, das trilhas principais e secundárias e a minimização de danos às árvores

comerciais remanescentes. Árvores pré-selecionadas no escritório, mas que tinham defeitos graves (ocos, podridão) foram substituídas por outras sem esses defeitos.

Sempre que possível, os troncos eram arrastados inteiros e traçados no pátio. O traçamento era feito no local da derruba somente quando era impossível o trator arrastar o tronco completo.

### **Avaliação dos impactos da exploração**

A avaliação dos impactos da exploração foi feita em 100 ha da área experimental, tendo como indicadores a porcentagem de áreas abertas para a construção da infra-estrutura (pátios, estradas e trilhas de arraste) e da relação entre o número e volume de árvores extraídas e o número e volume das árvores destruídas.

### **Medição das áreas dos pátios de estocagem, estradas e trilhas de arraste**

Esta medição foi realizada para calcular a área afetada pela construção da infra-estrutura. Para facilitar o levantamento, a área foi dividida em quatro compartimentos de 25 hectares.

Os pátios tinham formas aproximadamente iguais às de um losango. Para encontrar a área, foram medidas duas diagonais e utilizada a fórmula da área de um losango:  $A = D \times d/2$ , onde  $D$  = diagonal maior e  $d$  = diagonal menor.

As áreas das estradas e trilhas de arraste foram determinadas multiplicando-se suas larguras médias pelos seus comprimentos.

Cada pátio (quatro ao todo) serviu de ponto de partida para as medições realizadas nas estradas e trilhas de arraste. Para possibilitar a plotagem da infra-estrutura, foram realizadas leituras de azimutes a cada 25 metros, ou sempre que a estrada/trilha de arraste mudava a direção. A largura das estradas e das trilhas de

arraste foi medida a cada 25 metros percorridos. Junto com o levantamento das estradas e trilhas, foram localizados os tocos das árvores abatidas.

### Medição do impacto nas árvores

Para estimar o impacto da exploração nas árvores da floresta residual, mediram-se dez parcelas de 0,5 hectare cada, estabelecidas aleatoriamente no bloco experimental de cem hectares, totalizando cinco hectares (5% de intensidade amostral). O levantamento foi realizado seis meses após a exploração. Uma observação de particular interesse foi justamente a variável danos, que possibilita determinar o impacto daquela atividade nas árvores que poderiam constituir as colheitas seguintes. A classe de identificação do fuste, que descreve o estado em que são encontradas as árvores, é também outra variável importante para avaliação dos impactos da exploração.

As seguintes variáveis foram medidas:

- Diâmetro a partir de dez centímetros (tomado a 1,30 m do solo - DAP, ou acima das sapopemas ou outro defeito existente nas árvores);
- Classe de identificação do fuste – CIF: variável que descreve o estado em que se encontram os indivíduos (árvores vivas, mortas, caídas, quebradas e desaparecidas);
- Danos (origem e intensidade);

Os danos foram classificados como leves e severos e podem ter causas naturais (devido a fortes ventos, por exemplo) ou por exploração (derruba e arraste). Além disso, os danos podem ainda ser causados por tratamentos silviculturais (desbastes, por exemplo) aplicados à floresta. Neste caso apenas os danos devido à exploração foram considerados.

Os danos foram avaliados como leves, se menos de 50% das copas não foram afetadas (quebradas) ou se a remoção de casca no fuste era menor que três metros.

Foram avaliados como danos severos, árvores derrubadas pela exploração (vivas ou mortas), árvores descopadas a qualquer altura, árvores desaparecidas, árvores com mais de 50% da copa quebrada e aquelas com a remoção de casca no fuste maior que três metros, ainda que a copa estivesse sã.

Com o auxílio do programa Inventário Florestal Contínuo – SFC, que possibilita a análise de dados de parcelas permanentes, foram calculadas tabelas de distribuição do número de árvores e volume das árvores severamente danificadas/destruídas pela exploração. Utilizou-se, para isso, a variável Classe de Identificação do Fuste - CIF, para filtrar dos dados, apenas as árvores afetadas pela exploração como descritas anteriormente.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Exploração florestal

Extraiu-se 3,3 árvores  $\text{ha}^{-1}$  e um volume de 23  $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$  (volume geométrico, romaneiado). Esse volume equivaleu a 66% do volume em pé, planejado para exploração (35  $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ ). A redução do volume (34%) ocorreu devido a perdas de diversas origens, tais como: árvores ocas, toras rachadas, toras esquecidas, utilização de diferentes fórmulas para cálculo de volume (volume em pé e volume romaneiado), altura de corte e desperdícios no traçamento e destopamento.

O levantamento da floresta, após a exploração, deu origem ao mapa apresentado na Figura 1.

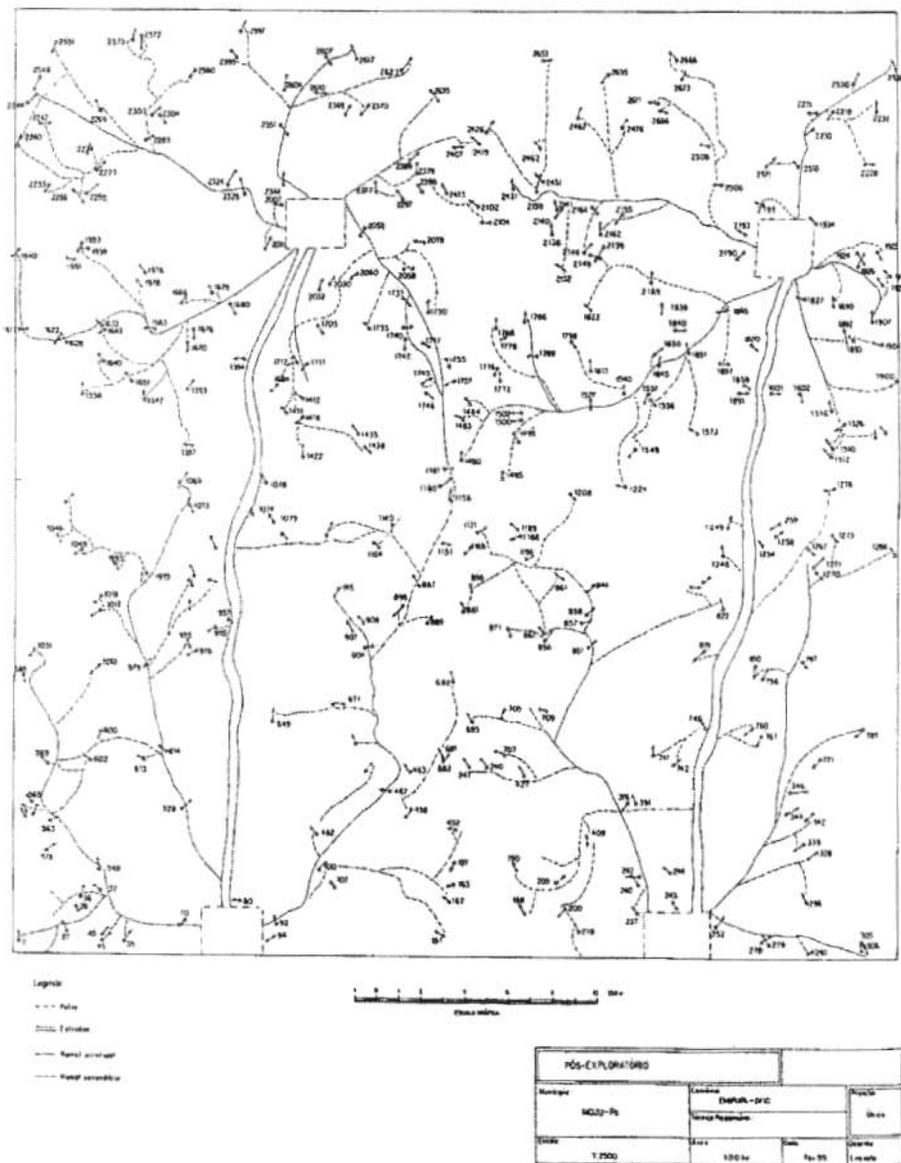


Figura 1. Mapa pós-exploratório.

## Impacto na cobertura florestal

O impacto na área superficial do solo causado pela construção da infra-estrutura da exploração, isto é, pátios de estocagem, estradas e trilhas de arraste, neste e em outros estudos similares é apresentado na Tabela 2.

TABELA 2. Porcentagem de área de solo florestal afetado pela implantação da infra-estrutura da exploração, neste e outros estudos.

Origem	Moju <sup>1</sup>	FFT <sup>2</sup>		Paragominas <sup>3</sup>		Acre <sup>4</sup>
	EP	EP	EC	EP	EC	EP
	%	%	%	%	%	%
Pátios	0,4	0,6	1,0	0,6	1,5	0,9
Estradas	1,2	0,6	1,3	2,0	3,4	1,1
Trilhas de arraste	7,7	3,9	7,7	5,1	10,1	1,8
Área total afetada (%)	9,3	5,1	10,0	7,7	15,0	3,8

EP - Exploração planejada.

EC - Exploração convencional.

1 - Este estudo: 35 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, volume em pé.

2 - Holmes, et al. (2001); EP: 25 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>; EC: 26 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>.

3 - Johns et al. (1996); EP: 37 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>; EC: 30 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>.

4 - D'Oliveira & Braz (1995); 20 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>.

## Impacto na cobertura florestal

O impacto na área superficial do solo, causado pela construção da infra-estrutura da exploração, isto é, pátios de estocagem, estradas e trilhas de arraste, neste e em outros estudos similares é apresentado na Tabela 2.

Um pouco mais de nove hectares, ou 9% da área, foram impactados pela atividade de exploração. Verifica-se, nesta pesquisa, que a porcentagem de áreas afetadas pela construção da infra-estrutura (pátios, estradas e ramais de arraste) são semelhantes aos resultados da exploração convencional reportado por Holmes et al. (2001) em Paragominas, mas inferior à exploração convencional reportada por Johns et al. (1996) na mesma região. No presente trabalho, quase 8% da área total afetada foi devido às trilhas de arraste.

Fatores que podem explicar o maior impacto na abertura das trilhas em relação a outras experiências (Tabela 2) foram: i) o fato de neste trabalho não ter sido utilizado o guincho para arrastar toras até o trator (este sempre foi levado até às árvores) e ii) não ser utilizada a sinalização das trilhas para orientar o operador do skidder. A simples utilização do mapa da exploração pelo tratorista não foi efetiva para diminuir o impacto da abertura de trilhas de arraste.

De um modo geral, diferentes tipos de floresta e diferentes intensidades de exploração determinam diferentes níveis de impacto. Os resultados obtidos no Acre, por D'Oliveira & Braz (1995), são surpreendentemente baixos em relação às outras experiências relatadas (Tabela 2), porém a intensidade de corte foi 45% menor do que a maior intensidade aplicada em Paragominas ( $37 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ).

A infra-estrutura da exploração deve ter caráter permanente, principalmente as estradas de transporte de madeiras, as trilhas principais de arraste e os pátios de estocagem. Um bom planejamento dessa infra-estrutura pode permitir que boa parte dela seja reutilizada na colheita seguinte, o que estabilizaria o seu impacto.

### Impacto nas árvores da floresta

Em Moju, a extração danificou 64 árvores por ha ( $\text{DAP} \geq 10 \text{ cm}$ ) e  $17 \text{ m}^3$  por ha ( $\text{DAP} \geq 20 \text{ cm}$ ). Para efeito de comparação, os resultados do impacto na população de árvores observado neste

trabalho e o reportado por Veríssimo et al. (1996a, b), para extração convencional, ou não-planejada, nas regiões de Tailândia e Paragominas, ambas no Estado do Pará, estão apresentados na Tabela 3. Os índices de impacto relacionados ao número de árvores destruídas por número de árvores extraídas e volume destruído por volume extraído foram 50% e 74%, respectivamente, menores do que os observados naquelas regiões para exploração convencional.

TABELA 3. Impacto da exploração em relação ao número de árvores e volumes extraídos em diferentes localidades no Estado do Pará.

Índices técnicos	Moju <sup>(1)</sup>	Tailândia <sup>(2)</sup>	Paragominas <sup>(3)</sup>
N/ha extraído	3,3	2,0	6
N/ha destruído	64	58	162
Volume extraído (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	23	16,0	38
Volume destruído (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	17	19,2	72
N destruído/N extraído	19	29	27
V destruído/V extraído	0,7	1,2	1,9

1 - Este estudo.

3 - Veríssimo et al. (1996 a).

2 - Veríssimo et al. (1996 b).

Na Figura 2 apresenta-se a distribuição das árvores destruídas por classe de diâmetro. O maior impacto (cerca de 70%) é observado na população de árvores pequenas (DAP 10-20 cm). As árvores comerciais impactadas representaram 18% do total, dos quais 11% foram árvores pequenas. Essas perdas podem ser recuperadas se a floresta for deixada em regeneração pelo período considerado para o ciclo de corte (30 anos para uma intensidade de corte de 40 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, segundo Silva, (1989). Silva et al. (199-) demonstraram que, para a região do Tapajós, essa população pode ser recomposta em seis anos.

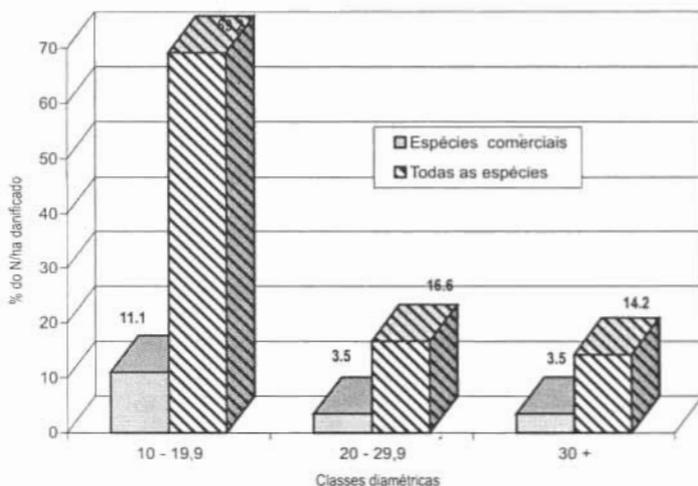


Figura 2. Distribuição do número de árvores destruídas por classe diamétrica.

## CONCLUSÕES

Os índices de impacto, isto é, o número de árvores destruídas em relação ao número de árvores extraídas e volume destruído em relação ao volume extraído são, respectivamente, 35% e 65% menores do que aqueles verificados em exploração convencional praticada no leste da Amazônia.

A porcentagem de área aberta pelas trilhas de arraste é alta em relação a outras experiências com extração de baixo impacto relatadas na Amazônia oriental, apesar do uso do mapa de estoque. Atribuiu-se este fato à falta de sinalização prévia das trilhas de arraste, que resultou em maior deslocamento do skidder.

A destruição de árvores concentra-se naquelas de menor diâmetro. Essa população pode ser recomposta em tempo relativamente curto se forem utilizadas boas práticas de manejo, especialmente respeitando ao ciclo de corte.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERTAULT, J-G, SIST, P. An experimental comparison of different harvesting intensities with reduced-impact and conventional logging in East Kalimantan, Indonesia. **Forest Ecology and Management**, v.94, p.209-218, 1997.
- COSTA FILHO, P.P.; COSTA, H.B. da; AGUIAR, O.R. de. **Exploração mecanizada da floresta úmida sem babaçu**. Belém: Embrapa-CPATU, 1980. 38p. (Embrapa-CPATU. Circular Técnica, 9).
- COSTA, D.H.M.; FERREIRA, C.A.P.; SILVA, J.N.M.; LOPES, J do C.A.; CARVALHO, J.O.P. de. **Potencial madeireiro de floresta densa no município de Moju, Pará**. Belém: Embrapa-CPATU, 1998. (Embrapa-CPATU. Documentos, 121).
- D'OLIVEIRA, M.V.; BRAZ, E.M. Damage reduction through planned harvesting in Brazilian moist tropical forest. **Commonwealth Forestry Review**, v.74, n.3, p.208-210, 1995.
- HENDRISON, J. **Damage-controlled logging in managed tropical rain forest in Suriname**. Wageningen: Holand Agriculture University, 1990. 204p.
- HOLMES, T.; BLATE, G.; ZWEEDE, J.; PEREIRA Jr., R., BARRETO, P., BOLTZ, F., BAUCH, R. Financial and ecological indicators of reduced impact logging performance in the eastern Amazon. **Forest Ecology and Management**, 2001. (no prelo).
- JOHNS, J.S.; BARRETO, P.; UHL, C. Logging damage during planned and unplanned logging operations in the eastern Amazon. **Forest Ecology and Management**, v.89, p.59-77, 1996.
- JONKERS, W.B.J. **Vegetation structure, logging damage and silviculture in a tropical rain forest in Suriname**. Wageningen: Wageningen Agriculture University, 1987. 172p.
- MARN, H.M.; JONKERS, W. **Logging damage in tropical high forest**. Roma: FAO, 1981. (FAO. Report n. MAL/76/008; FAO. Working paper, 05).

- PINARD, M.A.; PUTZ, F.E. Retaining forest biomass by reducing logging damage. **Biotropica**, v.28, n.3, p.278-295, 1996.
- SANTOS, P.L. dos; SILVA, J.M.L.; SILVA, B.N.R. da; SANTOS, R.D. dos; REGO, G.S. **Levantamento semidetalhado dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras para culturas de dendê e seringueira, Projeto Moju, Pará: Relatório Técnico.** Rio de Janeiro: Embrapa-SNLCS, 1985. 192 p.
- SILVA, J.N.M. **The behaviour of the tropical rain forest of the Brazilian Amazon after logging.** Oxford: University of Oxford, 1989. 302p. Tese de Doutorado.
- SILVA, J.N.M.; SILVA, S.M.A. da; COSTA, D.H.M.; BAIMA, A.M.V. **Danos e mortalidade de árvores associados à exploração florestal: observações nas florestas do Tapajós e Jari.** Belém, 2002. Não publicado.
- SIST, P.; BERTAULT, J-G. Reduced impact logging experiments: impact of harvesting intensities and logging techniques on stand damage. In: BERTAULT, J-G., KADIR, K. (Ed.). **Silvicultural research in a lowland mixed dipterocarp forest of East Kalimantan: the contribution of STREK project.** Montpellier: CIRAD-Forêt, 1998. Cap.7, p.139-161.
- SUDAM. **Estudo de viabilidade técnico-econômica da exploração mecanizada em floresta de terra-firme, região de Curuá-Una.** Belém: SUDAM, 1978. 133p.
- VERÍSSIMO, A.; BARRETO, P.; MATTOS, M.; TARIFA, R.; UHL, C. Impactos da atividade madeireira e perspectivas para o manejo sustentável da floresta numa velha fronteira da Amazônia: o caso de Paragominas. In: BARROS, A. C.; VERÍSSIMO, A. (Ed.). **A expansão da atividade madeireira na Amazônia: impactos e perspectiva para o desenvolvimento do setor florestal no Pará.** Belém: IMAZON, 1996a. p.75-106.

VERÍSSIMO, A.; UHL, C.; MATTOS, M.; BRANDINO, Z.; VIEIRA, I. Impactos sociais, econômicos e ecológicos da exploração seletiva de madeira numa região de fronteira na Amazônia Oriental: o caso de Tailândia. In: BARROS, A.C.; VERÍSSIMO, A. (Ed.). **A expansão da atividade madeireira na Amazônia: impactos e perspectiva para o desenvolvimento do setor florestal no Pará.** Belém: IMAZON, 1996b. p.8-44.

# SUSTENTABILIDADE DA PRODUÇÃO VOLUMÉTRICA: UM ESTUDO DE CASO NA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS COM O AUXÍLIO DO MODELO DE CRESCIMENTO CAFOGROM

Denis Alder; José Natalino Macedo Silva

## INTRODUÇÃO

Modelos de crescimento são ferramentas que podem ajudar de muitas maneiras pesquisadores e especialistas em manejo. Por exemplo, podem prever a produção futura da floresta e, com isso, ajudar a investigar a resposta do povoamento a diferentes opções silviculturais (Vanclay, 1994; Alder, 1995); engenheiros florestais podem querer saber qual o efeito a longo prazo na floresta e nas futuras colheitas, de uma decisão silvicultural, tal como a mudança do diâmetro de abate na exploração. Esses modelos permitem examinar os resultados prováveis, tanto da utilização de um determinado diâmetro de corte, como de diâmetros alternativos, ajudando a decidir qual o mais conveniente.

O desenvolvimento de modelos de crescimento para florestas tropicais requer séries de medições de crescimento em parcelas permanentes, daí a importância dessas parcelas para a pesquisa. No Brasil, a pesquisa com a aplicação e o desenvolvimento de modelos de crescimento para florestas tropicais é recente, mas tem conseguido avanços significativos, (Higuchi, 1987; Silva, 1989; Biot et al. 1997; Alder, 1995; Alder, 1998a; Alder & Silva, 2000).

A Embrapa Amazônia Oriental, com a cooperação técnica do governo britânico, vem trabalhando desde 1994 no desenvolvimento e aperfeiçoamento de um modelo de crescimento e produção para florestas de terra firme da Amazônia brasileira, chamado Cafogrom-CPATU *Amazon Forest Growth Model*, ou modelo do CPATU para o crescimento da floresta amazônica. Este modelo já está em sua terceira versão. Este trabalho trata de uma aplicação

prática do modelo em um estudo de caso na Floresta Nacional do Tapajós, onde se examina a sustentabilidade da produção volumétrica em resposta à aplicação de algumas alternativas de manejo.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Descrição sucinta do modelo de crescimento Cafogrom

O Cafogrom é um modelo matemático para simular o crescimento de florestas tropicais naturais. Baseia-se em funções empíricas para projetar o desenvolvimento de grupamentos de árvores (*"cohorts"*) de vários tamanhos, organizados em grupos de espécies e considera os processos de crescimento em diâmetro, recrutamento e mortalidade. Estes grupos são também diferenciados em árvores sãs e danificadas, além de árvores do dossel superior e do sub-bosque.

O modelo foi desenvolvido a partir de dados de 136 parcelas permanentes estabelecidas na Floresta Nacional do Tapajós e no Jari, em área da Empresa Jarcel Celulose S.A. Foram utilizadas 52 mil árvores de 486 espécies, totalizando 217 mil registros. A descrição completa do modelo e de seu desenvolvimento é apresentada em Alder & Silva (2000).

Os estão localizados nas regiões do Tapajós (2° 45' S; 55° 00' W) e Jari (0° 55' S; 52° 20' W). As parcelas situadas na Flona do Tapajós são de 0,25 hectare em área (50 m x 50 m) e as árvores são medidas até o diâmetro mínimo de 5 cm. No Jari, a área das parcelas é de 1 ha (100 m x 100 m) e o diâmetro mínimo de medição é de 20 cm, mas uma subamostragem é feita para medir diâmetros até 5 cm em subparcelas de 0,01 hectare.

O Cafogrom trabalha em conexão com o programa CIMIR - Cálculo de Incremento, Mortalidade e Recrutamento - que lê os dados de parcelas permanentes gerados pelo programa Inventário Florestal Contínuo - SFC e efetua os cálculos desses parâmetros que são usados para o ajuste das funções de crescimento.

## Breve histórico das áreas experimentais

As áreas experimentais foram submetidas a vários tratamentos (Silva et al. 1996). O experimento situado no Km 67 da Rodovia Santarém-Cuiabá (doravante referido apenas como Km 67), compreende uma área de 64 hectares. A exploração florestal ocorreu em 1979 e removeu cerca de  $75 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ . As parcelas permanentes foram estabelecidas em 1981 e remedidas periodicamente desde então. Nenhum tratamento silvicultural pós-exploratório foi realizado.

O experimento situado no Km 114 da mesma rodovia (doravante referido apenas como Km 114) totaliza 144 hectares. A exploração florestal foi realizada em 1982, removendo  $90 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ . As parcelas permanentes foram estabelecidas em 1981, sendo remedidas periodicamente. Em 1994 aplicaram-se tratamentos de desbastes na floresta, mas o efeito desses tratamentos ainda não se fazia sentir, já que a última medição incorporada no desenvolvimento do modelo data de 1995.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Avaliação do modelo

#### Simulação do experimento do Km 67

O desenvolvimento do povoamento do experimento silvicultural instalado no Tapajós- Km 67, usando dados reais, foi comparado com o desenvolvimento simulado pelo Cafogrom, no período de 1981 a 1997. A comparação dos estoques dos povoamentos real e simulado é mostrada na Figura 1. Em ambos os casos, as linhas inferiores mostram as espécies comerciais e as superiores todas as espécies com  $\text{DAP} \geq 25 \text{ cm}$ .

O desempenho do modelo foi razoavelmente bom. No caso da linha superior, que mostra todas as espécies, o modelo subestimou, de um modo geral, o desenvolvimento do número de árvores com  $\text{DAP} \geq 25 \text{ cm}$ . No caso das espécies comerciais, no entanto, o modelo foi muito preciso.

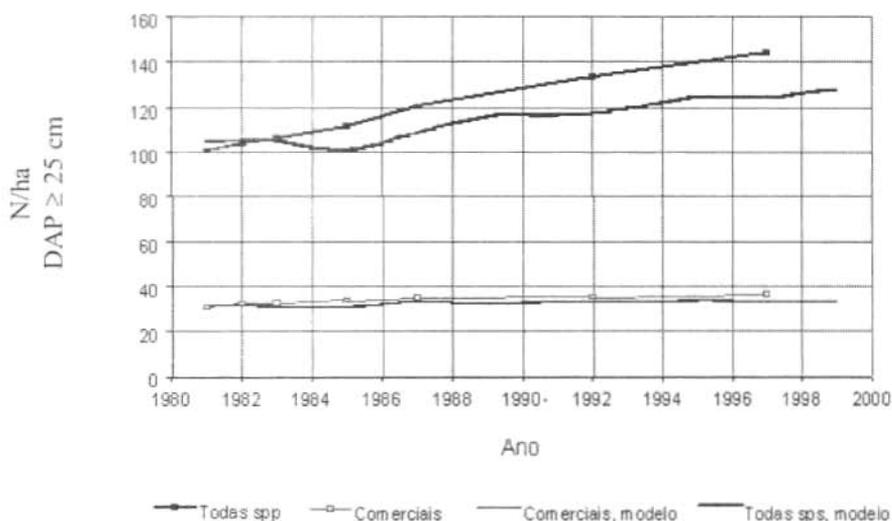


Figura 1. Estoques real e simulado, Km 67.

Na Figura 2 são mostrados os volumes das árvores com  $DAP \geq 45\text{cm}$ , para espécies comerciais, e todas as espécies no experimento do Km 67. É interessante notar que, enquanto o modelo subestima os números totais de árvores (Figura 1), ele superestima os volumes. Isso sugere uma ligeira tendenciosidade na distribuição dos diâmetros, com poucas árvores crescendo na classe 25cm. Aquelas que já fazem parte dessa classe têm um incremento demasiadamente alto ou mortalidade muito baixa. No caso do volume comercial, tal como para o número de árvores, o modelo mostrou-se muito preciso.

O ganho no volume comercial acima de 45cm de DAP foi de  $12\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$  ao longo de 16 anos, ou um incremento médio anual de  $0,75 \text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ , que é bem típico em florestas tropicais.

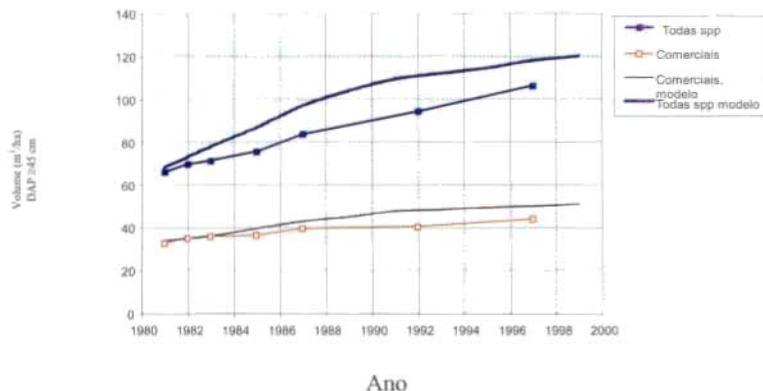


Figura 2. Comparação dos povoamentos real e simulado do Km 67 – volume.

### Simulação do experimento do Km 114

O experimento do Km114 representa uma série mais curta de medições em comparação com o Km 67, mas permite acompanhar, com o modelo, uma exploração controlada e a comparação de dados simulados com dados reais. O experimento também inclui uma série de parcelas em que não ocorreu exploração, nem tratamento silvicultural, sendo usadas como controle. Esses dados são muito úteis para a verificação da validade do modelo em relação a um povoamento totalmente estocado.

Na Figura 3 comparam-se o crescimento do volume comercial (árvores com DAP  $\geq 45$  cm) do povoamento de controle com o povoamento explorado. Constata-se que, em ambos os casos, o crescimento líquido do volume de madeira foi muito pequeno no período de 1981-1995. Ao observar-se o desenvolvimento projetado pelo modelo, embora não sendo um processo fácil, esse fato é reproduzido (Figura 3). Isso indica que o povoamento foi muito dinâmico, em termos de regeneração e recrutamento, crescimento do diâmetro e mortalidade, porém esses processos estão em equilíbrio.

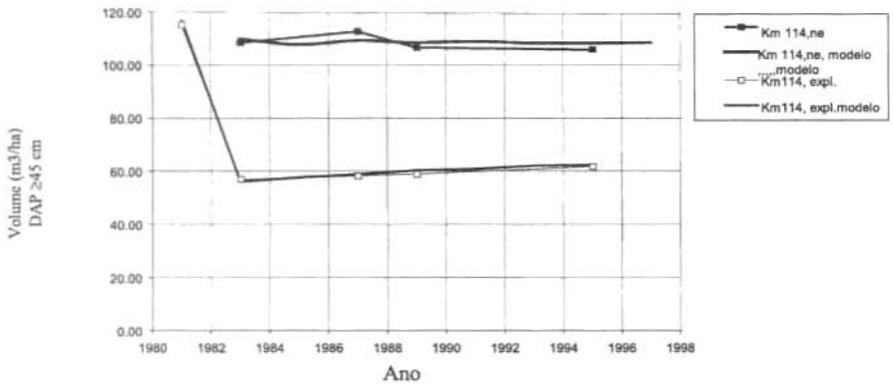


Figura 3. Comparação dos povoamentos real e simulado: - Km 114.

Na Figura 3 deixa-se claro também que a redução do volume ocasionado pela exploração não provoca uma resposta rápida no crescimento das árvores residuais, as quais parecem muito estáticas. De fato há *'cohorts'* de árvores mais novas que se estabelecem após a colheita e que podem vir a atingir o tamanho comercial, mas o modelo indica, pela tendência da curva, que várias décadas poderão ser necessárias. O povoamento residual mostra de fato uma leve resposta, mas isso é quase praticamente cancelado pelo aumento da mortalidade após a colheita.

O gráfico do número de árvores para esses experimentos é interessante, como pode ser visto na Figura 4. O estoque inicial na área explorada foi ligeiramente superior ao controle, de modo que, após a colheita, ambas as áreas têm aproximadamente 40 árvores comerciais com DAP > 25cm por hectare. É interessante observar como o modelo simula bem, tanto o desenvolvimento do povoamento explorado, como o do não-explorado (controle).

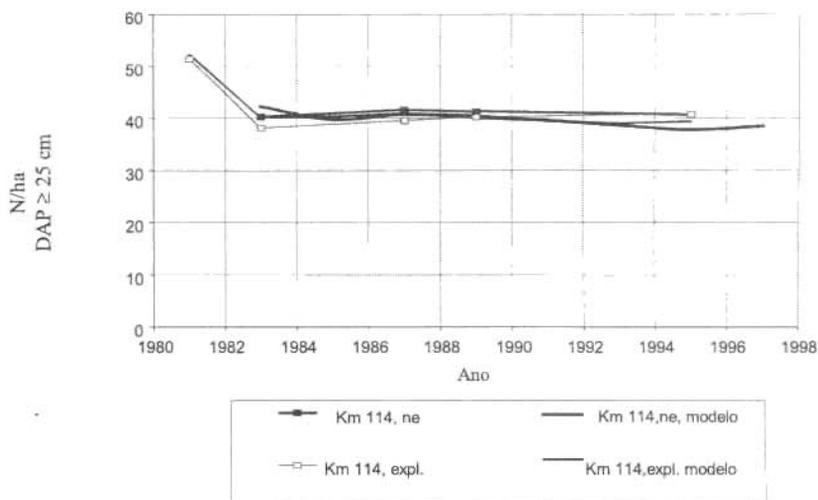


Figura 4. Comparação dos povoamentos real e simulado – Km 114.

## Implicações para o manejo florestal

Esta seção discute as implicações para o manejo florestal quando se aplica o modelo calibrado, conforme visto nas seções anteriores, em algumas situações comuns, incluindo a sustentabilidade dos ciclos de corte, o efeito do desbaste no crescimento e o corte anual permitido.

Tem sido proposto um ciclo de corte de 30 anos para as florestas de terra firme da Amazônia brasileira (Silva, 1989). O exame desse cenário para a Floresta do Tapajós, Km 67, é mostrado na Figura 5. As barras representam o volume extraído (colheita) e a linha contínua superior (vermelha) mostra o volume comercial acima de 45cm, em  $m^3 ha^{-1}$  em relação ao eixo esquerdo. A linha interrompida superior e a linha azul, inferior, mostram o número de árvores com DAP  $\geq 25$  cm, lidos no eixo direito. Neste, e em todos os gráficos seguintes, as espécies comerciais são designadas como **A** e **B**, as espécies potenciais como **C** e as espécies não comerciais como **D** e **E**. **Prod** significa o volume produzido ao final do ciclo de corte.

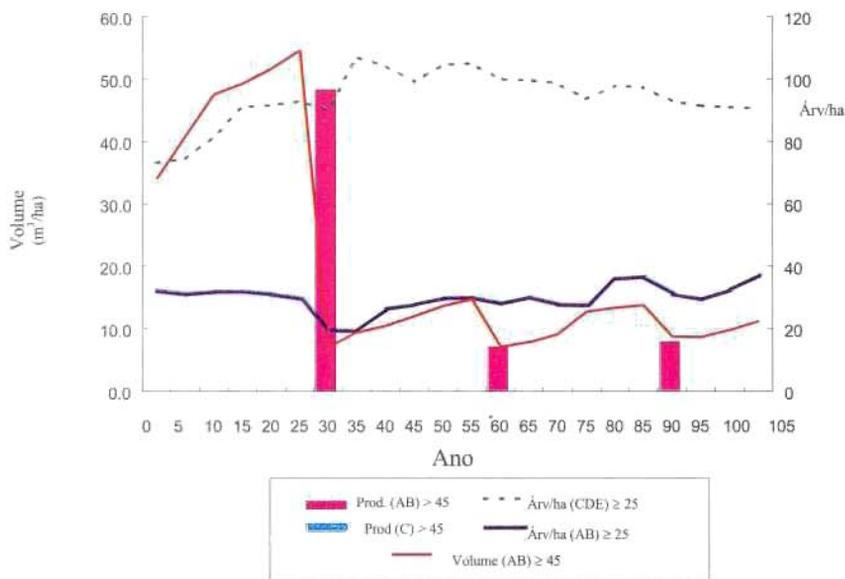


Figura 5. Km 67, ciclo de corte de 30 anos, limitado a 6 m<sup>2</sup>/ha.

Este cenário assume que todas as árvores comerciais com DAP > 45cm, com exceção das defeituosas, serão exploradas. Isso resultará na retirada de 48 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup> no primeiro ciclo e, respectivamente, 7 e 8 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup> no segundo e terceiro ciclos. É necessário observar que esse povoamento sofreu corte imediatamente antes do período simulado, tendo sido colhido um volume de 75 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>. O primeiro ciclo, portanto, representa um IMA de cerca de 1,6 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>. No segundo e terceiro ciclos, o IMA diminuiu sensivelmente para menos de 0,25 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>. Essa redução é resultado direto da diminuição do estoque de árvores comerciais, sem reposição suficiente pela regeneração. A maior parte da regeneração após uma exploração de alta intensidade é constituída por espécies pioneiras tais como *Cecropia*, *Inga* e *Miconia*. Neste estudo de caso, os dados originais mostraram que da regeneração de espécies pioneiras, apenas 8% foram de uma espécie comercial, *Jacaranda copaia*.

Ao se assumir que o corte pode ser estendido a espécies não-comerciais atualmente, mas que normalmente atingem grandes dimensões (espécies chamadas potenciais ou potencialmente comerciais), obtêm-se os resultados mostrados na Figura 6.

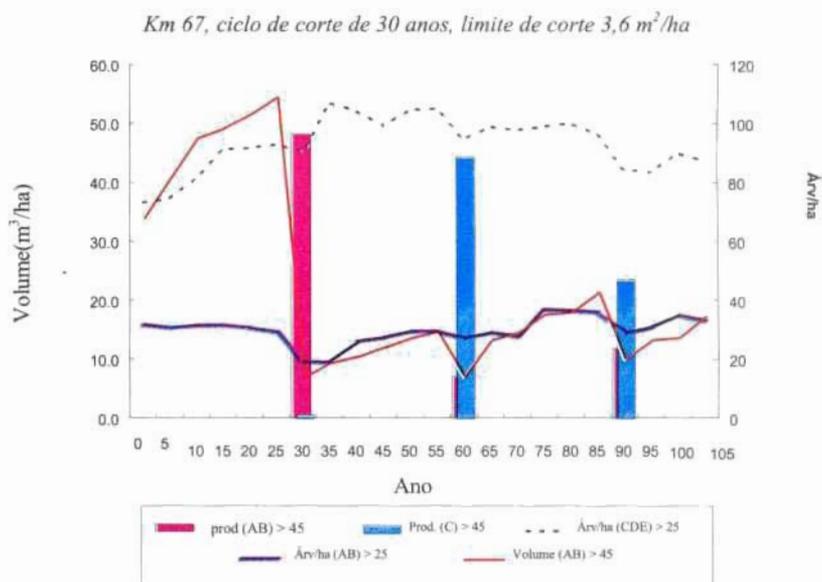


Figura 6. Um cenário com a exploração de espécies potenciais no segundo e terceiro ciclos.

Aqui, o primeiro corte é realizado da mesma maneira anterior. O segundo é constituído, predominantemente, de espécies que atualmente não possuem valor comercial, e a produção total é similar a do primeiro ciclo (51m<sup>3</sup>/ha). Entretanto, no terceiro ciclo, a produtividade é novamente reduzida por perda de estoque.

As implicações são claras. Em uma floresta como a do Tapajós, assumindo-se um ciclo de corte de 30 anos e utilizando-se como único critério para a colheita o corte não controlado de árvores com DAP  $\geq$  45cm, isso não seria sustentável. Observa-se uma clara tendência de diminuição da produção, mesmo considerando o ingresso das espécies potenciais nas colheitas futuras (Figura 6).

O crescimento volumétrico líquido de espécies comerciais com DAP  $\geq 45$ cm foi estimado pelo modelo como sendo  $0,66 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , ao longo de 30 anos. Limitando a colheita a esse nível, seria possível ter uma produção sustentável.

O resultado desse cenário é mostrado na Figura 7. Produtividades de  $27-28 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , em ciclos de 30 anos, seriam sustentáveis durante 200 anos. A lista de espécies a explorar após o segundo ciclo de corte deverá incluir aproximadamente 66% das espécies não-comerciais atuais. Os cortes deveriam retirar quatro a seis árvores por hectare, sujeitos a um limite máximo de  $2 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ .

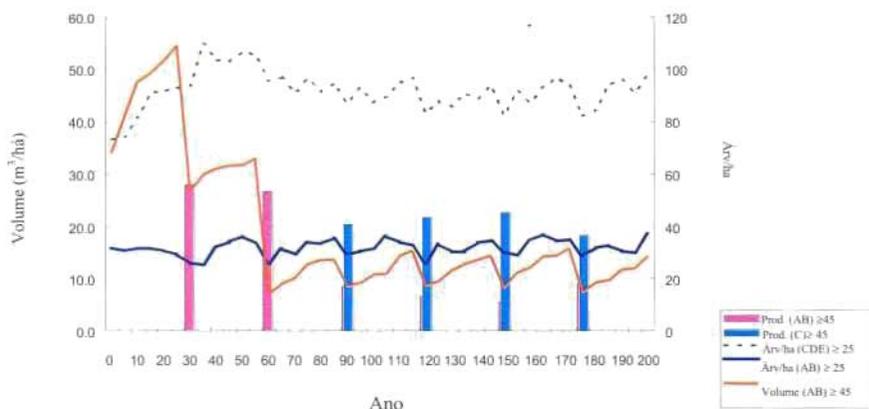


Figura 7. Tapajós, Km 67, ciclo de corte de 30 anos, limitado a  $2 \text{ m}^2/\text{ha}$ .

É possível melhorar significativamente esse regime de manejo, mediante a aplicação de desbastes ou tratamentos do povoamento? Resultados da simulação de um regime de desbaste em que todas as espécies pioneiras com DAP  $> 20$  cm foram eliminadas, bem como as árvores defeituosas remanescentes após a colheita, revelaram que esse regime não afetou a produtividade. Essa questão, no entanto, merece ser mais estudada, sendo provável que, como nas versões anteriores do Cafogrom, o modelo indique uma resposta limitada ao desbaste, que não se traduz em qualquer aumento substancial na produtividade.

Esses resultados são consistentes com os obtidos em outros países, como Costa Rica, México e Papua Nova Guiné (Alder, 1995, 1997, 1998b, 1999). A produtividade média a longo prazo ligeiramente inferior a  $1 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  é também consistente com outras estimativas na literatura (por exemplo, Dawkins, 1964).

## CONCLUSÕES

A simulação do desenvolvimento da floresta em ciclos de corte de 30 anos, onde se extrai  $75 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  na primeira colheita e nos cortes seguintes as espécies comerciais com  $\text{DAP} \geq 45 \text{ cm}$ , revela uma situação de insustentabilidade a partir do terceiro ciclo;

Um cenário onde o corte é limitado a quatro a seis árvores por ha, equivalente a uma área basal de  $2 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  ou um volume de  $27\text{-}28 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , a produção mostra ser sustentável por um período projetado de 200 anos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALDER, D. **Growth modelling for mixed tropical forests**. Oxford: Oxford Forestry Institute, 1995. 231p. (Tropical Forestry Paper, 30).
- ALDER, D. User´s guide for SIRENA II: a simulation model for the management of natural forests. Costa Rica. San Carlos: CODEFORSA, 1997. 45p. (Natural Forest Management Technical Collection, 9).
- ALDER, D. **Programa técnico Brasil/Reino Unido, projeto de pesquisa em silvicultura na floresta tropical úmida DFID-CPATU: avaliação e implicações do modelo de crescimento florestal CAFOGROM: Relatório, junho de 1998**. Belém, 1998a. não publicado.
- ALDER, D. PINFORM: a growth model for lowland tropical forests in Papua New Guinea. Lae: Forest Research Institute, 1998b. 49p. (ITTO/PNG Project PD 162/91, Consultancy Report).
- ALDER, D. The ITTO permanent plots in Papua New Guinea: some results of analysis. In: GIDEON, O.; OAVIKA, F. (Ed.). **Proceedings of the ITTO workshop on PSPs and growth models for lowland tropical forest in Papua New Guinea**, November 1998. Lae: Forest Research Institute, 1998. p.19-32.
- ALDER, D.; SILVA, J.N.M. An empirical cohort model for management of terra firme forests in the Brazilian Amazon. **Forest Ecology and Management** n. 130, p.273-318. 2000.
- BIOT, Y., BRILHANTE, V.; VELOSO, J, FERRAZ, J.B.S., LEAL, N.; HIGUCHI, N., FERREIRA, S.; DESJARDINS, T. INFORM - o modelo florestal do INPA. In: HIGUCHI, N.; FERRAZ, J.B.S.; ANTONY, L.; LUIZÃO, F.; LUIZÃO, R. **Biomassa e nutrientes florestais - BIONTE: relatório final**. Manaus: Inpa: DFID, 1997. p.273-318.
- DAWKINS, H. C. Productivity of tropical forests and their ultimate value to man. In: TECHNICAL MEETING OF IUCN, 9., 1964. Nairobi, Kenya. **The ecology of man in the tropical environment: proceedings**. Nairobi, 1964.

- HIGUCHI, N. **Short-term growth of an undisturbed tropical moist forest in the Brazilian Amazon.** Michigan: Michigan State University, 1987. Tese de Doutorado
- SILVA, J.N.M. **The behaviour of the tropical rain forest of the Brazilian Amazon after logging.** Oxford: University of Oxford, 1989. 302p. Tese de Doutorado.
- VANCLAY, J.K. **Modelling forest growth and yield: applications to mixed tropical forests.** Wallingford: CAB, 1994. 312p.

# EFETIVIDADE E CUSTOS DO DESBASTE COM APLICAÇÃO DE ARBORICIDA EM FLORESTA NATURAL NA REGIÃO DO TAPAJÓS, PARÁ E JARI, AMAPÁ

Dulce Helena Martins Costa; Sílvia Maria Alves da Silva; José Natalino Macedo Silva

## INTRODUÇÃO

O desbaste em florestas tropicais visa reduzir a competição entre árvores por espaço, luz e nutrientes, proporcionando aumento da sobrevivência, do crescimento e o estabelecimento da regeneração natural das espécies de valor econômico.

A redução da vegetação indesejável pode ser feita por meio da aplicação de uma técnica conhecida como anelagem, que consiste na retirada da casca em anel completo em torno do fuste da árvore, para interromper o fluxo da seiva elaborada. Com essa técnica evita-se a derrubada das árvores, diminuindo consideravelmente o impacto na vegetação remanescente.

Dubois (1978) descreve três modalidades de anelagem: anelagem simples (retirada da casca em anel completo), anelagem com entalhes (anelagem simples e entalhes feitos com machadinha ou terçado no anel) e anelagem profunda (retirada da casca e camada superficial do alburno com espessura em torno de 2 mm).

No entanto, a técnica de anelagem é pouco eficiente na eliminação de indivíduos de algumas espécies, principalmente aquelas que apresentam o fuste com reentrâncias. Para melhorar a efetividade da anelagem, pode-se aplicar arboricida no anel. O uso de anelagem com aplicação de arboricida vem sendo praticado em florestas tropicais desde 1930 (Sist & Abdurachman, 1998). Inicialmente utilizou-se arsenito de sódio, um produto bastante tóxico. Depois tornaram-se mais populares os arboricidas fitormônios, tais como: 2,4 D e 2,4,5 T, que

não afetam a fauna (Flor, 1984; Lamprecht, 1986; Sist & Abdurachman, 1998). Esses arboricidas possuem ação seletiva, baixa toxicidade e rápida degradação (Sist & Abdurachman, 1998). No entanto, o arboricida 2,4,5 T, associado com Dioxina, é considerado altamente tóxico, pois causa o desfolhamento total das plantas (Lamprecht, 1986).

Na região amazônica, o uso de arboricida em floresta ainda não está regulamentado pelo Instituto Brasileiro de Recursos Naturais Renováveis – Ibama. As pesquisas precisam ser intensificadas no sentido de testar produtos, concentrações e técnicas de aplicação e, com isso, ajudar o governo nessa regulamentação. Uma das experiências mais antigas na região foi realizada em 1958-1959 por John Pitt (Pitt, 1969), em Curuá-Una, Pará, que relata algumas espécies amazônicas (ex. *Sterculia* sp., *Ecclinusa abbreviata* Ducke, *Trattinickia rhoifolia* Willd.) resistentes à aplicação de arboricidas.

Este trabalho examina os resultados da efetividade da aplicação da anelagem com arboricida em dois experimentos silviculturais localizados nas regiões do Tapajós, PA e Jari, AP, visando a geração de diretrizes na aplicação dos desbastes em florestas tropicais brasileiras.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Localização das áreas experimentais

As áreas experimentais onde a pesquisa está sendo conduzida estão situadas na Floresta Nacional do Tapajós (Experimento 1), à altura do Km 114 da Rodovia Santarém-Cuiabá, Estado do Pará, e no município de Vitória do Jari (Experimento 2), Estado do Amapá, em área pertencente à Empresa Jarcel Celulose S.A. Cada experimento foi instalado em uma área de 144 hectares, sendo os desbastes realizados em 108 hectares.

## Descrição dos desbastes

Os desbastes foram realizados com a finalidade de eliminar árvores, preferencialmente de espécies não comerciais, com  $DAP \geq 15$  cm, de modo a reduzir a área basal do povoamento florestal e, com isso, propiciar a maior penetração de luz, favorecendo o desenvolvimento e estabelecimento das espécies comerciais.

As técnicas utilizadas foram: desbaste sistemático e desbaste seletivo. A primeira consistiu em eliminar árvores de espécies não comerciais a partir de um diâmetro mínimo de 15 cm, até atingir uma redução de área basal planejada. A segunda consistiu em eliminar árvores de espécies não comerciais cujas copas estivessem competindo com árvores de espécies comerciais selecionadas para a próxima colheita.

A determinação das áreas basais a serem reduzidas no desbaste sistemático foi feita com base nas tabelas de distribuição de área basal antes da exploração e antes do desbaste. A determinação do diâmetro mínimo das árvores a serem eliminadas foi feita: somando-se a área basal da maior para a menor classe de diâmetro até obter um valor aproximado ao da área basal a ser reduzida.

O desbaste no experimento 1 foi iniciado em 1993 e concluído em 1994, após uma interrupção devido à estação chuvosa. Neste experimento aplicou-se o desbaste sistemático. As intensidades de redução da área basal testadas foram 20%, 40% e 60% da área basal original do povoamento, estando incluído o impacto da extração florestal. Essas intensidades foram consideradas como leve, média e pesada, respectivamente. O desbaste no experimento 2 foi realizado em 1994. Neste experimento aplicaram-se dois tipos de desbaste: desbaste sistemático, com duas intensidades de redução da área basal original (30% e 50%) e o desbaste seletivo.

## Operações de campo

As árvores escolhidas para serem eliminadas foram identificadas pelo mateiro e marcadas com tinta amarela, utilizando uma pistola marcadora de árvores. Esse procedimento foi adotado para facilitar a localização das árvores pela equipe de anelagem e aplicação do arboricida.

Em ambos experimentos, utilizou-se a técnica de anelagem com entalhes, que consiste em um anel feito com golpes contínuos de machadinha em torno do fuste das árvores, sem a retirada da casca. O arboricida utilizado foi o Tordon 2,4 D, aplicado com pulverizador costal, nos anéis. No experimento 1 aplicou-se arboricida diluído em óleo, a uma concentração de 5%, enquanto que no experimento 2, o arboricida foi diluído em água a uma concentração de 10%.

## Determinação dos custos

Para possibilitar a determinação dos custos, foram anotados todos os tempos das atividades realizadas pela equipe de campo e as despesas com mão-de-obra, material de consumo (arboricida, tinta, thinner, e óleo diesel), além da depreciação dos seguintes equipamentos: pistola para marcação de árvores, pulverizadores, machadinhas e limas (Ferreira et al. 1999).

## Avaliação da efetividade dos desbastes

No Tapajós (experimento 1), a efetividade do desbaste foi avaliada com base na avaliação de 1.197 árvores, existentes em 48 parcelas permanentes de 0,25 hectare (12 hectares amostrais, 8,3% da área experimental). O trabalho de campo foi realizado em 1995, um ano após a aplicação do desbaste.

Na Jari (experimento 2), a avaliação foi realizada em 581 árvores tratadas, existentes em 36 parcelas de 1 hectare (36 hectares amostrais, 25% da área experimental). O trabalho de campo foi realizado em 1996, dois anos após a aplicação dos desbastes.

A avaliação consistiu simplesmente em visitar cada árvore tratada para verificar e anotar o seu estado de sanidade, isto é, se estava desvitalizada (morta) ou não.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Custos operacionais

Como era de se esperar, os custos/hectares dos desbastes aumentaram de acordo com a intensidade aplicada, pois, dependendo da quantidade de árvores a ser eliminada, houve necessidade de maior quantidade de mão-de-obra e material de consumo. Os custos por árvore foram mais elevados nas menores intensidades de redução da área basal (Tabela 1).

O desbaste sistemático com reduções da área basal de 40% e 60%, realizado no experimento 1, foi o que teve maior número de árvores, e, em conseqüência, resultou em maiores custos operacionais por hectare. No entanto o menor custo por árvore, foi observado nessas intensidades.

Quanto ao desbaste seletivo, apesar do mesmo ser realizado apenas em torno das árvores selecionadas para a próxima colheita, teve custo maior que a menor intensidade de desbaste sistemático (redução de 30% da área basal), devido ao tempo gasto para seleção das árvores a serem eliminadas, exigindo maior ocupação da mão-de-obra.

Neste desbaste foram aneladas/envenenadas 14 árvores/hectare de espécies não comerciais para favorecer o desenvolvimento de 14 árvores/hectare de espécies reservadas para a próxima colheita, uma relação de 1:1. Em outro experimento semelhante

conduzido em 20 hectares de floresta localizada no município de Paragominas-PA, foram aneladas/envenenadas aproximadamente 26 árvores/hectare para beneficiar 12,6 árvores/hectare de espécies comerciais, isto é, uma relação de aproximadamente 2:1 (Fundação Floresta Tropical, comunicação pessoal).

TABELA 1. Número médio de árvores, mão-de-obra e custos/hectare dos desbastes realizados no Tapajós, PA e em Vitória do Jari, AP.

Desbastes	Arboricida		Mão-de-obra (Hd/ha)	Custos(*)	
	(N/ha)	(l/ha)		US\$/ha	US\$/árvore
Experimento 1 (Tapajós)					
Red. 20% da área basal	6	0,05	0,4	11.02	1.84
Red. 40% da área basal	182	1,2	2,5	98.66	0.54
Red. 60% da área basal	257	2,0	3,3	147.07	0.57
Experimento 2 (Jari)**					
Red. 30% da área basal	22	0,33	0,5	23.18	1.05
Red. 50% da área basal	73	0,78	1,0	49.18	0.67
Desbaste seletivo	14	0,46	0,7	26.50	1.89

(\*) Ferreira, et al. (1999).

(\*\*) Não foram considerados os custos com óleo diesel.

Nota: R\$/US\$ = 0,8460 (dezembro/1994); Hd/ha = homem, dia por hectare.

Na Indonésia, Sist & Abdurachman (1998) reportaram que no desbaste sistemático, para anelagem e aplicação de arboricida de 78 árvores/hectare foram necessários 0,22 litro de arboricida e 4,7 Hd, a um custo total de US\$ 16,00/ha. No Suriname, para realizar a anelagem e aplicar o arboricida em 73 árvores/hectare com DAP  $\geq$  20cm em desbaste sistemático, foram necessários três Hd/ha e 0,44 litro/hectare de arboricida (Jonkers, 1987). Comparando-se estes dados com a intensidade de 50%, no experimento 2, verifica-se que este último utilizou menor quantidade de mão-de-obra, porém utilizou maior quantidade de arboricida.

Jardim (1995) relata que, para realizar a anelagem profunda em 110 árvores/hectare com DAP  $\geq$  35cm, sem aplicação de arboricida, utilizou 26,5 Hd/ha, tendo um custo total de US\$ 686,48, bem superior à anelagem com aplicação do arboricida realizado no Tapajós e Jari. Segundo o autor, o custo foi elevado devido a maior ocupação de mão-de-obra, a qual poderia ser reduzida com o uso de motosserra.

### Avaliação de efetividade dos desbastes

Os resultados da efetividade dos desbastes, em especial a do experimento 1 (anelagem + Tordon 5% em diesel), foram aquém do esperado, ao comparar-se com outras experiências (Tabela 2). A mistura de Tordon (10%) em água, utilizada no experimento 2, é compatível aos resultados obtidos com anelagem sem utilização de arboricida, o que, teoricamente, dispensaria seu uso.

TABELA 2. Eficiência do desbaste por anelamento aplicado em florestas manejadas.

Locais	DAP (cm)	Área (ha)	Mistura	Eficiência(*)	Fonte
Jari, Brasil	15	108	10% de Tordon + água	65(**)	Este trabalho
Tapajós, Brasil	15	108	5% Tordon + óleo diesel	44,2(****)	Este trabalho
Suriname	20	9	5% de 2,4,5-T + óleo diesel	75(**)	Jonkers, 1987
Costa Rica	10 a 60	9,7	2,5% de Tordon + óleo diesel	100(****)	Quiros & Bryan, 1994
Indonésia	20	16	50ml Garlon, 50ml DMA + 500ml de óleo diesel	64,4(****)	Sist & Abdurachman, 1998
Tapajós, Brasil	20	5	Não utilizou	69(**)	Sandel et al. 1998
Amazonas, Brasil	25	12	Não utilizou	68(****)	Jardim et al. 1990

(\*) percentual de mortalidade;

(\*\*) após dois anos da aplicação;

(\*\*\*\*) após um ano da aplicação

Parte da explicação da baixa efetividade dos desbastes está nas características morfológicas ou dendrológicas de algumas espécies. Por exemplo, as espécies *Geissospermum sericeum* e *Aspidosperma* sp., pertencentes à família Apocynaceae, apresentam o fuste bastante sulcado, o que dificultou a execução da anelagem e a aplicação do arboricida, resultando em um baixo porcentual de mortalidade. No experimento 2, a espécie *G. sericeum* representou 22% do total de árvores e 59% dos indivíduos que sobreviveram. Por ser bastante abundante, contribuiu para a pouca eficiência do desbaste realizado. Não estando presente esta espécie no povoamento, o porcentual de mortalidade aumentaria para 81% (Figuras. 1a e b).

De acordo com Pitt (1969), espécies que possuem árvores com fuste sulcado são bastante resistentes à arboricida, exceto quando pequenas (DAP 10cm). Jardim (1995) também concluiu que a anelagem profunda com aplicação de óleo diesel no anel não tem efeito em árvores das referidas espécies.

Espécies que apresentam exsudação de látex ou resina tais como: *Brosimum guianensis* e *Protium apiculatum*, demonstraram ser resistentes à ação do arboricida. Este fato também foi constatado por Pitt (1969) em sua experiência com tratamentos silviculturais na Amazônia.

A densidade da madeira pode ser outro fator de resistência. Por exemplo, Quirós & Bryan (1994), em experimento conduzido em uma floresta na Costa Rica, obitiveram após um ano, 100% de mortalidade de quase todas as espécies, exceto *Hirtella triandra* e *Pouteria campechana* que possuem madeira muito dura.

Os resultados da efetividade do desbaste para algumas espécies podem ser observados na Tabela 3. De modo geral, as espécies de rápido crescimento e madeira mole foram bastante susceptíveis, exemplo *Cecropia sciadophylla*, *Cecropia leucoma*, *Inga heterophylla*, enquanto que espécies de madeira dura, exemplo *Swartzia acuminata* e com reentrâncias no fuste foram extremamente resistentes.

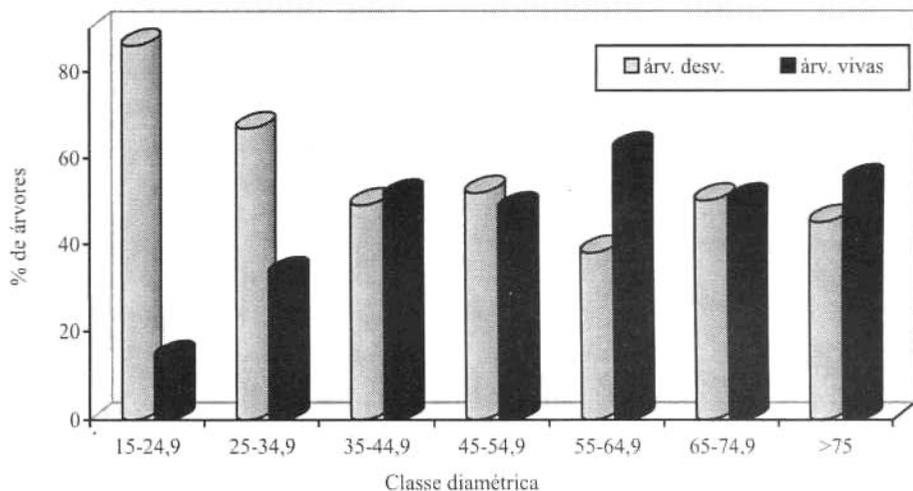


Figura 1a. Porcentual de árvores vivas e desvitalizadas por classe diamétrica com a presença de *G. sericeum*.

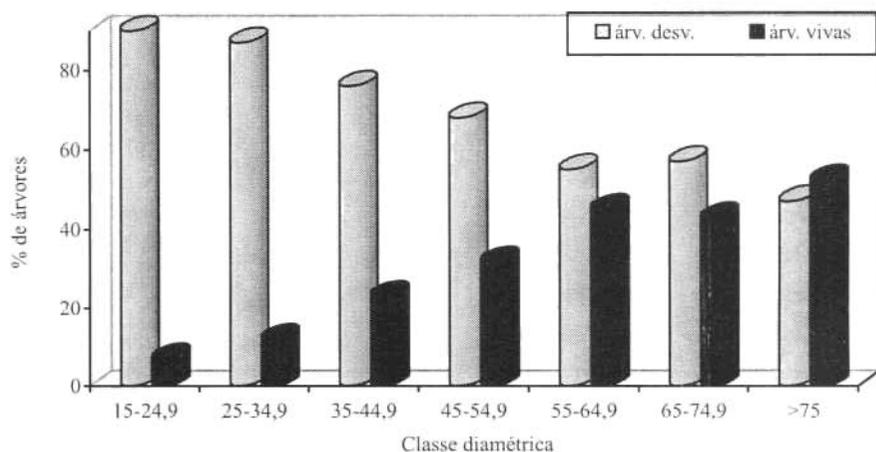


Figura 1b. Porcentual de árvores vivas e desvitalizadas por classe diamétrica sem a presença de *G. sericeum*.

TABELA 3. Efetividade da anelagem com envenenamento por espécie aplicado em uma floresta de terra-firme na região do Tapajós, Pará e Vitória do Jari, AP.

Famílias/Espécies	Tapajós			Jari		
	Nº árv. total	Mortalidade		Nº árv. total	Mortalidade	
		ár. mortas	%		ár. mortas	%
Annonaceae						
<i>Anaxagorea dolichocarpa</i> (envira-branca)	0	0	0	16	16	100
<i>Duguetia echinophora</i> (envira-surucucu)	9	5	55	0	0	0
<i>Guatteria poeppigiana</i> (envira-preta)	19	4	21	1	0	0
Apocynaceae						
<i>Aspidosperma</i> sp. (carapanaúba)	9	0	0	17	4	23,5
<i>Geissospermum sericeum</i> (quinarana)	58	0	0	129	8	6,2
Bombacaceae						
<i>Quararibea guianensis</i> (inajarana)	9	1	11	0	0	0
Bixaceae						
<i>Bixa arborea</i> (urubu-da-mata)	17	17	100	0	0	0
Burseraceae						
<i>Protium apiculatum</i> (breu)	10	4	40	0	0	0
Caricaceae						
<i>Jacaratia spinosa</i> (mamui)	17	17	100	0	0	0
Celastraceae						
<i>Maytenus floribunda</i> (chichuá-vermelho)	0	0	0	29	28	96,5
Chrysobalanaceae						
<i>Licania</i> sp. (caraipé)	9	4	44	0	0	0
Ebenaceae						
<i>Diospyros</i> sp. (caqui)	6	0	0	2	2	100
Elaeocarpaceae						
<i>Sloanea froesii</i> (urucurana)	16	6	37	7	7	100
<i>Sloanea obtusa</i> (urucurana-vermelha)	0	0	0	9	9	100
Euphorbiaceae						
<i>Drypetes variabilis</i> (maparana)	0	0	0	17	17	100
<i>Mabea caudata</i> (taquari)	0	0	0	6	5	83,3
<i>Sagotia racemosa</i> (arataciu)	11	2	18	0	0	0
Flacourtiaceae						
<i>Casearia favitensis</i> (caneleira e café-do-diabo)	6	4	67	1	1	100
Guttiferae						
<i>Carapa</i> sp. (tamaquaré)	8	4	50	0	0	0
Humiriaceae						
<i>Saccoglottis</i> sp. (achuá)	8	3	37	0	0	0
Lauraceae						
<i>Mezilaurus lindaviana</i> (itaúba-abacate)	8	2	25	0	0	0
Lecythidaceae						
<i>Corytophora rimosa</i> (castanharana)	0	0	0	5	3	60
<i>Eschweilera amara</i> (matamatá-vermelho)	20	10	50	0	0	0
<i>Eschweilera amazonica</i> (matamatá-ci)	22	8	36	0	0	0
<i>Eschweilera blanchetiana</i> (matamatá-preto)	40	15	37	0	0	0
Leguminosae						
<i>Enterolobium maximum</i> (fava-bolacha)	5	1	20	0	0	0
<i>Inga alba</i> (ingá-xixi)	0	0	0	20	20	100
<i>Inga heterophylla</i> (ingá-xixi-vermelho)	5	5	100	7	7	100
<i>Inga paraensis</i> (ingá-vermelho)	0	0	0	15	15	100
<i>Inga</i> sp. (ingá)	160	156	97	16	16	100
<i>Ormosia</i> sp. (tento)	7	3	43	0	0	0
<i>Piptadenia suaveolens</i> (faveira-folha-fina)	6	4	67	0	0	0
<i>Sclerolobium chrysophyllum</i> (taxi-vermelho)	24	24	100	0	0	0
<i>Swartzia acuminata</i> (pitaica)	4	0	0	0	0	0
Malpighiaceae						
<i>Byrsonima crispa</i> (muruci-da-mata)	3	3	100	0	0	0

Continua...

TABELA 3. ...Continuação.

Famílias/Espécies	Tapajós			Jari		
	Nº árv. total	Mortalidade		Nº árv. total	Mortalidade	
		árv. mortas	%		árv. mortas	%
<i>Byrsonima densa</i> (muruci-branco)	0	0	0	3	3	100
Melastomataceae						
<i>Mouriria callocarpa</i> (muiraúba-amarela)	0	0	0	29	8	30
Meliaceae						
<i>Guarea kunthiana</i> (andirobarana)	12	7	58	0	0	0
<i>Guarea</i> sp. (jataúba)	5	1	20	0	0	0
Monimiaceae						
<i>Siparuma guianensis</i> (capitu-grande)	0	0	0	9	8	88,8
Moraceae						
<i>Brosimum guianensis</i> (amapá-amargoso)	5	0	0	0	0	0
<i>Cecropia leucoma</i> (embaúba-branca)	55	43	78	0	0	0
<i>Cecropia sciadophylla</i> (embaúba e torém)	173	152	88	33	33	100
<i>Lacmelia sculenta</i> (pau-de-colher)	6	0	0	0	0	0
<i>Maquira sclerophylla</i> (muiratinga-folha-lisa)	9	3	33	0	0	0
<i>Perebea guianensis</i> (muiratinga)	15	6	40	0	0	0
<i>Perebea mollis</i> (pama)	7	4	57	0	0	0
Myristicaceae						75
<i>Iryanthera juruensis</i> (ucuubarana)	6	1	17	0	0	0
<i>Myrciaria floribunda</i> (goiabinha)	0	0	0	8	6	75
<i>Virola melinonii</i> (ucuúba-da-terra-firme)	17	12	70	0	0	0
Myrtaceae						
<i>Eugenia lambertiana</i> (goiabinha)	7	0	0	0	0	0
<i>Myrcia</i> cf. <i>paivae</i> (goiabarana)	10	1	10	0	0	0
Nyctaginaceae						
<i>Neea constricta</i> (joão-mole)	0	0	0	9	9	100
<i>Neea</i> sp. (joão mole)	67	9	13	0	0	0
Rubiaceae						
<i>Chimarrhis turbinata</i> (pau-de-remo)	10	1	10	14	5	35,7
<i>Duroia sprucei</i> (purui)	8	0	0	0	0	0
Sapindaceae						
<i>Talisia longifolia</i> (pitomba)	5	3	60	0	0	0
Sapotaceae						
<i>Micropholis guianensis</i> (mangabarana)	0	0	0	6	3	50
<i>Pouteria</i> sp. (abiu)	0	0	0	9	4	44,4
<i>Syzygiopsis oppositifolia</i> (abiu-ucuubarana)	0	0	0	6	0	0
Sterculiaceae						
<i>Theobroma speciosum</i> (cacau-da-mata)	12	0	0	0	0	0
Theophrastaceae						
<i>Clavija lancifolia</i> (marapuama)	8	7	87	0	0	0
Verbenaceae						
<i>Aegiphilla</i> sp. (tamanqueiro)	12	9	75	0	0	0
Violaceae						
<i>Rinorea flavescens</i> (canela-de-jacamim)	15	1	7	0	0	0
<i>Rinorea guianensis</i> (acariquarana)	0	0	0	10	10	100
<i>Rinorea lideniana</i> (canela-de-jacamim)	166	24	14	11	11	100

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A eficiência dos tratamentos ao final dos períodos de observações não foi tão alta, considerando-se que além da anelagem aplicou-se arboricida.

Espécies com profundas reentrâncias no fuste e de madeira dura são difíceis de serem desvitalizadas e contribuem para diminuir a eficiência dos tratamentos. Para essas espécies, deve-se tentar anéis mais largos (20cm – 30cm) e aplicar arboricida nos mesmos como uma tentativa de aumentar a eficiência.

Há necessidade de que sejam desenvolvidas pesquisas sobre as características das espécies a serem tratadas, principalmente no que tange à densidade da madeira, entre outras informações importantes, para melhorar a eficiência da aplicação da anelagem com arboricida na eliminação de espécies indesejáveis.

É necessário também realizar mais pesquisas visando definir tipos e técnicas mais eficazes de anelagem, inclusive com o uso de motosserras, bem como, tipos e concentrações de arboricidas mais eficazes na desvitalização de árvores da Amazônia brasileira, especialmente para espécies mais resistentes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DUBOIS, J.C.L. **Tratamentos silviculturais**. Belém, [s.n.], 1978. 22p.
- FERREIRA, C.A.P.; CARVALHO, R.A.; COSTA, D.H.M.; SILVA, S.M.A. **Custos operacionais associados ao manejo florestal: experiências do Tapajós, Jari e Moju**. Belém: Embrapa-CPATU, 1999. Poster.
- FLOR, H. de M. **Princípios e métodos silviculturais tropicais**. Brasília: Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia, 1984. 194p.
- JARDIM, F.C. da S. **Comportamento da regeneração natural de espécies arbóreas em diferentes intensidades de desbaste por anelamento, na região de Manaus-AM**. Viçosa: UFV, 1995. 169p. Tese de Doutorado.
- JARDIM, F.C.S., SANTOS, dos S., COIC, A. Efeitos do anelamento de espécies indesejáveis sobre a regeneração natural de espécies comerciais. In: ATELIER sur l'amenagement et la conservation de l'écosysteme forestier tropical humide. **Acter**, Cayenne, 1990. (Estudes de cas, 32).
- JONKERS, W.B.J. **Vegetation structure, logging damage and silviculture in a tropical rain forest in Suriname**. Wageningen: Wageningen Agriculture University, 1987. p.110-113.
- PITT, J. **Relatório ao governo do Brasil sobre aplicação de métodos silviculturais a algumas florestas da Amazônia**. Belém: SUDAM, 1969. p.151-153.
- QUIROS, D.; BRYAN, F. **Manejo sustentable de un bosque natural en Costa Rica: definición de un plan operacional y resultados de su aplicación**. Turrialba: CATIE, 1994. 26p. (CATIE. Informe Técnico, 225).
- SANDEL, M.P., BAIMA, A.M.V., CARVALHO, J.O.P. de. **Teste de duas modalidades de anelagem em oito espécies arbóreas na floresta amazônica**. Belém: Embrapa-CPATU, 1998. 4p. (Embrapa-CPATU. Pesquisa em andamento, 178).

SIST, P.; ABDURACHMAN. Liberation thinnings in logged-over forests. In: BERTAULT, J-G., KADIR, K. (Ed.). **Silvicultural research in a lowland mixed dipterocarp forest of East Kalimantan: the contribution of STREK project**. Montpellier: CIRAD-forêt. 1998. Cap. 9, p.171-180.

# MANEJO FLORESTAL COMUNITÁRIO: PRIMEIROS RESULTADOS DE UMA EXPERIÊNCIA EM SÍTIO NOVO, ITUPIRANGA, PARÁ

Maria do Socorro Gonçalves Ferreira; Manuel Amaral Neto

## INTRODUÇÃO

Em toda a América Tropical, áreas de florestas são destinadas a diversos usos como agricultura, pecuária, cultivos perenes, hidroelétricas, entre outros. A colonização de terras florestais, o ordenamento territorial inadequado, a falta de opções competitivas do uso sustentado da floresta e as políticas que favorecem ao desmatamento, são os principais problemas que conduzem a essa situação.

Dessa forma, é sentida a necessidade de se estudar uma maneira de tornar as florestas rentáveis e competitivas com outros usos da terra, como forma de preservá-las. Uma das alternativas propostas por técnicos e pesquisadores, que pode contribuir com a contenção desse processo, é o manejo da floresta de forma racional e sustentável.

Na microrregião de Marabá, o processo de colonização começa geralmente com a escolha de um lote, onde o agricultor instala sua morada e, a partir daí, empreende uma luta para produzir o sustento da família que se inicia com a agricultura, extrativismo e exploração de madeira. A evolução do sistema de produção tem levado ao estabelecimento da pecuária, o que conduz ao desmatamento quase total das áreas (Reynal et al. 1995).

Este estudo pretende determinar o valor dos produtos florestais em áreas de colonização, e a relação entre esse e os demais subsistemas existentes dentro do estabelecimento agrícola, a fim de efetuar um plano de manejo sustentável, com a participação efetiva dos colonos e suas associações.

Este trabalho está sendo realizado em parceria com o Lasat<sup>1</sup> em duas etapas: 1) identificação de produtos com potencial comercial, bens e serviços das florestas locais; e 2) desenvolvimento e teste de práticas de manejo florestal para otimizar a produção sustentável desses bens e serviços.

As atividades são desenvolvidas nos municípios de Marabá, Itupiranga e Jacundá, e sua realização se dá graças a uma parceria inédita entre instituições de pesquisa e os sindicatos de trabalhadores desses três municípios para aproveitamento de recursos florestais. Este texto relata os primeiros resultados da experiência na comunidade de Sítio Novo, município de Itupiranga, no sudoeste paraense.

## MÉTODOS

Para viabilizar a implementação da proposta de manejo florestal em nível local, procurou-se, inicialmente, estabelecer um mecanismo que garantisse a participação dos agricultores nos processos de planejamento, execução e avaliação das atividades. Para isso, foi organizado um comitê diretivo com representantes de pesquisadores do Lasat e da Embrapa Amazônia Oriental, da FATA<sup>2</sup>, dos três sindicatos e dos agricultores das comunidades envolvidas.

O comitê decidiu que a primeira área a ser explorada florestal seria a comunidade de Sítio Novo, no município de Itupiranga, PA, pelo fato de ali as atividades de levantamento florestal se encontrarem mais avançadas, iniciadas em 1996 por pesquisadores do Embrapa Amazônia Oriental e do Lasat. Os critérios utilizados na escolha foram, entre outros: interesse da comunidade, organização social, bem como a existência e a importância da floresta para os sistemas de produção dos agricultores.

---

<sup>1</sup>Instituição de Pesquisa-Desenvolvimento sediada em Marabá, associada ao Núcleo de Estudos Integrados sobre a Agricultura Familiar, do Centro Agropecuário/ UFPA.

<sup>2</sup>Fundação Agrária Tocantins-Araguaia: instituição que congrega os seis sindicatos de trabalhadores rurais dos municípios da região de Marabá.

Dessa forma, foram realizadas reuniões com os agricultores-sócios, na comunidade, para definição das atividades de manejo florestal, e ao mesmo tempo iniciar uma relação de confiança entre técnicos/pesquisadores e as famílias envolvidas, para melhor entendimento da proposta e definição da operacionalização das atividades.

Aos agricultores se enfatizou que manejo florestal é uma atividade a longo prazo (no mínimo 15 anos para voltar a explorar o mesmo lote) e por isso deveriam destinar uma parte da floresta que ficaria imobilizada para os demais usos, exceto extrativismo (coleta de frutos, tais como castanha-do-pará e cupuaçu). Também se decidiu que o manejo seria comunitário, ou seja, todos os participantes integrariam todas as atividades desde o inventário florestal, sendo o produto distribuído igualmente entre todos.

Utilizando metodologia participativa, foi confeccionado um mapa de uso da terra, de toda a comunidade, que serviu de base para o planejamento do inventário de reconhecimento. Estimou-se a existência de cerca de 400 hectares de floresta primária, distribuídos em dez lotes de 100 hectares cada, onde se fez um inventário de reconhecimento. Esse levantamento foi feito em 43 transectos (parcelas) localizados sistematicamente dentro de cada área de mata identificadas no mapa, de 10 m x 250 m, onde se mediram todas as árvores com DAP  $\geq 45$  cm (diâmetro a 1,30 m do solo) e em cada parcela foram alocadas subparcelas de 10 m x 100 m, onde se mediram todas as árvores com DAP  $\geq 15$  cm até 45 cm. Os dados foram analisados pelo Sistema de Inventário Florestal Temporário - SIT, desenvolvido pela Embrapa Amazônia Oriental.

Para o planejamento das atividades, os agricultores montaram as equipes de derruba, arraste e os que iam trabalhar no manuseio dos equipamentos, definindo responsáveis pela execução de cada uma delas, bem como o primeiro lote a ser explorado na comunidade. Também ficou acertado que cada agricultor-sócio entraria com pelo menos 10 hectares de mata para atividades de manejo florestal.

Na primeira área escolhida, foi realizado um inventário pré-exploratório com a seguinte metodologia: dividiram-se os 10 hectares em quadrados de 25 m x 25 m, onde foram medidas e identificadas todas as árvores  $\geq 35$  cm de DAP. As informações registradas foram: número da árvore, altura aproximada, DAP, classe de identificação do fuste, nome vulgar e coordenadas x e y (norte-sul e leste-oeste, para elaboração de mapa de exploração).

O cálculo do volume foi feito através da equação:  $\ln v = -7,49337 + 2,086952 * \ln(\text{DAP})$ , estabelecida para floresta tropical úmida de terra firme, com dados da Reserva Florestal da Embrapa, em Moju, PA<sup>3</sup>.

Uma outra decisão foi o estabelecimento de um ciclo de corte de, no mínimo, dez anos para exploração de produtos madeiros nos lotes.

Em se tratando de exploração dos recursos florestais de forma comunitária, em lotes individuais, normalmente não há disponibilidade de áreas contínuas para exploração, como acontece em escala industrial. Sendo assim, o planejamento de exploração foi feito inicialmente para 10 hectares de mata no primeiro lote a ser explorado<sup>4</sup>.

No geral, algumas técnicas básicas de manejo florestal foram utilizadas, procurando dar maior eficiência à exploração. Primeiro, fez-se o inventário 100 % e mapeamento de todas as árvores acima de 35 cm de DAP (diâmetro a 1,30 m do solo), ressaltando aquelas selecionadas para a extração, estradas e pátios de estocagem. Segundo, planejamento cuidadoso dos ramais e da direção para onde as árvores deveriam ser derrubadas. Por último, utilizaram-se técnicas apropriadas para o corte das árvores e traçamento das toras.

---

<sup>3</sup>Informação pessoal da autora Anadilza Baima.

<sup>4</sup>Na comunidade existem onze sócios (três não são proprietários de terra), totalizando 80 ha de mata para atividades de manejo florestal.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Inventário de reconhecimento

Os resultados foram discutidos com os agricultores. Serviram para identificar um potencial para exploração futura na comunidade, pois se registrou a existência de árvores em quase todas as classes diamétricas, a partir de 15 cm de DAP (Tabela 1).

Pode-se verificar, através dos resultados, que mais de 30 % do volume inventariado pertencia às espécies comerciais, o que representa um potencial de mais de 61 m<sup>3</sup>/ha, considerando árvores  $\geq$  45cm de DAP (Tabela 2).

Os resultados do inventário demonstraram que a floresta natural remanescente de Sítio Novo poderia ser convertida em uma floresta sob manejo sustentado. Considerou-se a possibilidade de retirar 20 m<sup>3</sup>/ha, menos da metade do volume comercial acima de 45cm de DAP, o que daria uma redução aproximada de 1,5 m<sup>2</sup>/ha da área basal, equivalente a cerca de 10% do total (Tabela 3). Dessa forma, foi decidido que haveria uma intervenção reduzida na floresta, considerando a utilização de equipamentos leves na exploração (trator agrícola).

### Parâmetros para definição do plano de manejo

As informações do inventário de reconhecimento também serviram para definição dos parâmetros do plano de manejo sustentado, tais como diâmetro mínimo de corte de 45 cm de DAP, redução da área basal de no máximo 15%, espécies exploráveis (comercializadas localmente) e fixação do ciclo de corte de 30 anos. A seleção das espécies a serem exploradas foi discutida com os agricultores, levando em consideração aspectos de mercado e critérios estabelecidos por eles próprios, como diâmetro mínimo aceito no mercado local (60 cm), espécies mais valiosas localmente.

TABELA 1. Número de árvores, área basal e volume por classe diamétrica. Comunidade Sítio Novo, município de Itupiranga, PA. 1996.

Classes de diâmetro (cm)	Nº de árvores		Área basal		Volume	
	N/ha	%	m <sup>2</sup> /ha	%	m <sup>3</sup> /ha	%
15 – 24,9	156,28	57,14	4,41	15,46	19,71	5,88
25 – 34,9	52,79	19,30	3,50	12,27	35,76	10,68
35 – 44,9	23,49	8,59	2,82	9,88	30,69	9,16
45 – 54,9	14,42	5,27	2,45	9,58	34,29	10,24
55 – 64,9	9,07	3,32	2,45	8,60	31,78	9,49
65 – 74,9	6,05	2,21	2,28	8,01	30,53	9,11
75 – 84,9	3,49	1,28	1,68	5,88	22,88	6,83
85 – 94,9	2,33	0,85	1,44	5,05	20,14	6,01
95 – 104,9	2,33	0,85	1,82	6,38	25,95	7,75
105 – 114,9	1,16	0,43	1,09	3,83	15,84	4,73
115 - >	2,09	0,77	4,28	15,02	67,33	20,10
Total	273,49	100	28,54	100	334,94	100

TABELA 2. Número de árvores e volume das espécies por grupo, com DAP ≥ 45cm. Comunidade de Sítio Novo, município de Itupiranga. 1996.

Grupos	Nº de árvores		Volume	
	N/ha	%	m <sup>3</sup> /ha	%
Espécies comerciais	11.62	34.34	61,78	30,08
Espécies potenciais	10.98	32.42	55,66	27,09
Outros	11.25	33.58	87,93	42,81
Total	33.86	100	205,37	100,00

TABELA 3. Número de árvores, área basal e volume por classe diamétrica ( $\geq 45$  cm de DAP). Comunidade de Sítio Novo, município de Itupiranga, PA.

Classes diamétricas (cm)	Número de árvores		Área basal		Volume	
	N/ha	%	m <sup>2</sup> /ha	%	m <sup>3</sup> /ha	%
45 - 54,9	1,67	40,39	2,55	17,39	31,91	15,53
55 - 64,9	6,70	19,78	1,81	12,38	23,49	11,40
65 - 74,9	5,49	16,21	2,07	14,14	27,64	13,40
75 - 84,9	2,33	6,87	1,15	7,82	15,66	7,63
85 - 94,9	1,21	3,57	0,75	5,13	10,48	5,10
95 - 104,9	1,40	4,12	1,09	7,42	15,49	7,54
105 - 114,9	0,84	2,47	0,80	5,44	1,57	5,63
115 - 124,9	0,28	0,82	0,32	2,18	4,71	2,29
125 - 134,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
135 - 144,9	0,56	1,65	0,84	5,75	12,73	6,20
145 ->	1,40	4,12	3,27	22,35	51,69	25,28
Total	33,86	100,00	14,65	100,00	205,38	100,00

Foi estabelecido que o objetivo do plano de manejo seria manter uma floresta discetânea de produção sustentada devido ser esse um sistema que menos modifica a estrutura da floresta.

### Inventário pré-exploratório e planejamento da exploração

Estas etapas contaram com maior participação dos agricultores. Foi realizado o inventário 100 % da área de manejo, medindo-se todas as árvores acima de 35 cm de DAP. Esta atividade serviu para definir, junto com os agricultores, informações sobre opções de mercado e planejamento da exploração.

Com base nestes resultados, foi confeccionado um mapa logístico com distribuição das árvores, estradas principais e ramais de arraste, localização dos pátios, bem como o indicativo do direcionamento de queda das árvores. Nesta fase, também foi discuti-

do com os agricultores a seleção das espécies a serem extraídas, obedecendo-se critérios técnicos de sustentabilidade, além de alguns estabelecidos por eles, considerando seus planos futuros e a maneira de como percebem a utilização das diferentes espécies em seus lotes.

Na área inventariada (10 hectares) foram encontradas 363 árvores. Das 78 espécies registradas, 50 são consideradas comerciais, ou seja, 65 % das espécies poderiam ser comercializadas (Tabela 4). Destas, a mais abundante foi a melanciaeira (*Alseodaphne grandiflora*), com 57 árvores nos 10 hectares inventariado. A área inventariada apresentou um volume total de 139,60 m<sup>3</sup>/ha (DAP ≥ 35 cm).

Na definição da abertura de estradas, pátios e ramais de arraste, foram preservadas algumas espécies de produtos não-madeireiros, como a castanha-do-pará (*Bertholécia excelsia* H.B.K.) e o cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Epreng.) Schum). Essas espécies foram encontradas na área inventariada com a frequência de uma árvore adulta (DAP ≥ 45cm) e três árvores produtivas por hectare, respectivamente. Essas espécies são importantes para os agricultores de Sítio Novo, pois representam cerca de 10% da renda das famílias (Muchagata, 1997).

Foram considerados no planejamento da exploração, aspectos como, a pouca experiência dos agricultores em atividades florestais, a limitação de mão-de-obra (distribuída entre as demais atividades das famílias nos lotes) e a capacidade de processamento da serraria (Induspam, com capacidade de processar entre 16-23 m<sup>3</sup>/dia, dependendo da qualidade da madeira, das bitolas a serem usadas e do diâmetro das toras).

TABELA 4. Volume e área basal de espécie de valor comercial obtidos em um inventário florestal pré-exploratório em 10 hectares de floresta localizada em Sítio Novo, Itupiranga, PA.

Nº espécie	Nome vulgar	Nome científico	G	V	N
1	Abiu-culite/Carva	<i>Pouteria macrocarpa</i> (Huber) Ducke	0,40	3,99	2
2	Abiu-seco	<i>Sem identificação</i>	0,30	2,92	2
3	Acariquara	<i>Minquartia guianensis</i> Aube.	0,80	7,88	6
4	Amapá-doce	<i>Brosimum parinarioides</i> Ducke	0,13	1,23	1
5	Amarelo/Gonçalo	<i>Sem identificação</i>	1,00	10,31	2
6	Anani	<i>Symphonia olobulifera</i> L. f.	0,98	9,71	6
7	Andirobarana	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	1,18	11,67	8
8	Angelim-rajado	<i>Pithecelobium racemosum</i> (Vell.) Benth.	1,81	19,16	4
9	Angelim-vermelho	<i>Sem identificação</i>	4,91	55,55	1
10	Axixá	<i>Sterculia pilosa</i> Ducke	0,79	7,80	5
11	Breu-manga	<i>Protium spruceanum</i> Engl.	5,91	58,53	36
12	Breu-sucuruba	<i>Trattinickia rhoifolia</i> Willd.	0,97	10,26	1
13	Breu-vermelho	<i>Protium subserratum</i> Engl.	0,10	0,99	1
14	Burra-leiteira	<i>Sapium marniere</i> Huber	0,41	4,09	2
15	Casca-preciosa	<i>Aniba canellilla</i> Mez	0,15	1,50	1
16	Copaiba	<i>Copaifera multijuga</i> Hayne	0,86	8,89	2
17	Fava-mapuchiqui	<i>Sem identificação</i>	1,10	11,14	4
18	Fava-tamboril/Fava-amargosa	<i>Sem identificação</i>	0,99	10,45	1
19	Ipê	<i>Sem identificação</i>	0,10	0,93	1
20	Itaúba	<i>Mezilaurus itauba</i> Taub. ex. Mez	0,75	7,54	3
21	Jarana	<i>Holopyxidium jarana</i> Ducke	1,35	13,19	11
22	Jarana-cutite	<i>Sem identificação</i>	0,11	1,10	1
23	Jatobá	<i>Hymenaea coubaril</i> Linn	1,27	13,08	3
24	Jutai-pororoca	<i>Dialium guianensis</i> Steind.	1,17	11,76	5
25	Louro-abacate	<i>Pleurothryum macranthum</i> Ness	0,62	6,17	3
26	Louro-amarelo	<i>Aniba burchelli</i> Kost	0,37	3,65	3
27	Louro-inamúf	<i>Aniba</i> sp.	2,10	22,12	3
28	Louro-preto	<i>Nectandra mollis</i> Nees	1,76	17,51	9
29	Marupá	<i>Simaruba amapa</i> Aubl.	1,36	13,78	5
30	Melanciaira	<i>Alexa grandiflora</i> Ducke	17,05	173,86	57
31	Morototó	<i>Didymopanax morototoni</i> Decne. & Planch.	0,22	2,17	2
32	Muiracatiara	<i>Astronium lecointei</i> Ducke	1,59	16,42	4
33	Muirapiranga	<i>Eperua schomburgkiana</i> Benth.	0,11	1,04	1
34	Muiratinga	<i>Perebea guianensis</i> Aubl.	0,19	1,87	1
35	Parapará	<i>Jacaranda copaia</i> D. Don	0,94	9,26	7
36	Paricá	<i>Parkia multijuga</i> Benth.	0,68	6,77	4
37	Parinari	<i>Sem identificação</i>	0,50	4,90	3
38	Pau jacaré	<i>Laetia procera</i> Eichl.	0,89	8,77	6
39	Pente-de-macaco	<i>Apeiba albiflora</i> Ducke	0,34	3,37	2
40	Quaruba-cedro	<i>Vochysia maxima</i> Ducke	0,63	6,52	1
41	Sapucaia	<i>Lecythis usitata</i> Miers	0,77	7,87	2
42	Sumauma	<i>Ceiba pentandra</i> Gaertn.	6,92	77,50	2
43	Tachi-pitomba	<i>Stryphnodendron paniculatum</i> Poepp. & Eudi.	0,38	3,80	2
44	Tachi-preto	<i>Scherolobium reticulatum</i> Dwyer	2,06	20,39	12
45	Tamaquaré	<i>Sem identificação</i>	0,33	3,32	1
46	Tapiririca	<i>Tapiriri guianensis</i> Aubl.	0,15	1,50	1
47	Tauri	<i>Couratari oblongifolia</i> Ducke & Kmtth	0,06	0,58	1
48	Tento-amarelo	<i>Sem identificação</i>	0,38	3,93	1
49	Ucuúba-da-terra firme	<i>Sem identificação</i>	0,10	0,93	1
50	Ucuúba-preta	<i>Virola michelli</i> Heckel	0,27	2,66	2
Total			68,31	704,33	245

## Exploração florestal

Uma vez concluídas as atividades pré-exploratórias (inventário 100%, mapa de exploração), foi realizado o processamento dos dados, permitindo analisar a estrutura da vegetação e seu potencial madeireiro. Assim, foi possível discutir o planejamento da exploração com os agricultores. Algumas espécies consideradas de valor comercial não foram selecionadas para a exploração por apresentarem poucos indivíduos na área. Entretanto, duas espécies (*Dinizia excelsa* e *Ocotea cymbarum* H.B.K.) que apresentaram apenas um indivíduo na área inventariada foram incluídas para a exploração por decisão dos agricultores, já que existiam alguns espécimes às margens da área para serem preservadas como porta-sementes. Procurou-se evitar a formação de grandes clareiras, distribuindo, de forma aproximadamente regular, as árvores a serem extraídas.

Durante a exploração, cerca de 3 hectares de floresta foram descartados para práticas de manejo florestal por apresentarem problemas de declividade acentuada. Para compensar, foi negociado 0,9 hectares de mata de uma área vizinha de outro agricultor, sócio do projeto, totalizando 7,9 hectares de mata explorada na comunidade.

Foram selecionadas 22 árvores de oito espécies, para extração (Tabela 5), totalizando um volume estimado de 17,76 m<sup>3</sup>/ha. Apesar do DAP mínimo para exploração ser de 45 cm, só foram consideradas árvores acima de 55 cm, devido a características do mercado local, que não aceita produto proveniente de toras abaixo desta especificação, segundo levantamento realizado nos municípios de Marabá e Itupiranga.

A extração da madeira foi feita com o auxílio de um trator agrícola até os pátios, e daí carregada em caminhão até o local de transformação.

TABELA 5. Árvores selecionadas para extração, com quantidade e volumes respectivos. Comunidade de Sítio Novo, Itupiranga, PA.

Nome vulgar	Nome científico	N	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )
Angelim-vermelho	<i>Dinizia excelsa</i> Ducke	1	4,91	55,55
Copaiba	<i>Capaifera multijuga</i> Hayne	1	0,61	6,33
Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	2	1,11	11,51
Louro-inamui	<i>Ocotea cymbarum</i> H.B.K.	2	1,94	20,55
Louro-preto	<i>Licaria cannella</i> (Meissn.) Kosterm.	2	0,68	6,96
Melanciaíra	<i>Alexa grandiflora</i> Ducke	11	5,57	57,68
Muiracatiara	<i>Astronium lecointei</i> Ducke	2	1,20	12,51
Quaruba-cedro	<i>Vochysia maxima</i> Ducke	1	0,63	6,52
Total		22	16,65	177,61

Esta atividade foi marcada por um processo de aprendizagem tanto para os agricultores, que tiveram acesso a novas técnicas de derruba e melhor aproveitamento de seus recursos florestais, como para os técnicos, que puderam monitorar os danos provocados pela exploração. Nas clareiras formadas, foi discutido com os agricultores a possibilidade de introduzir árvores de potencial frutífero, juntamente com espécies madeireiras.

Foram danificadas seis árvores na exploração, acima de 35 cm de DAP, quatro tiveram o fuste e a copa quebrados pela queda de outras árvores que foram exploradas, uma foi derrubada por efeito de cipós e uma foi tombada naturalmente (provavelmente por falta de proteção lateral de outras árvores). Isso significa menos de 2% de danos nas árvores remanescentes. Uma avaliação dos impactos desses danos está sendo feita em nível de pesquisa, além do monitoramento do comportamento da floresta em relação a crescimento e diversidade, através de parcelas permanentes.

Aproveitando-se da execução das atividades, foram realizados, juntamente com os sindicatos envolvidos, alguns treinamentos especializados, principalmente em extração de baixo impacto e manuseio de equipamentos. Esses treinamentos visaram, além de capacitar os agricultores para melhor aproveitamento de seus recursos florestais, ajudar as organizações na proposição de políticas sustentáveis dos recursos naturais.

## CONCLUSÕES

As atividades implementadas buscaram o desenvolvimento sustentável baseado na participação ativa e organizada dos agricultores para o manejo adequado dos recursos naturais. O processo de discussão criado no projeto tem proporcionado boa interação entre técnicos e agricultores nas atividades de manejo florestal, mesmo considerando que isso tenha ocorrido de forma deficiente em algumas etapas. Dessa forma, considerando todos estes entraves, o processo de aprendizado tem sido valorizado pelos agricultores e suas organizações. No entanto, sem o ciclo completo, uma avaliação (principalmente econômica) de conservação com desenvolvimento ainda não foi feita.

Do ponto vista ecológico, alguns resultados já são visíveis. Das 363 árvores acima de 35 cm de DAP encontradas na referida área, foram extraídas apenas 22, o que causou um impacto reduzido à vegetação remanescente. Isto significa a retirada de 25% do volume comercial e uma redução na área basal de 24%. Este pode ser considerado um impacto muito baixo na floresta remanescente. Além disso, o estoque de espécies comerciais é suficiente para proporcionar uma segunda colheita ao fim do ciclo, bem como permitir que os agricultores continuem extraindo produtos não-madeireiros tradicionais para consumo familiar e venda.

Mesmo considerando que os agricultores já possuem algum tipo de experiência em atividades de exploração dos recursos madeireiros, para desenvolverem o manejo florestal ainda necessitam de apoio técnico de instituições especializadas. O Manejo florestal comunitário é uma atividade muito nova na Amazônia. Para ter sucesso, entraves técnicos, econômicos e, principalmente, burocráticos ainda precisam ser superados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MUCHAGATA, M.G. **Forests and people. The role of forest production in frontier farming systems in Eastern Amazonia.** Norwich: University of East Anglia. 1997. (Occasional Paper, 36).
- REYNAL, V.; MUCHAGATA, M.G.; TOPALL, O.E.; HÉBETTE, J. **Agriculturas familiares e desenvolvimento em frente pioneira amazônica.** Belém: UFPA/UAG/GRET, 1995. 69p.

# EQUAÇÕES DE VOLUME PARA FLORESTA TROPICAL DE TERRA FIRME EM MOJU, PA

Anadilza Maria Valente Baima; Sílvia Maria Alves da Silva; José Natalino Macedo Silva

## INTRODUÇÃO

A quantificação do volume de madeira de qualquer floresta é, sem dúvida, uma atividade chave para bem planejar o seu aproveitamento. A determinação dos volumes individuais das árvores com boa precisão é fundamental para determinar o estoque da floresta e para calcular a sua produtividade.

Na Amazônia brasileira, Heinsdijk & Bastos (1963) são considerados pioneiros na pesquisa sobre a volumetria das espécies da região. Aqueles pesquisadores determinaram um fator de forma geral (igual a 0,7) para árvores da floresta amazônica. Embora de caráter provisório, este fator ainda hoje é utilizado, apesar não obstante das facilidades computacionais existentes para o desenvolvimento de equações volumétricas.

Em se tratando de floresta natural, vários fatores dificultam os levantamentos de campo, tanto de ordem econômica quanto operacional. Dentre eles pode-se destacar a medição precisa da variável altura comercial. Portanto, é recomendável desenvolver, na maioria dos casos, equações de volume de simples entrada, para estimar volumes de árvores em pé e de dupla entrada, para estimar volumes de árvores abatidas, onde a variável altura pode ser medida com maior exatidão.

Em virtude da diversidade de espécies e de tipos florestais na Amazônia, há carência de trabalhos relacionados com o tema. Este trabalho trata da determinação de equações de volume para uma floresta de terra firme, situada no município de Moju, Pará, visando contribuir para o aumento do conhecimento da volumetria das florestas da região.

## REVISÃO DE LITERATURA

### Forma do fuste das árvores

A forma do tronco de uma árvore é geometricamente descrita como neilóide na base, parabolóide no meio do fuste, sendo muito difícil a determinação exata da transição de um sólido para outro ao longo do tronco (Chapman & Meyer, 1949; Loestsch et al. 1973; Husch et al. 1982).

Silva et al. (1984) mencionaram que a forma geral do tronco varia de acordo com a espécie, em função, principalmente, da floresta. Para Scolforo (1998), a forma da árvore pode ser definida como o afilamento natural que ocorre da base para o topo, chamada conicidade, adelgaçamento e afilamento ou "taper".

Inúmeros são os fatores que podem influenciar a forma do fuste de uma árvore, dentre eles a característica genética da espécie, a qualidade de sítio, os tratamentos silviculturais e outros fatores ambientais.

Ao estudar a forma do tronco das árvores, em florestas de *pinus*, Campos (1993) expressou a forma do fuste das árvores através de quocientes ou fatores de forma, em que os quocientes exprimem a relação entre os diâmetros, e os fatores expressam a relação existente entre os volumes.

### Fator de forma

O fator de forma tem o objetivo de expressar a razão do volume real sobre o volume do cilindro visando à estimativa corrigida do volume do tronco a partir de medições de DAP e altura. Jorge (1982), ao desenvolver equação de volume para floresta tropical pluvial no norte do Espírito Santo, conceituou fator de forma absoluto, baseando-se no diâmetro a 1,30 m do solo, como sendo o fator de redução, para que se possa obter o volume do tronco da árvore, onde o cilindro de referência baseia-se no diâmetro padrão

(1,30 m). Husch et al. (1982) usaram o volume do cilindro para obtenção do fator de forma absoluto, representado pela fórmula:

$$F = Va/g.h \quad \text{em que:}$$

F = fator de forma;

Va = volume do fuste da árvore;

g = área transversal com base no DAP e

h = altura comercial da árvore.

Moura (1994), ao fazer um estudo comparativo de métodos para estimar volume das espécies da Floresta do Tapajós, determinou um fator de forma médio de 0,75, com oscilações entre 0,62 e 0,79 para 710 árvores distribuídas em 68 espécies, porém quando foi calculado para cada espécie, a variação foi mínima. O autor chamou a atenção a respeito dos inventários florestais na Amazônia, onde o fator de forma utilizado é 0,7, o qual pode proporcionar erro de - 10,96 até + 12,85 %, quando são realizadas estimativas volumétricas. Se tais estimativas forem realizadas com base no fator de forma médio por classe de diâmetro, apresentam-se mais eficientes para todas as espécies, e podem ser comparadas com as estimativas das equações de volume. Entretanto, o uso do fator médio da população, sem o controle da classe de diâmetro, foi o método que apresentou menor precisão ao se comparar com os demais métodos utilizados.

Loestch et al. (1973) enfatizaram que, principalmente para as espécies tropicais, pode ocorrer que árvores com formas geométricas idênticas, com alturas diferentes, podem apresentar fatores de forma absolutos também diferentes.

## Equação de volume

As equações de volume permitem estimar o volume individual das árvores, onde é feita a combinação entre variáveis. Quando se obtêm estimativas separadamente para o volume do tronco comercial e volume de copa para árvores de grande porte, torna-se factível o uso de equação volumétrica, cujas variáveis independentes sejam de fácil medida (Silva & Carvalho, 1984).

Silva & Carvalho (1984), ao testarem quatro modelos para uma floresta secundária, em Belterra, mencionaram que a precisão obtida com os modelos de uma entrada foram inferiores aos verificados com os modelos de duas entradas. A inclusão da variável altura, em geral aumenta consideravelmente a precisão das estimativas, porém pode tornar-se inviável economicamente, pelo aumento dos custos do levantamento. Santos (1996), ao estudar a estimativa da biomassa para uma floresta tropical na Estação de Silvicultura Tropical – INPA, em Manaus, cita que as equações que consideram tanto o diâmetro quanto a altura, produzem estimativas melhores em relação àquelas que consideram apenas o diâmetro.

Silva & Carvalho (1984) chamaram a atenção para a dificuldade na medição da variável altura, quando se trata de florestas tropicais. Por esse motivo, alguns autores recomendam a utilização de equações de volume de uma entrada, utilizando a variável diâmetro que, via de regra, pode ser medida com facilidade e relativa precisão. Os modelos de equações logarítmicos produzem melhores resultados quando comparados com os aritméticos. Porém, dependendo da natureza dos modelos testados, há necessidade da utilização de índices mais apropriados para comparações entre os modelos. Um caso específico é mostrado por Silva et al. (1984), que recomendam o uso do índice de Furnival quando se deseja realizar comparações entre erros padrões de estimativas de equações logarítmicas e aritméticas, em função de suas unidades serem diferentes.

Scolforo et al. (1994), ao estudarem as relações quantitativas para estimar o volume do fuste em Floresta Estacional Semidecídica Montana na região de Lavras, Minas Gerais, chegaram à conclusão que é possível estimar o volume das espécies nativas com segurança utilizando equações de volume ou fatores de forma. Esses autores preferem equações de volume em relação ao fator de forma, pois estas proporcionam o erro das estimativas médias bem menores em relação à média verdadeira.

Poucos trabalhos foram realizados em se tratando de Amazônia, no sentido de conhecer o volume das espécies tropicais. No Anexo 1 são mostradas algumas equações de volume genéricas ajustadas para grupos de espécies da Amazônia.

Na Amazônia, embora algum esforço tenha sido aplicado no estudo de volumetria de florestas e de algumas espécies (Anexo 1), há necessidade de aumentar esse esforço, de modo a cobrir um maior número de espécies comerciais e de tipos florestais.

## METODOLOGIA

### Descrição e localização da área

Os dados foram coletados no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Oriental, localizado no município de Moju, PA, situado entre as coordenadas geográficas de 2° 08' e 2° 12' de latitude sul e 48° 47' e 48° e 48' de longitude oeste de Greenwich.

O clima da região é do tipo Ami, com precipitação anual de 2.400 mm, com período chuvoso que vai de fevereiro a abril e um período mais seco de agosto a outubro. As temperaturas mínimas e máximas médias oscilam entre 21° C e 33° C e a temperatura média anual é de 26° C. O relevo da área é plano, com pequenas ondulações, onde o declive varia de 0% a 3%. O solo predominante é o Latossolo Amarelo, com diferentes texturas, com presença de solos Podzólicos Vermelho-Amarelos, Gley Pouco Húmico e Plintossolos (Santos et al. 1985).

A vegetação é uma Floresta de Terra Firme, com a presença de espécies como *Vouacapoa americana* Aubl., *Manilkara huberi* Ducke, *Eschweilera* sp., *Vochysia guianensis* Aubl., *Dinizia excelsa* Ducke, *Diploptropis* sp., *Ocotea* sp., *Cordia goeldiana* Huber e *Hymenaea courbaril* L.

### Coleta dos dados das árvores-amostras em pé e abatidas

Foram medidas 103 árvores-amostras, distribuídas em dez classes diamétricas (Tabela 1).

TABELA 1. Distribuição das árvores-amostras por classe diamétrica.

Classe de diâmetro (cm)	Árvores-amostras		Total
	Em pé	Abatidas	
20 cm - 29.9 cm	10	-	10
30 cm - 39.9 cm	10	-	10
40 cm - 49.9 cm	10	-	10
50 cm - 59.9 cm	-	10	10
60 cm - 69.9 cm	-	17	17
70 cm - 79.9 cm	-	14	14
80 cm - 89.9 cm	-	06	06
90 cm - 99.9 cm	-	11	11
100 cm - 109.9 cm	-	09	09
110 cm - 119.9 cm	-	06	06
Total geral	30	73	103

Deste total, 30 árvores foram medidas em pé, cobrindo as classes 20 cm a 49,9 cm e o restante das árvores foram medidas após a derrubada, por ocasião de uma exploração florestal realizada em 1997, em 200 hectares da floresta. Em cada árvore foram medidos diâmetros a 1,30 m do solo (DAP) ou logo acima das sapopemas e a altura comercial tomada antes das bifurcações nas árvores em pé ou onde o fuste foi traçado nas árvores abatidas. Para a determinação do volume real foi utilizado o procedimento de Smalian. Mediram-se os diâmetros dos fustes e as espessuras das cascas em seções contínuas de 2 m (Loetsch et al. 1973).

A metodologia utilizada para a coleta de dados de árvores abatidas foi semelhante à descrita anteriormente, diferenciando-se apenas na medição da altura do toco onde a árvore foi serrada. Para a medição dos diâmetros e espessura da casca das seções, utilizou-se o mesmo procedimento adotado para árvores em pé.

## Modelos testados

Selecionaram-se 16 modelos de simples e dupla entrada (Tabela 2) sugeridos por Loetsch et al. (1973). Muitos desses modelos já foram testados por outros autores em diversas áreas da Amazônia (Fernandes et al. 1983; Silva & Carvalho, 1984; Silva & Araújo, 1984; Silva et al. 1984; Higuchi & Ramm, 1985; Moura 1994). Para a análise dos dados, foram utilizados os *softwares*: Excel, Fox Pro e S.A.S (Statistical Analysis System).

## Crítérios para a escolha dos melhores modelos

Os critérios utilizados para a seleção das melhores equações foram: coeficiente de determinação ( $R^2$ ); desvio padrão de regressão ( $S_{yx}$ ); índice de Furnival (Furnival, 1961), valor de F; coeficiente de variação (CV). Além desses critérios, levou-se em consideração a boa distribuição gráfica dos resíduos padronizados (Silva & Araújo 1984; Silva & Carvalho, 1984; Fernandes et al. 1983; Higuchi & Ramm, 1985).

TABELA 2. Modelos testados para determinação de equações de volume para a floresta do Moju, PA.

Nº	Autor	Equações
Simples entrada		
1	-	$V = \beta_0 + \beta_1 d$
2	-	$V = \beta_0 + \beta_1 (1/d)$
3	-	$V = \beta_0 + \beta_1 (1/d) + \beta_2 d$
4	KOPEZKY-GEHRARDT	$V = \beta_0 + \beta_1 d^2$
5	HOHENADL-KRENN	$v = \beta_0 + \beta_1 d + \beta_2 d^2$
6	-	$\ln v = \beta_0 + \beta_1 \ln d + \beta_2 d$
7	-	$\ln v = \beta_0 + \beta_1 d + \beta_2 d^2$
8	HUSCH (1963)	$\ln v = \beta_0 + \beta_1 \ln d$
9	BRENAC	$\ln v = \beta_0 + \beta_1 \ln d + \beta_2 (1/d)$
Dupla entrada		
10	SPURR (1952)	$v = \beta_0 + \beta_1 d^2 h$
11	STOATE	$v = \beta_0 + \beta_1 d^2 + \beta_2 d^2 h + \beta_3 h$
12	NASLUND	$v = \beta_0 + \beta_1 d^2 + \beta_2 d^2 h + \beta_3 d h^2 + \beta_4 h^2$
13	MEYER	$v = \beta_0 + \beta_1 d^2 + \beta_2 d^2 h + \beta_3 d h + \beta_4 d^2 h + \beta_5 h$
14	MEYER MODIFICADA	$v = \beta_0 + \beta_1 d + \beta_2 d^2 + \beta_3 d h + \beta_4 d^2 h$
15	SCHUMACHER-HALL	$\ln v = \beta_0 + \beta_1 \ln d + \beta_2 \ln h$
16	SPURR (1952)	$\ln v = \beta_0 + \beta_1 \ln (d^2 h)$

Fonte: Loetsch et al. (1973), onde:

v = volume comercial, (m<sup>3</sup>);

d = diâmetro à altura do peito ou 30 cm acima das sapopemas (cm);

h = altura comercial (m);

ln = logaritmo natural e;

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$  e  $\beta_5$  = coeficientes de regressão.

## RESULTADOS & DISCUSSÃO

Dos 16 modelos testados para equações de simples e dupla entrada, foram obtidos os seguintes resultados (Tabelas 3 a 5).

TABELA 3. Resultados obtidos na análise de regressão para as equações de simples entrada.

Modelo	R <sup>2</sup> ajustado	Syx	IF	F	C.V.(%)
Volume com casca					
1	0,8342	1,43026	-	514,288	31,8
2	0,5469	2,36453	-	124,121	52,6
3	0,8608	1,31078	-	316,286	29,1
4	0,8679	1,27688	-	670,983	28,4
5	0,8666	1,28324	-	332,171	28,5
6*	0,9388	-	0,89278	783,200	21,8
7*	0,9319	-	0,96151	699,084	23,0
8*	0,9391	-	0,9090	1575,077	21,7
9*	0,9389	-	0,91085	784,748	21,8
Volume sem casca					
1	0,8310	1,39294	-	502,380	32,4
2	0,5406	2,29631	-	121,021	53,5
3	0,8595	1,26991	-	312,978	29,6
4	0,8674	1,23358	-	668,348	28,7
5	0,8661	1,23948	-	331,019	28,9
6*	0,9393	-	0,89271	789,473	22,6
7*	0,9327	-	0,93984	707,373	23,8
8*	0,9398	-	0,88502	1592,516	22,5
9*	0,9393	-	0,89210	790,558	22,6

\*Equações logarítmicas

R<sup>2</sup>: coeficiente de determinação;

Sy.x: desvio padrão da regressão;

IF: Índice de Furnival (Seqüência de cálculo no Anexo 2).

Ao se aplicarem os critérios utilizados para a seleção, para as equações de simples entrada (Tabela 3), tanto para o volume com casca como para o volume sem casca, observou-se que as equações logarítmicas de simples entrada (modelos 6, 7, 8 e 9), preencheram melhor os requisitos estabelecidos em relação às equações aritméticas. No entanto, das quatro equações logarítmicas, a de Husch ( $\ln v = \beta_0 + \beta_1 \ln d$ ) foi selecionada tanto para o volume com casca como para o sem casca, por preencher todos os critérios de seleção (Tabela 3).

TABELA 4. Resultados obtidos na análise de regressão para as equações de dupla entrada.

Modelo	R <sup>2</sup> ajustado	Sy <sub>x</sub>	IF	F	C.V.(%)
Volume com casca					
10	0,8763	1,23567	-	723,334	27,51379
11	0,9019	1,09998	-	313,747	24,49262
12	0,9053	1,08090	-	244,823	24,06773
13	0,9084	1,06306	-	203,353	23,67038
14	0,9072	1,07000	-	250,342	23,82489
15*	0,9677	-	0,66244	1528,412	15,84984
16*	0,9679	-	0,66074	3072,033	15,80930
Volume sem casca					
10	0,8714	1,21479	-	692,328	28,28962
11	0,8977	1,08384	-	299,202	25,24015
12	0,9008	1,06725	-	232,459	24,85372
13	0,9045	1,04681	-	194,274	24,37769
14	0,9034	1,05321	-	239,357	24,52672
15*	0,9668	-	0,65924	1487,167	16,72359
16*	0,9669	-	0,65924	2977,451	16,71241

\* Equações logarítmicas

R<sup>2</sup>: coeficiente de determinação; Sy<sub>x</sub>: desvio padrão da regressão; IF: índice de Furnival (Anexo 2) e, CV: coeficiente de variação.

A precisão obtida com o ajuste das equações de simples entrada foi inferior quando comparada às equações de dupla entrada. Isto ocorre porque diâmetro e altura são correlacionados com o volume, especialmente a variável combinada  $d^2h$ .

No entanto, para Silva & Carvalho (1984), a inclusão da variável altura geralmente aumenta bastante a precisão das estimativas, porém aumenta os custos do levantamento e em certos casos, o aumento da precisão não é compensado.

A Tabela 4 mostra o resultado dos ajustes para equações de dupla entrada, onde se destacaram os modelos 15 e 16, por atenderem melhor os critérios de escolha estabelecidos. Entretanto, a equação de Spurr (1952) ( $\ln v = \beta_0 + \beta_1 \ln (d^2h)$ ) foi a mais precisa, e por isso selecionada.

TABELA 5. Equações volumétricas selecionadas para a Floresta do Moju, PA.

Equações selecionadas	R <sup>2</sup>	IF	F	C.V (%)
simples entrada				
$\ln v = -7,49337 + 2,086952 \ln d(a)$	0,9391	0,9093	1575,077	21,75219
$\ln v = -7,528167 + 2,083964 \ln d(b)$	0,9398	0,8888	1592,516	22,53255
dupla entradas				
$\ln v = -8,703585 + 0,891852 \ln (d^2h) (a)$	0,9679	0,6607	3072,033	15,80930
$\ln v = -8,727495 + 0,889832 \ln (d^2h) (b)$	0,9669	0,6592	2977,451	16,71241

(a): vcc (volume com casca).

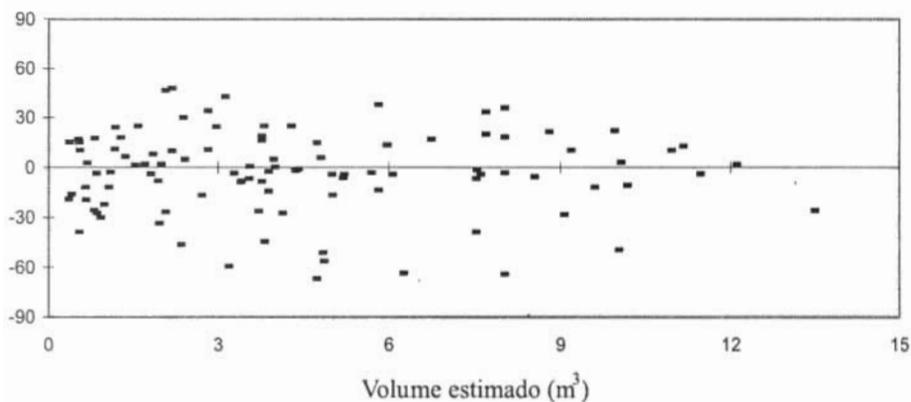
(b): vsc (volume sem casca).

Em relação ao erro padrão da estimativa ou CV tanto para equações de simples como de dupla entrada, pode-se considerar aceitável, quando comparado com outros trabalhos já realizados (Souza & Jesus, 1991; Moura, 1994).

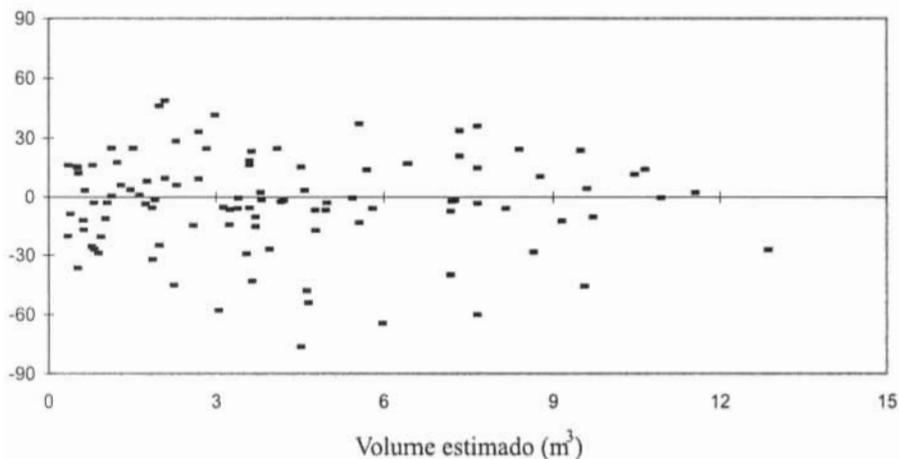
Quando se analisou a distribuição dos resíduos padronizados, observou-se que as equações 8 e 16 apresentaram distribuição homogênea, tanto para equações de simples quanto de dupla entrada até um volume máximo de 12 m<sup>3</sup>. A partir desse volume, observou-se uma leve tendência à discrepância. Por esta razão, há que se considerar este fato ao se aplicar a equação para árvores de diâmetros a partir de 20 cm (Figuras 3a, 3b, 4a e 4b).

Um resumo das equações selecionadas é mostrado na Tabela 5.

Modelo 8:  $\ln v = b_0 + b_1 \ln d$  - volume com casca

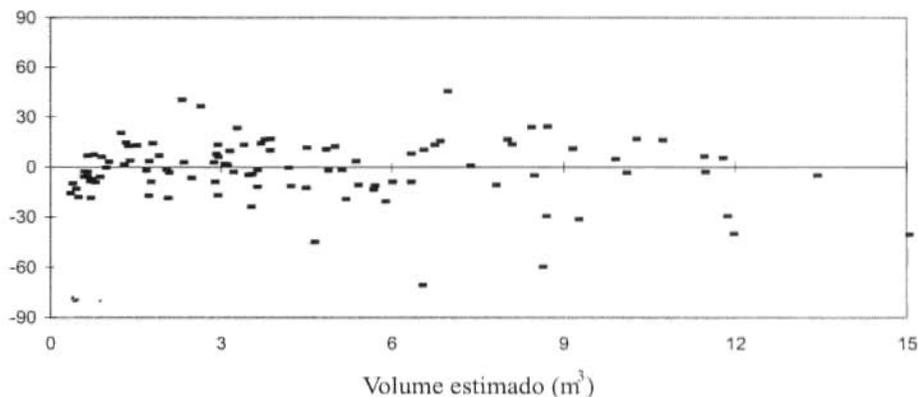


Modelo 8:  $\ln v = b_0 + b_1 \ln d$  - volume sem casca

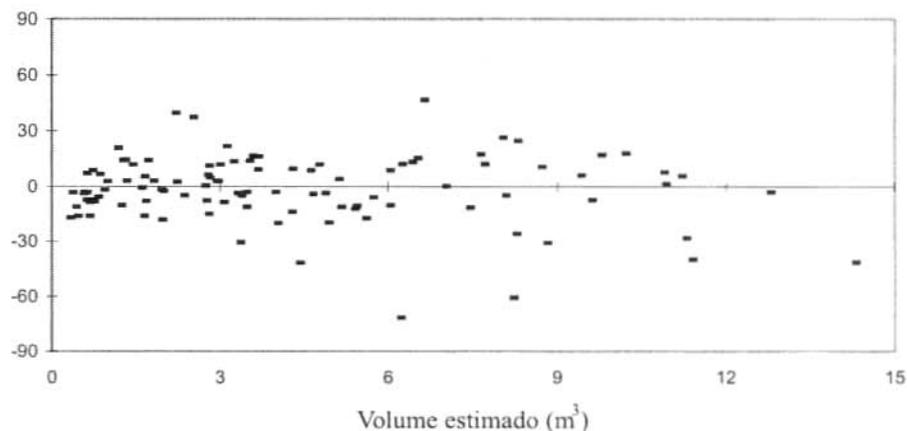


Figuras 3a e 3b. Distribuição dos resíduos padronizados,  $d_{ij} = (y_i - \hat{y}) / \sqrt{QM_{resid}}$ , da equação  $\ln v = b_0 + b_1 \ln d$ .

Modelo 16  $\Rightarrow \ln v = b_0 + b_1 \ln(\text{dap}^2 \cdot h)$  - volume com casca



Modelo 16  $\Rightarrow \ln v = b_0 + b_1 \ln(\text{dap}^2 \cdot h)$  - volume sem casca



Figuras 4a e 4b. Distribuição do resíduos padronizados,  $e_i = (y_i - \hat{y}) / \sqrt{QM \text{resíduos}}$ , da equação  $\ln v = b_0 + b_1 \ln(\text{dap}^2 \cdot h)$ .

## CONCLUSÕES

- As equações obtidas para a floresta do Moju (Tabela 5) são válidas para árvores distribuídas na faixa de tamanho compreendida entre  $20 \text{ cm} \leq \text{DAP} \leq 120 \text{ cm}$ , e para florestas da região com estruturas semelhantes.

- Para árvores em pé, as equações de simples entrada:  $\ln v = -7,49337 + 2,086952 \ln d$  (volume com casca) e  $\ln v = -7,528167 + 2,083964 \ln d$  (volume sem casca) são mais indicadas, pela facilidade e maior precisão na mensuração da variável diâmetro.

- Para árvores abatidas, as equações de dupla entrada:  $\ln v = -8,703585 + 0,891852 \ln (d^2h)$  (volume com casca) e  $\ln v = -8,727495 + 0,889832 \ln (d^2h)$  (volume sem casca) são mais indicadas, por apresentarem maior precisão do que as equações de simples entrada.

- Equações de volume são fáceis de desenvolver com os recursos modernos da computação e, portanto, deveriam ser prática corriqueira em florestas manejadas da Amazônia.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMPOS, J.C.C. Tabelas de volume total e comercial para *pinus elliottii* Engelm. **Revista Ceres**, Viçosa, v.21, n.116, p.253-267, 1974.
- CHAPMAN, H.H.; MEYER, W.H.; **Forest mensuration**, New York: McGraw-Hill, 1949. 522p.
- FERNANDES, N.P.; JARDIM, F.C.S.; HIGUCHI, N. Tabelas de volume para a floresta de terra firme da estação experimental de silvicultura tropical. **Acta Amazônica**, v.13, p.537-545, 1983.
- FURNIVAL, G.M. An index comparing equations used in constructing volume tables. **Forestry Science**, v.7, n.4, p.337-341, 1961.
- HEINSDIJK, D.; BASTOS, A.M. **Inventários florestais na Amazônia**. Rio de Janeiro, 1963 100 p. (Serviço Florestal. Boletim, 6).
- HIGUCHI, N.; RAMM, W. Developing bole wood volume equations for a group of tree species of Central Amazon (Brasil). **The Commonwealth Forestry Review**, v.64, n.1, 1985. (1).
- HUSCH, B.; MILLER, C.I.; BEERS, T.W. **Forest mensuration**. 3. ed. New York: J. Wiley, 1982. 397p.
- JORGE, L.A.B. Equações de volume comercial com casca em floresta tropical pluvial no norte do Espírito Santo. **Silvicultura**, v.16, n.1, p.456-467, 1982.
- LOETSCH, F.; ZÖHRER, F.; HALLER, K.E. **Forest inventory**. Munich: BLV, 1973. v.2. 490p.
- MOURA, J.B. de. **Estudo da forma do fuste e comparação de métodos de estimativa volumétrica de espécies florestais da Amazônia brasileira**. Curitiba: UFPR. 1994. 113p. Dissertação de Mestrado.

- QUEIROZ W.T. de.; BARROS. **Inventário Florestal de 3097 ha da Floresta Nacional de Saracá-Taquera, município de Oriximiná - Pará.** Belém: Mineração Rio do Norte: Faculdade de Ciências Agrárias do Pará. Departamento de Ciências Florestais, 1998. 173p.
- QUEIROZ W.T. de. **Análise de fatores pelo método da máxima vossimilhança: aplicação ao estudo da Embrapa de florestas tropicais.** Piracicaba: ESALQ, 1984. 114p. Tese de Doutorado.
- SANTOS, P.L. dos; SILVA, J.M.L da; SILVA, B.N.R. da; SANTOS, R.D. dos; REGO, G.S. **Levantamento semidetalhado dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras para culturas de dendê e seringueira. Projeto Moju, Pará: Relatório técnico.** Rio de Janeiro: Embrapa-SNLCS, 1985. 192p.
- SCOLFORO, J.R.S.; MELO, J.M.M. Crescimento, produção e a distribuição diamétrica de uma floresta estacional semidecídua montana. **Revista Cerne.** Lavras, v.2, n.2. 1994.
- SCOLFORO, J.R.S. **Modelagem do crescimento e da produção de florestas plantadas e nativas.** Lavras: UFLA: FAEPE. 1998. 441 p. (Curso de Especialização Pós-Graduação "Lato - Sensu" por tutoria à Distância - Manejo de Florestas Plantadas e Florestas Nativas).
- SILVA, J.N.M.; ARAÚJO, S.M. Equação de volume para árvores de pequeno diâmetro, na Floresta Nacional do Tapajós. **Boletim de Pesquisa Florestal.** n.8-9, p.16-25. 1984.
- SILVA, J.N.M.; CARVALHO, J.O.P. de; LOPES, J. do C.A.; CARVALHO, M.S.P. de. Equação de volume para a Floresta Nacional do Tapajós. **Boletim de Pesquisa Florestal,** n.8-9. p.50-63. 1984.
- SILVA, J.N.M.; CARVALHO, M.S.P. de. **Equação de volume para uma floresta secundária no planalto do Tapajós. Belterra. Boletim de Pesquisa Florestal.** n.8-9, p.1-15. 1984.

SOUZA, A.L. de; JESUS, R.M. de. Equações de volume comercial e fator de forma para espécies da Mata Atlântica ocorrentes na reserva florestal da Companhia Vale do Rio Doce, Linhares, ES. **Revista Árvore.** v.15, n.3. 1991.

YARED, J.A.G. **Efeitos de sistemas silviculturais na florística e na estrutura de florestas Secundária e primária, na Amazônia Oriental.** Viçosa: UFV, 1996. 179p. Tese de Doutorado.

Anexo 1. Equações de volume determinadas para espécies individuais e para grupos de espécies da floresta amazônica.

Equação geral	Equação/espécie	Espécie	Tipologia florestal	Local/região	Índice de furtival	Sy.x	CV	Autores
$v = 0,0688 + 6,7043 \times 10^{-3}d^2h - 4,8272 \times 10^{-5}dh^3$	$v = 0,2928 \cdot 0,0191h + 5,3832 \times 10^{-3}d^2h$	Várias espécies	Floresta secundária	Belterra, PA	0,18269	-	-	Silva & Carvalho (1984)
$\ln v = -7,7760 + 2,0690 \ln d$	-	Várias espécies	Floresta secundária	Belterra, PA	-	0,254	-	Silva & Carvalho (1984)
-	$v = 0,7346 + 0,0459d + 6,3842 \times 10^{-3}d^2$	<i>Vochysia maxima</i>	Floresta secundária	Planalto do Tapajós Santarém, PA	0,057	-	-	Silva & Carvalho (1984)
$v = -0,0994 + 9,1941 \times 10^{-4} \times d^2$ (15 cm $\leq$ DAP $<$ 45 cm)	-	Várias espécies	Floresta tropical úmida de l. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	-	0,092	-	Silva & Araújo (1984)
$V = a_0 + a_1d + a_2d^2 + a_3dh + a_4d^2h + a_5h^3$	$v = -5,678999 + 0,227827d - 0,0018771d^2 + 0,022028dh + 0,000241d^2h + 0,588443h$	<i>Pouteria</i> sp. e <i>Syzyglopsis</i> sp.	Floresta tropical úmida de l. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	-	0,523	-	Moura (1994)
$v = b_0d^3h^2$	$v = 0,0003403d^3 \times 0,0047655h^2 + 0,0017059h^2$	<i>Carapa guanensis</i> Aubl.	Floresta tropical úmida de l. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	-	0,420	-	Moura (1994)
$v = b_0d^3h^3$	$v = 0,00014814d^3 \times 0,0017059h^3$	<i>Carapa guanensis</i> Aubl.	Floresta tropical úmida de l. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	-	0,420	-	Moura (1994)
$v = b_0d^3h^2$	$v = 0,00001717d^3 \times 0,0017059h^2 + 0,0017059h^2$	<i>Carapa guanensis</i> Aubl.	Floresta tropical úmida de l. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	-	0,426	-	Moura (1994)

## Anexo 1. ...Continuação.

Equação geral	Equação/espécie	Espécie	Tipologia florestal	Local/região	Índice de furtividade	Sy x	CV	Autores
$v = b_1 + b_2d + b_3d^2 + b_4dh + b_5d^3h + b_6h$	$v = 27,679529 + 0,895191d - 0,55029671d^2 + 0,409914dh - 1,000278d^3h - 1,279273h$	<i>Molopanax javana</i> Ducke	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	-	0,760	-	Moura (1994)
$v = b_1d^2h^{0,5} + b_2d^{0,5}h^{0,5}$	$v = 0,00005366d^{2,101088}h^{0,999946} + 0,999946d^{0,999954}h^{0,000054}$	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	-	1,250	-	Moura (1994)
$v = b_1 + b_2d + b_3d^2 + b_4dh + b_5d^3h + b_6h$	$v = 11,6731 - 0,390299d + 0,003487d^2 - 0,027142dh - 0,000176d^3h - 0,813541h$	<i>Manihara huberi</i> Ducke	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	-	0,936	-	Moura (1994)
$v = b_1 + b_2d + b_3d^2 + b_4dh + b_5d^3h$	$v = -8,37632 + 0,206202d - 0,00987d^2 + 0,002885dh - 7,165396E-6d^3h$	<i>Sclerobolium chrysophyllum</i> P.et.	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	-	0,463	-	Moura (1994)
$v = b_1d^{0,5}h^{0,5}$	$v = 0,00008073d^{2,111901}h^{0,911401}$	<i>Vinca malinoti</i> A. C. Smith	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	-	0,282	-	Moura (1994)
$v = 0,00011674d^{1,999495}h^{0,999495}$	$v = b_1d^2h^2$	Várias espécies	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	-	0,633	-	Moura (1994)
Simplex entrada								
$\ln v = b_0 + b_1 \ln d$	$\ln v_{01} = -7,58355 + 2,14919 \ln d$	Carapa <i>guanensis</i> Aubl.	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	0,704503	-	16	Silva et al. (1984)
$\ln v = b_0 + b_1 \ln d$	$\ln v_{01} = -7,91241 + 2,21255 \ln d$	Carapa <i>guanensis</i> Aubl.	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	0,657727	-	18	Silva et al. (1984)

Continua...

## Anexo 1. ...Continuação.

Equação geral	Equação/espécie	Espécie	Tipologia florestal	Local/região	Índice de fultival	Sy.x	CV.	Autoras
$\ln v = b_0 + b_1 \ln d$	$\ln v_{cc} = - 6,43080 + 1,8787 \ln d$	<i>Pouteria</i> sp. e <i>Syzygiopsis</i> sp.	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	0,825458	-	16	Silva et al. (1984)
$\ln v = b_0 + b_1 \ln d$	$\ln v_{cc} = - 6,70150 + 1,91522 \ln d$	<i>Pouteria</i> sp. e <i>Syzygiopsis</i> sp.	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	0,766943	-	16	Silva et al. (1984)
$\ln v = b_0 + b_1 \ln d$	$\ln v_{cc} = - 6,83062 + 2,07904 \ln d$	<i>Hymenaea corubaril</i> L.	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	1,505440	-	4,0	Silva et al. (1984)
$\ln v = b_0 + b_1 \ln d$	$\ln v_{cc} = - 6,84288 + 2,06065 \ln d$	<i>Hymenaea corubaril</i> L.	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	1,368400	-	5,0	Silva et al. (1984)
$\ln v = b_0 + b_1 \ln d + b_2 \ln h$	$\ln v_{cc} = - 1,46264 + 0,05932d - 0,00019 d^2$	<i>Holopyxidium jarana</i> Ducke	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	1,014120	-	9,0	Silva et al. (1984)
$\ln v = b_0 + b_1 \ln d + b_2 \ln h$	$\ln v_{cc} = - 1,69570 + 0,06143d - 0,00020d^2$	<i>Holopyxidium jarana</i> Ducke	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	0,897510	.	10	Silva et al. (1984)
$\ln v = b_0 + b_1 \ln d$	$\ln v_{cc} = - 6,36922 + 1,89702 \ln d$	<i>Vriola melinonii</i> A. C. Smith	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	0,625655	.	13	Silva et al. (1984)
$\ln v = b_0 + b_1 \ln d$	$\ln v_{cc} = - 6,44596 + 1,8276 \ln d$	<i>Vriola melinonii</i> A. C. Smith	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	0,569521	.	13	Silva et al. (1984)
$\ln v = b_0 + b_1 \ln d + b_2 \ln h$	$\ln v_{cc} = - 12,17500 + 3,62778 \ln d - 0,02294d$	Taxi vermelho	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	1,119140	.	13	Silva et al. (1984)
$\ln v = b_0 + b_1 \ln d + b_2 \ln h$	$\ln v_{cc} = - 11,84970 + 3,50818 \ln d - 0,02142d$	Taxi vermelho	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	1,039620	.	14	Silva et al. (1984)
$\ln v = b_0 + b_1 \ln d$	$\ln v_{cc} = - 6,36296 + 1,90014 \ln d$	<i>Manilkara huberi</i> Ducke	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	1,182970	.	11	Silva et al. (1984)

Continua...

Anexo 1. ...Continuação.

Equação geral	Equação/espécie	Espécie	Tipologia florestal	Local/região	Índice de turnover	Sy x CV.	Autores
$\ln v = b_0 + b_1 \ln d + b_2 \ln h$	$\ln v_{cc} = - 8,25861 + 1,89762 \ln d + 0,62461 \ln h$	<i>Virola melinonii</i> A. C. Smith	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	0,418899	- 8,0	Silva et al. (1984)
$\ln v = b_0 + b_1 \ln d + b_2 \ln h$	$\ln v_{cc} = - 8,25786 + 1,89334 \ln d + 0,59900 \ln h$	<i>Virola melinonii</i> A. C. Smith	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	0,381315	- 9,0	Silva et al. (1984)
$\ln v = b_0 + b_1 \ln(d^2h)$	$\ln v_{cc} = - 7,9264 + 0,84181 \ln(d^2h)$	Taxi vermelho	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	0,567287	- 7,0	Silva et al. (1984)
$\ln v = b_0 + b_1 \ln(d^2h)$	$\ln v_{cc} = - 7,98398 + 0,84010 \ln(d^2h)$	Taxi vermelho	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	0,526970	- 7,0	Silva et al. (1984)
$\ln v = b_0 + b_1 \ln d + b_2 \ln h$	$\ln v_{cc} = - 7,92437 + 1,80022 \ln d + 0,86289 \ln h$	<i>Manilkara huberi</i> Ducke	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	0,930616	- 8,0	Silva et al. (1984)
$\ln v = b_0 + b_1 \ln d + b_2 \ln h$	$\ln v_{cc} = - 8,29726 + 1,86398 \ln d + 0,65538 \ln h$	<i>Manilkara huberi</i> Ducke	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	0,734623	- 9,0	Silva et al. (1984)
$\ln v_{cc} = - 8,86102 + 1,93181 \ln d + 0,78683 \ln h$	-	Várias espécies	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	0,629423	- 8,0	Silva et al. (1984)
$\ln v_{cc} = - 8,97064 + 1,97011 \ln d + 0,73835 \ln h$	-	Várias espécies	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	0,575978	- 9,0	Silva et al. (1984)
$v_{cc} = 3,291706d^{1,571529}h^{0,4361027}$	$V = ad^bh^c$	Várias espécies	Floresta tropical úmida de t. firme	Estação Silvicultura Tropical- INPA/Manaus AM	0,046326	- -	Fernandes et al. (1982)

Continua...

## Anexo 1. . Continuação.

Equação geral	Equação/espécie	Espécie	Tipologia florestal	Local/região	Índice de fumaça	Sy, x	CV	Autor(es)
$\ln v = a_0 + b_1 \ln d + b_2 \ln h$	$\ln v_{10} = - 8,25861 + 1,89762 \ln d + 0,62461 \ln h$	<i>Vróia melinonú</i> A. C. Smith	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	0,418899	-	8,0	Silva et al. (1984)
$\ln v = a_0 + b_1 \ln d + b_2 \ln h$	$\ln v_{10} = - 8,25706 + 1,89334 \ln d + 0,59900 \ln h$	<i>Vróia melinonú</i> A. C. Smith	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	0,381315	-	9,0	Silva et al. (1984)
$\ln v = a_0 + b_1 \ln d^2 h$	$\ln v_{10} = - 7,3264 + 0,84181 \ln d^2 h$	<i>Taxi varmello</i>	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	0,567287	-	7,0	Silva et al. (1984)
$\ln v = a_0 + b_1 \ln d^2 h$	$\ln v_{10} = - 7,98398 + 0,84010 \ln d^2 h$	<i>Taxi varmello</i>	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	0,520970	-	7,0	Silva et al. (1984)
$\ln v = a_0 + b_1 \ln d + b_2 \ln h$	$\ln v_{10} = - 7,92437 + 1,80022 \ln d + 0,66289 \ln h$	<i>Manikara huberi</i> Ducke	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	0,830616	-	8,0	Silva et al. (1984)
$\ln v = a_0 + b_1 \ln d + b_2 \ln h$	$\ln v_{10} = - 8,29726 + 1,86398 \ln d + 0,65538 \ln h$	<i>Manikara huberi</i> Ducke	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	0,734623	-	9,0	Silva et al. (1984)
$\ln v_{10} = - 8,86103 + 1,93181 \ln d + 0,78683 \ln h$	-	Várias espécies	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	0,829423	-	8,0	Silva et al. (1984)
$\ln v_{10} = - 8,97064 + 1,97011 \ln d + 0,73835 \ln h$	-	Várias espécies	Floresta tropical úmida de t. firme	Planalto do Tapajós Santarém, PA	0,575578	-	9,0	Silva et al. (1984)
$\log v_{10} = - 3,23954061 + 2,29209121 \log d + 1,049105 \log h$	-	Várias espécies	Floresta tropical úmida de t. firme	Linhares, ES	-	-	-	Handójk et al. (1965)
$\log v_{10} = 3,953574779 + 2,021673370 \log d + 0,726484573 \log h$	-	Várias espécies	Floresta tropical úmida de t. firme	Linhares, ES	-	-	-	Handójk et al. (1965)
$v_{10} = 3,291706d^{0,77919}h^{0,410391}$	$V = ad^b h^c$	Várias espécies	Floresta tropical úmida de t. firme	Estação Silvicultura Tropical-IBPA/Manaus, AM	0,046326	-	-	Fernandes et al. (1982)

Continua...

Anexo 1. ...Continuação.

Equação geral	Equação/espécie	Espécie	Tipologia florestal	Local/região	Índice de furtividade	Sy.x	CV.	Autores
$v_{cc} = 1,7500d^{2,700}h^{0,6410}$	$v = a.d^b.h^c$	Várias espécies	Floresta tropical úmida de t. firme	Estação Silvicultura Tropical-INPA/Manaus, AM	0,0442	-	-	Fernandes et al. (1982)
$\log v_{cc} = 0,0417316 + 2,04126 \log d + 0,764771 \log h$	$v = , DAP^b.h$	Várias espécies	Floresta tropical úmida de t. firme	Floresta de Saracá-Tacuara/Oriximiná, PA	-	-	-	Queiroz & Barros (1998)
$\log v_{cc} = 0,0748563 + 2,0807 \log d + 0,71389 \log h$	$v = , DAP^b.h$	Várias espécies	Floresta tropical úmida de t. firme	Floresta de Saracá-Tacuara/Oriximiná, PA	-	-	-	Queiroz & Barros (1998)
$v = 0,07746 + 0,51789d^2.h$		Várias espécies	Floresta Tropical Úmida de T. Firme	Planalto do Tapajós	-	-	-	Queiroz (1984)
$\ln v = -3,89724 + 2,15151 \ln d + 0,574151 \ln h$ (5cm ≤ OAP < 45 cm)	$\ln v = b_0 + b_1 \ln d + b_2 \ln h + \ln e$	Várias espécies	Floresta secundária	Tapajós/Belterra, PA	-	-	5,6	Yared (1996)
$\ln v = -8,86102 + 1,93181 \ln d + 0,78683 \ln h$ (DAP ≥ 45 cm)	$\ln v = b_0 + b_1 \ln d + b_2 \ln h + \ln e$	Várias espécies	Floresta secundária	Tapajós/Belterra-PA	-	-	8,0	Yared (1996)
$\log v = 0,072 + 2,096 \log d + 0,836 \log h$	$\log v = b_0 + b_1 \log d + b_2 \log h$	Várias espécies	Floresta tropical úmida de t. firme	Estação Silvicultura Tropical-INPA, Manaus	0,094	-	-	Higuchi & Ram (1985)
$\log v = 2,074 \log d + 0,889 \log h$	$\log v = b_0 \log d + b_1 \log h$	Várias espécies	Floresta tropical úmida de t. firme	Estação Silvicultura Tropical-INPA, Manaus	0,094	-	-	Higuchi & Ram (1985)
$\log v = -0,164 + 1,009 \log d^2$	$\log v = b_0 + b_1 \log d^2$	Várias espécies	Floresta tropical úmida de t. firme	Estação Silvicultura Tropical-INPA, Manaus	0,097	-	-	Higuchi & Ram (1985)

Continua...

## Anexo 1. ...Continuação.

Equação geral	Equação/espécie	Espécie	Tipologia florestal	Local/região	Índice de furoval	Sy x	CV.	Autores
$Vid^2h = -0,008d^2h + 0,707$	$Vid^2h = b_0/d^2h + b_1$	Várias espécies	Floresta tropical úmida de 1 firme	Estração Silvicultura Tropical-INPA, Manaus	0,130	-		Higuchi & Ram (1985)
			Simplex entrada					
$ln v_{0t} = - 7,49337 + 2,086952/nd$	$ln v = \beta_0 + \beta_1/nd$	Várias espécies	Floresta tropical úmida de 1. firme	Reserva da Embrapa/Moju -PA	0,9093	-	21,7	Este trabalho
$ln v_{0t} = - 7,528167 + 2,083964/nd$	$ln v = \beta_0 + \beta_1/nd$	Várias espécies	Floresta tropical úmida de 1. firme	Reserva da Embrapa/Moju -PA	0,8888	-	22,0	Este trabalho
			Dupla entrada					
$ln v_{0t} = - 8,703585 + 0,891852/nd^2 + h$	$ln v = \beta_0 + \beta_1/nd^2 + h$	Várias espécies	Floresta tropical úmida de 1. firme	Reserva da Embrapa/Moju -PA	0,6607	-	15,8	Este trabalho
$ln v_{0t} = - 8,727495 + 0,889832/nd^2 + h$	$ln v = \beta_0 + \beta_1/nd^2 + h$	Várias espécies	Floresta tropical úmida de 1. firme	Reserva da Embrapa/Moju -PA	0,6592	-	16,7	Este trabalho

## Anexo 2. Cálculo do índice de Furnival para equações logarítmicas de simples e dupla entrada

**Equação 8**  $\ln v = \beta_0 + \beta_1 \ln d$  (simples entrada).

1) De posse da soma dos volumes com casca e sem casca obtido pela fórmula de Smalian para as árvores amostra, calculou-se o logaritmo dos volumes através da expressão:

$$\frac{1}{N} \sum (\log V_1 + \log V_2 + \dots \log V_N), \text{ logo } \sum \log v_1 \dots \log V_N = 49,9839 \text{ p/v}_{cc}$$

$$\frac{1}{N} \sum (\log V_1 + \log V_2 + \dots \log V_N), \text{ logo } \sum \log v_1 \dots \log V_N = 47,91915 \text{ p/v}_{sc}$$

onde:

N = Número de observações,

Log V = soma dos  $\log_s$  dos volumes, e

$$e^{(2,718282)}$$

Têm-se:  $1/103 * 49,9839$  então:

$$\text{Log v} = 0,485280582 \text{ p/v}_{cc}$$

$$\text{Log v} = 0,465234466 \text{ p/v}_{sc}$$

2) Com o resultado do  $\log v$ , calculou-se o anti-log  $e^{(\log v)}$

$$V = \text{antilog } e^{(\log v)}$$

$$V = 2,718282^{(0,485280582)} = 1,6246308 \text{ p/v}_{cc}$$

$$V = 2,718282^{(0,465234466)} = 1,59923879 \text{ p/v}_{sc}$$

3) Utilizando-se os valores dos Quadrados Médios dos resíduos das equações (resultante da análise de variância), calculou-se a raiz quadrada dos quadrados médios obtendo-se os seguintes valores:

$$\text{QM resíduo} = 0,05908 \rightarrow \text{logo } S_1 = \sqrt{0,05826} = 0,2430363777 \text{ p/v}_{cc}$$

$$\text{Então: IF} = 2,3026^1 (v) S_1 \rightarrow 2,3026 * 1,6246308 * 0,2430363777$$

<sup>1</sup>valor tabelado

$$\text{IF} = 0,9093 \text{ p/v}_{cc}$$

$$\text{QM resíduo} = 0,05826 \rightarrow \log_0 S_1 = \sqrt{0,05908} = 0,241371083 \text{ p/v}_{sc}$$

$$\text{Então: IF} = 2,3026 (v)S_1 \rightarrow 2,3026 * 1,59923879 * 0,241371083$$

$$\text{IF} = 0,8888 \text{ p/v}_{sc}$$

$$\text{Equação 16 } \ln v = \beta_0 + \beta_1 \ln(d^2h) \text{ (dupla entrada)}$$

$$\text{QM resíduo} = 0,03121 \rightarrow \log_0 S_1 = \sqrt{0,03121} = 0,176663522 \text{ p/v}_{cc}$$

$$\text{Então: IF} = 2,3026 (v)S_1 \rightarrow 2,3026 * 1,6246308 * 0,176663522$$

$$\text{IF} = 0,660744821 \text{ p/v}_{cc}$$

$$\text{QM resíduo} = 0,03205 \rightarrow \log_0 S_1 = \sqrt{0,03205} = 0,179025137 \text{ p/v}_{sc}$$

$$\text{Então: IF} = 2,3026 (v)S_1 \rightarrow 2,3026 * 1,59923879 * 0,179025137$$

$$\text{IF} = 0,6592 \text{ p/v}_{sc}$$

# DINÂMICA DE DIFERENTES GRUPOS ECOLÓGICOS DE ESPÉCIES ARBÓREAS EM UMA FLORESTA SECUNDÁRIA EM BELTERRA – PARÁ

Lia Cunha de Oliveira; José Natalino Macedo Silva

## INTRODUÇÃO

A redução da área de florestas primárias no planeta tem sido uma preocupação mundial, por acarretar sérios problemas de degradação ambiental e de exaustão dos recursos naturais. De maneira simultânea à diminuição das florestas primárias, as áreas de sucessão secundária, que cobrem 1.200.000 km<sup>2</sup> nos trópicos, vêm crescendo a uma taxa aproximada de 15.000 km<sup>2</sup> por ano (Sips, 1993) e já representam uma porção significativa da cobertura florestal remanescente na América Latina. Esse importante processo de recuperação do ecossistema florestal se inicia com uma vegetação herbácea e arbustiva, que acaba por criar condições propícias para dar início a uma vegetação sucessional arbórea denominada floresta secundária.

As florestas secundárias compreendem a vegetação lenhosa, que se desenvolve sobre terras abandonadas depois da destruição da vegetação original, por ações naturais ou antrópicas, esta última sempre ocorrente em maior quantidade e regularidade (Finegan, 1992b). Em muitas partes da Amazônia, a crescente demanda de terra para agricultura, pecuária e mineração e seu subsequente abandono está aumentando fortemente a área total desse tipo florestal. Segundo Smith et al. (1997), os dados da FAO demonstram que a área de floresta secundária, em 1990, já cobriam 165 milhões de hectares na América Latina.

O aproveitamento desse tipo florestal é uma alternativa para diminuir a pressão de desmatamento sobre as florestas primárias. Ecossistemas em sucessão são bastante produtivos, podendo oferecer produtos madeiráveis e não-madeiráveis como: frutos, plan-

tas medicinais, materiais para construção, forragens para animais, entre outros. São encontradas, também, espécies de rápido crescimento e de boa formação de fuste que podem ser aproveitadas pelo mercado de madeiras. Além disso, as florestas secundárias desempenham importante papel ecológico, contribuindo com a fixação de carbono da atmosfera, com a melhoria das condições ambientais, restituindo a fertilidade dos solos e oferecendo benefícios hidrológicos e de manutenção da biodiversidade.

Até recentemente, pouco se sabia sobre o manejo de florestas secundárias e muito menos sobre seus benefícios. Embora esse quadro venha se modificando, ainda existem lacunas de informações sobre a estrutura e dinâmica dessas áreas e os problemas relacionados ao seu manejo, os quais precisam ser solucionados, tais como, problemas sócio-econômicos por exemplo. Muitos fazendeiros consideram a capoeira (nome local genérico desse tipo de vegetação) como área improdutiva e a deixa susceptíveis a invasões. Há muitas estimativas sobre as áreas existentes de florestas secundárias mas pouca informação concreta sobre elas, assim como sua produtividade em diferentes condições. O mercado madeireiro tem sido, por tradição, dominado pelas espécies das florestas primárias. As espécies provenientes das florestas secundárias são, por isso, novas no mercado e geralmente não têm boa aceitação comercial. Pouco se sabe sobre os benefícios do manejo de florestas secundárias comparados a outros tipos de uso da terra.

Finegan (1992b) declara que, tecnicamente, o manejo de florestas secundárias é viável, mas adverte que nem todos os locais têm a mesma potencialidade. A capacidade de regeneração, assim como a capacidade produtiva de uma vegetação secundária, depende de vários fatores, tais como história de uso anterior, fertilidade do solo, disponibilidade de água e idade do pousio, dentre outros.

O presente trabalho visa contribuir para o conhecimento das florestas secundárias através da análise da composição florística e dinâmica de um povoamento, com aproximadamente 50 anos de idade, localizado no município de Belterra, PA.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado em uma área de 48 hectares de floresta secundária situada entre 02°17" e 02°59" de latitude sul e 54°36" e 54°78" de longitude oeste de Greenwich, no município de Belterra, Pará - Brasil, cuja altitude é de aproximadamente 175 m. O clima da região é do tipo Ami pela classificação de Köppen. A temperatura média anual é 24,8°C, com uma umidade relativa em torno de 90%. A precipitação varia em torno de 1.915 mm/ano com as maiores taxas ocorrendo de dezembro a maio.

O solo predominante na área é o Latossolo Amarelo Distrófico, textura muito argilosa, com manchas de Latossolo Amarelo Húmico Antropogênico (terra-preta-do-índio).

A área experimental foi desmatada em 1934 pela "Companhia de Motores Ford" para o estabelecimento de um plantio homogêneo de seringueira (*Hevea* sp.). No final dos anos 40, o plantio foi sendo gradualmente abandonado. A floresta então regenerou naturalmente nas entrelinhas da plantação.

Atualmente, após cerca de 50 anos de abandono, bem poucos exemplares de *Hevea* sp. são encontrados no povoamento e a área apresenta-se como uma capoeira alta, dominada por espécies arbóreas pioneiras de rápido crescimento.

O monitoramento do estrato arbóreo foi realizado através de inventário florestal contínuo. Foram instaladas onze parcelas permanentes de 0,25 hectare cada (50 m x 50 m), distribuídas aleatoriamente na área experimental. Cada parcela foi subdividida em 25 parcelas menores de 10 m x 10 m em que foram medidas todas as árvores com DAP (diâmetro tomado a 1,30 m do solo)  $\geq$  5 cm. Cada árvore foi individualmente identificada e etiquetada e seu diâmetro foi medido com precisão de milímetros. As parcelas foram instaladas e medidas em 1983, com medições posteriores em 1985, 1987, 1991, 1993, 1995 e 1998, perfazendo um total de quinze anos de observações (Figura 1).

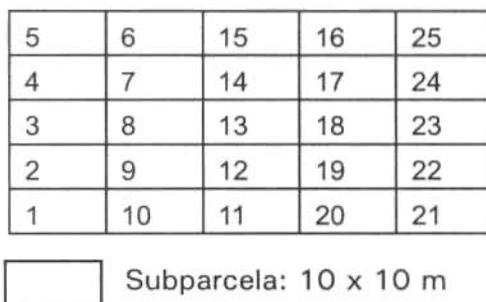


Figura 1. Esquema de uma parcela permanente de inventário florestal contínuo.

As espécies encontradas na área foram divididas em grupos ecológicos, de acordo com a classificação proposta por Finegan (1992b). Os grupos foram: Heliófilas Efêmeras (HE), Heliófilas Duráveis (HD), Esciófitas Parciais (EP) e Esciófitas Totais (ET). As principais características de cada grupo são:

**Heliófilas efêmeras:** rápida colonização de áreas abertas, alta capacidade fotossintética sob luz direta, rápido crescimento, ciclo de vida curto (dez a quinze anos);

**Heliófilas duráveis:** dominam o povoamento após as heliófilas efêmeras, são capazes de se estabelecer em clareiras relativamente pequenas dentro das florestas, rápido crescimento, ciclo de vida mais longo (30-80 anos);

**Esciófitas parciais:** Toleram sombra nas etapas iniciais de seu desenvolvimento, porém requerem um elevado grau de iluminação para passar pelas etapas intermediárias até à maturidade.

**Esciófitas totais:** Requerem sombra e não têm a capacidade de aumentar significativamente seu crescimento com a abertura do dossel. Seu aparato fotossintético se satura em níveis relativamente baixos de iluminação.

Os dados de campo foram analisados através do programa Sistema Florestal Contínuo - SFC, desenvolvido pela Embrapa Amazônia Oriental.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Estrutura da floresta

No último levantamento, realizado em 1998, o povoamento com  $DAP \geq 5,0$  cm, apresentou em torno de 1.005,0 árvores por hectare, aproximadamente 20,3 m<sup>2</sup>/ha de área basal e 143,0 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de volume total.

Pode-se observar nas Figuras 2, 3 e 4 que o povoamento se acha dominado pelas espécies heliófilas duráveis tanto em termos de número de árvores, como em área basal e volume. Esse grupo, que é encontrado em grande abundância em estágios tardios de sucessão ao longo da América tropical, representa aproximadamente 56% do número de árvores, 81% da área basal e 93% do volume total da floresta estudada. Isso ocorre porque vários indivíduos pertencentes às heliófilas duráveis já atingiram diâmetros superiores a 30 cm, chegando a atingir 60-70 cm, enquanto que a maioria das árvores pertencentes aos demais grupos ecológicos concentram-se na faixa de 5 a 20 cm de DAP.

Observa-se também que as espécies esciófitas parciais e esciófitas totais, características de povoamentos primários, já estão regenerando com relativa abundância sob o dossel das heliófilas, representando, juntas, em torno de 40% do número total de árvores da população. Essas espécies, todavia, constituem-se de indivíduos jovens que se acham concentrados nas classes inferiores de diâmetro (5 a 15 cm).

No grupo das heliófilas duráveis encontram-se cinco das mais abundantes espécies do povoamento (Tabela 1). Essas espécies dominam o estrato superior da floresta (formador do dossel) e além da importância ecológica para a estrutura do povoamento, destacam-se também por serem comercializadas nos mercados interno e externo. *Jacaranda copaia*, *Didymopanax morototoni* e *Vochysia maxima* são espécies dominantes também em termos de área basal e volume.

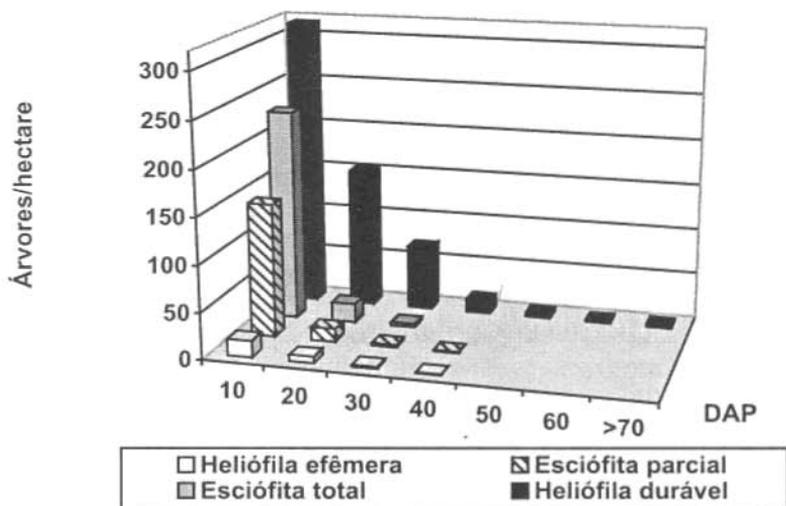


Figura 2. Número de árvores/ha (DAP  $\geq$  5,0 cm) por classe de DAP e por grupo ecológico de espécies em uma floresta secundária em Belterra, PA.

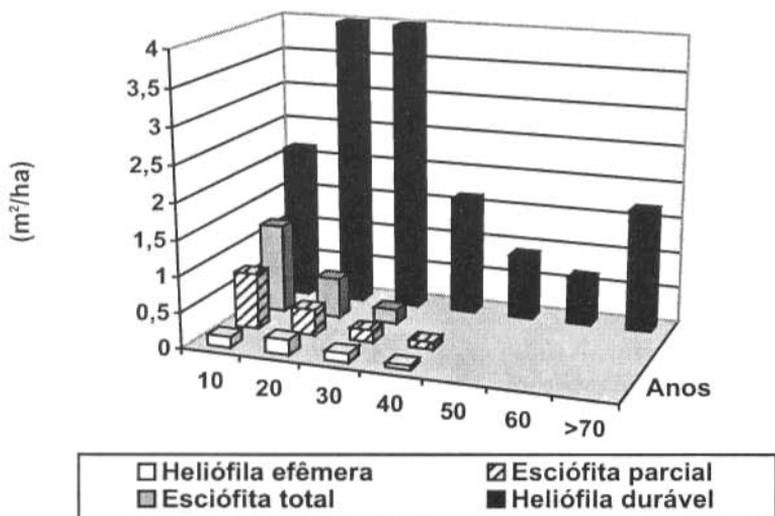


Figura 3. Área basal em  $m^2/ha$  (DAP  $\geq$  5,0 cm) por classe de DAP e por grupo ecológico de espécies em uma floresta secundária em Belterra, PA.

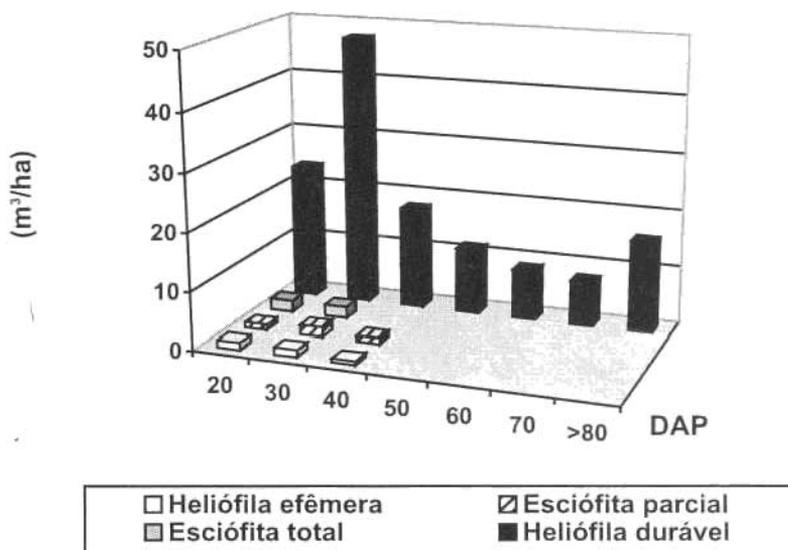


Figura 4. Volume em  $m^3 ha^{-1}$  ( $DAP \geq 20$  cm) por classe de DAP e por grupo ecológico de espécies em uma floresta secundária em Belterra, PA.

TABELA 1. Espécies mais importantes ( $DAP \geq 5,0$  cm) em termos de número de indivíduos (N), área basal (G) e volume (V), em 1998, em uma floresta secundária em Belterra, PA.

Nome científico	Nome vulgar	N $ha^{-3}$	G ( $m^2 ha^{-1}$ )	V ( $m^3 ha^{-1}$ )
<i>Miconia</i> sp.	Papaterra	226,7	2,8	9,6
<i>Myrcia</i> sp.	Murta	186,7	1,6	3,3
<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	Parapará	99,1	5,1	45,8
<i>Vochysia máxima</i> Ducke	Quaruba-verdadeira	55,1	3,8	45,3
<i>Bellucia</i> sp.	Muúba	53,3	1,4	7,1
<i>Didymopanax morototoni</i> (Aubl.) Decne et Planch	Morototó	34,2	1,6	14,4
Subtotal		655,1 (65,2%)	16,3 (80,3%)	125,5 (87,8%)
Demais espécies		349,8 (34,8%)	4,0 (19,7%)	17,4 (12,2%)
Total		1004,9 (100%)	20,3 (100%)	142,9 (100%)

GE = Grupo ecológico.

A dominância de espécies comercializáveis tem sido observada em diversos povoamentos secundários ao longo da região neotropical. Sips (1993) ressalta a abundância e o rápido crescimento de espécies heliófilas utilizáveis, em bosques secundários úmidos na Costa Rica. Herrera (1990) observou que, em povoamentos com 15 anos na Costa Rica, 80% da área basal e 84% do volume total era composto por espécies comercializáveis ( $18,0 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  e  $96 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ). Em povoamentos com 25 anos, esses valores subiam para 85% e 89% ( $20,0 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  e  $183 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ), respectivamente.

Dentre as espécies comercializáveis do povoamento, destaca-se *Vochysia maxima* (quarubá-verdadeira) que é uma das espécies florestais da Amazônia com grande potencial, tanto pela qualidade de sua madeira, como pelas suas características silviculturais de rápido crescimento e fácil manejo (Oliveira & Silva, 1993). No povoamento estudado, ela possui grande importância fitossociológica por apresentar abundante regeneração natural e distribuição uniforme em todas as classes diamétricas (Figura 5).

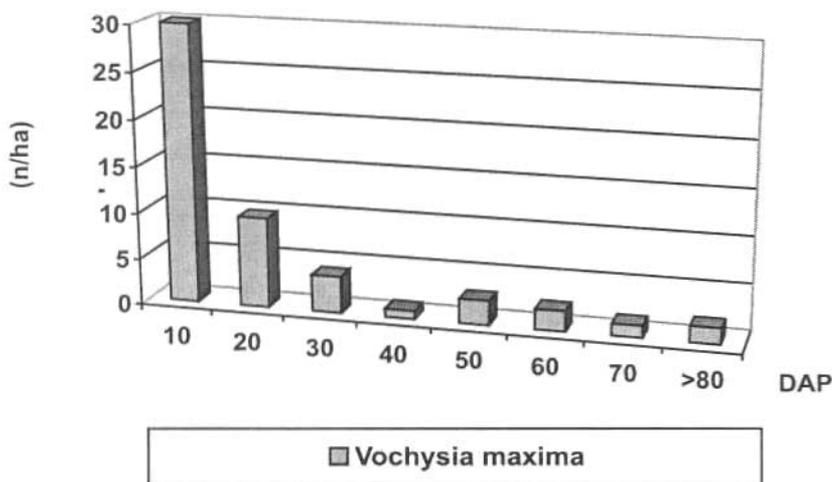


Figura 5. Distribuição do número de árvores por hectare e por classe de diâmetro da espécie *Vochysia maxima* em uma floresta secundária de aproximadamente 50 anos em Belterra, PA.

Essa espécie apresenta aproximadamente 55 indivíduos/ha, 3,8 m<sup>2</sup>/ha de área basal e 45,3 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de volume e constitui a única espécie do povoamento a atingir diâmetros superiores a 50 cm.

Viana (1989), estudando a dispersão e sobrevivência das mudas de *Vochysia maxima* na mesma área deste estudo, observou que a mortalidade por senescência das árvores de *Hevea* sp. geraram uma grande frequência de pequenas clareiras que facilitaram o estabelecimento de abundante regeneração daquela espécie. Essa regeneração foi facilitada também pela presença de indivíduos adultos nas cercanias do plantio.

### Dinâmica da população

Ao longo dos 15 anos de observação do povoamento, verifica-se que o grupo das heliófilas duráveis destaca-se dos demais, apresentando todavia, nos dois últimos períodos (95 e 98), leve tendência à diminuição. As espécies heliófilas efêmeras, que necessitam de elevados níveis de insolação para germinar e se desenvolver, estão presentes em número reduzido e com tendência também à diminuição ao longo dos anos. Por outro lado, as esciófitas parciais e totais, que caracterizam povoamentos maduros, vêm aumentando em relação ao número de indivíduos/ha ao longo dos anos, o que indica que a floresta já apresenta o dossel parcialmente fechado, com níveis de sombreamento e demais condições ecológicas de solo e umidade, capazes de favorecer a esses grupos de espécies (Figura 6).

### Incremento em diâmetro

A média do incremento periódico anual em diâmetro considerando todas as espécies com DAP  $\geq$  5,0 cm, no período total de observação (15 anos), foi de 0,43 cm/ano.

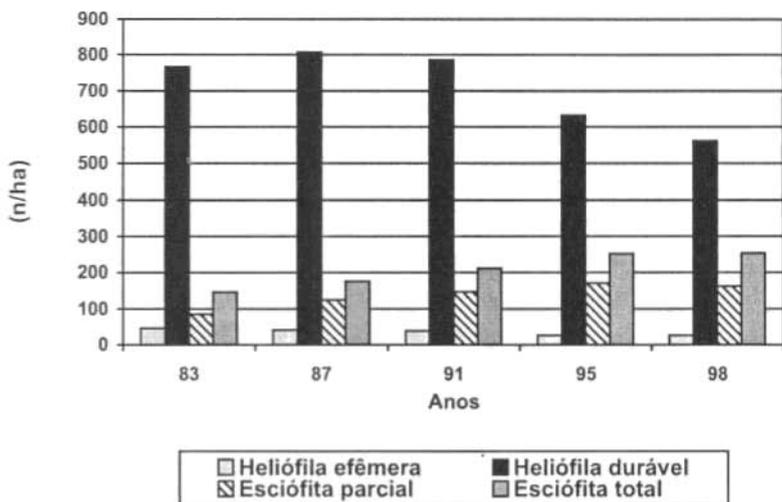


Figura 6. Número de árvores/ha (DAP  $\geq$  5,0 cm) por grupo ecológico de espécies, em vários anos de observação, em uma floresta secundária em Belterra, PA.

Pode-se observar na Figura 7 que, ao longo de quatro períodos de observação, as espécies heliófilas (duráveis e efêmeras) vêm mantendo um crescimento superior às esciófitas (totais e parciais). Segundo Finegan (1992b), as espécies heliófilas possuem alta capacidade fotossintética, o que lhes permite um rápido crescimento, com incremento em diâmetro de até 1,5-2,0 cm/ano. O maior crescimento médio anual em diâmetro para as espécies heliófilas, em relação aos outros grupos ecológicos, foi também observado por Swaine (1990), em florestas primárias de Ghana, onde as espécies heliófilas apresentaram incremento de 0,4 cm/ano, bastante superior às esciófitas, que variaram em torno de 0,1 a 0,2 cm ano<sup>-1</sup>. Todavia, considerando todo o período monitorado (1983/1998), não houve diferença significativa com relação às taxas de incremento entre os grupos ecológicos de espécies (Figura 8).

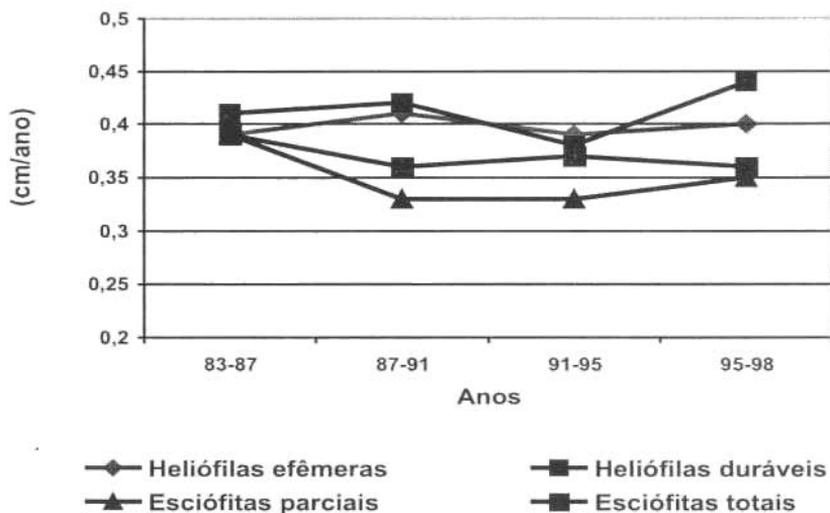


Figura 7. Incremento periódico anual (IPA) em diâmetro por grupo de espécies, para quatro períodos de observação em uma floresta secundária em Belterra, PA.

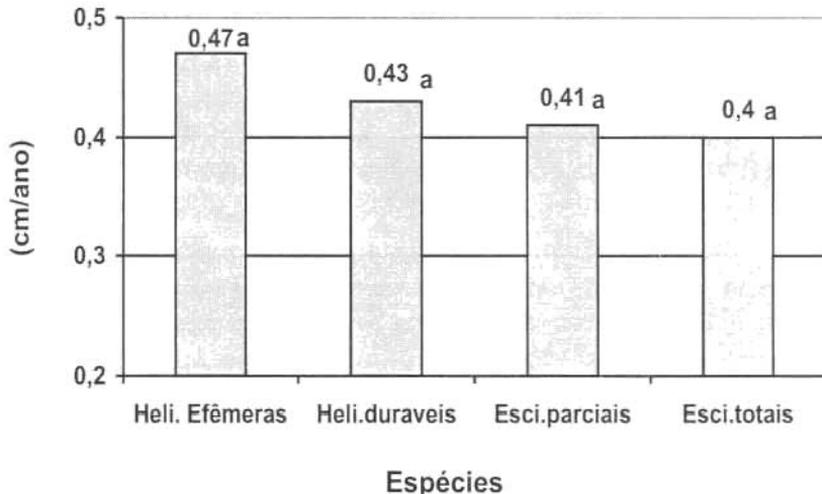


Figura 8. Incremento médio anual em diâmetro por grupo ecológico de espécies, considerando todo o período monitorado (1983/1998), em uma floresta secundária em Belterra, PA.

## Ingressos e mortalidade

As taxas de mortalidade e ingressos encontradas em cada período de observação são apresentadas na Figura 9. Observou-se que nos dois primeiros períodos (oito anos) o número de ingressos foi maior que a mortalidade e nos dois últimos (sete anos) essa tendência foi inversa. Considerando o período total de observação (15 anos), a floresta apresentou um pequeno balanço negativo, o número de árvores mortas foi de aproximadamente  $603 \text{ ha}^{-1}$  ou  $40 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  e o número de ingressos de  $589 \text{ ha}^{-1}$  ou  $39 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  (Figura 10).

No atual estágio de sucessão ainda se observa uma intensa dinâmica entre a entrada e saída de indivíduos. Considerando o balanço nos diferentes grupos ecológicos de espécies, pode-se observar, na Figura 11, que para as heliófilas, o número de árvores mortas foi superior ao de ingressos, o que indica que as condições ambientais do povoamento já não estão favorecendo a essas espécies demandantes de altos níveis de radiação solar.

Puttz et al. (1983), Lieberman et al. (1985) e Swaine & Hall (1983) comentam que as espécies pioneiras, características das florestas secundárias, possuem, de maneira geral, maiores taxas de mortalidade que as espécies primárias, devido ao curto tempo de vida geneticamente controlado e à menor densidade da madeira, que torna as árvores mais vulneráveis a ventanias e tempestades tropicais, devido à baixa resistência dos troncos.

Por outro lado, no grupo das esciófitas, parciais e totais, a tendência foi inversa, com o número de ingressos bastante superior à mortalidade, o que indica que o estágio sucessional da floresta já se encontra bastante avançado, de modo a favorecer espécies características de povoamentos primários.

Nas Tabelas 2 e 3 encontram-se as espécies que mais contribuíram para o total de mortalidade e ingressos ocorridos nos 15 anos de observações.

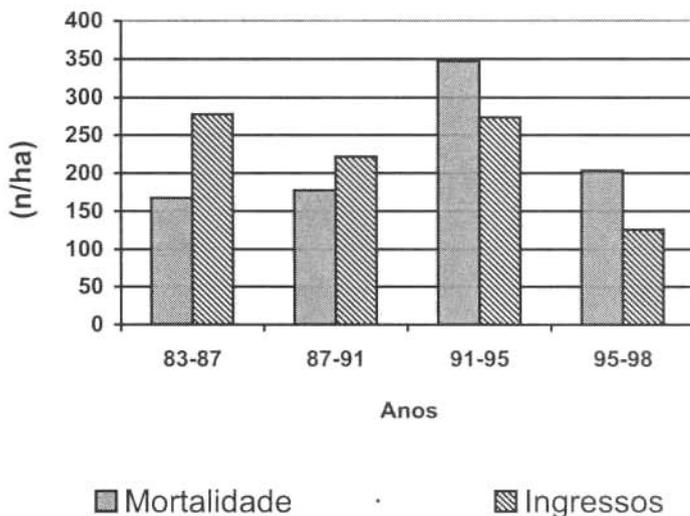


Figura 9. Taxa anual de mortalidade e ingressos (DAP  $\geq$  5,0 cm) em cada período de observação em uma floresta secundária em Belterra, PA.

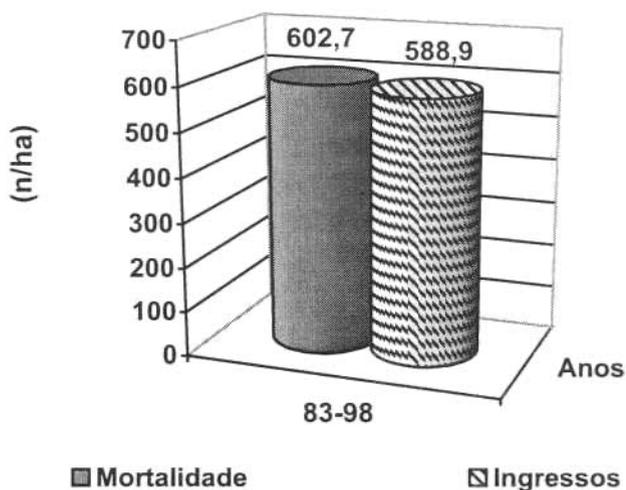


Figura 10. Número total por hectare de árvores mortas e ingressos, considerando todo o período monitorado (1983/1998) em uma floresta secundária em Belterra, PA.

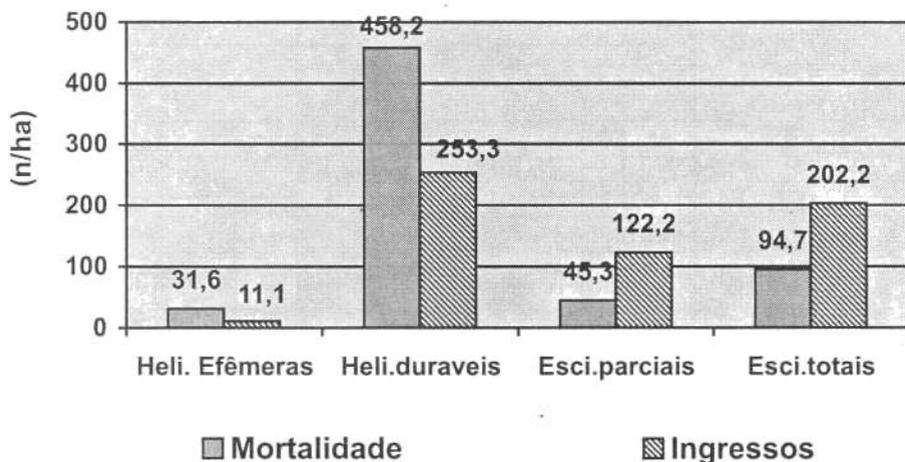


Figura 11. Número total de ingressos e mortalidade por grupo ecológico, considerando todo o período monitorado (1983/1998), em uma floresta secundária em Belterra, PA.

TABELA 2. Espécies que mais contribuíram para o número total de árvores mortas no período de 1983/1998 em uma floresta secundária em Belterra, PA.

Grupo ecol.	Nome científico	Nome vulgar	N ha <sup>-1</sup>	Média anual
HD	<i>Miconia</i> sp.	Papaterra	153,3	10,2
HD	<i>Bellucia</i> sp.	Muúba	127,1	8,5
HD	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Tatapiririca	85,3	5,7
ET	<i>Myrcia</i> sp.	Murta	52,4	3,5
HD	<i>Jacaranda copaia</i>	Parapara	35,1	2,3
HD	<i>Sloanea froesii</i> C.E. Smith	Urucurana	28,9	1,9
ET	<i>Coussarea paniculata</i> A. Rich	Caferana	26,7	1,8
Subtotal			508,8	33,9
			(84,4%)	(84,4%)
Demais espécies			94,3	6,3
			(15,6%)	(15,6%)
Total			603,1	40,2
			(100%)	(100%)

TABELA 3. Espécies que mais contribuíram para o número total de ingressos no período de 1983-1998 em uma floresta secundária em Belterra, PA.

Grupo ecol.	Nome científico	Nome vulgar	N ha <sup>-1</sup>	Média anual
ET	<i>Myrcia</i> sp.	Murta	152,0	10,1
HD	<i>Miconia</i> sp	Papaterra	149,3	9,9
HD	<i>Vochysia maxima</i>	Quaruba-verdadeira	42,2	2,8
EP	<i>Sloanea froesii</i>	Urucurana	39,1	2,6
EP	<i>Casearia javitensis</i> H.B.K	Caneleira	32,4	2,2
ET.	<i>Lacistema agregatum</i>	Mata-calado	28,9	1,9
HD	<i>Inga</i> sp.	Ingá	21,3	1,4
Subtotal			465,2	31,0
			(78,9%)	(78,9%)
Demais espécies			124,6	8,3
			(21,1%)	(21,1%)
Total			589,8	39,3
			(100%)	(100%)

Apenas sete espécies contribuíram com aproximadamente 84% do total de árvores mortas. Dessas, cinco são pertencentes ao grupo das heliófilas duráveis. Com relação aos ingressos, sete espécies concorreram para aproximadamente 79% do total de novas árvores no povoamento, sendo que a maioria delas são esciófitas (parciais e totais). Observa-se desse modo, a tendência ao aumento no número de indivíduos pertencentes a espécies características de povoamentos primários. Pode-se observar ainda nas Tabelas 2 e 3 que três espécies destacaram-se tanto em termos de ingressos quanto de mortalidade. São elas: *Miconia* sp., *Myrcia* sp. e *Sloanea froesii*.

## CONCLUSÕES

Apesar do processo de sucessão ter se iniciado há aproximadamente 50 anos, as espécies heliófilas duráveis ainda dominam o povoamento em termos de número de árvores, área basal e volume;

No povoamento já se destacam espécies que são comercializadas no mercado madeireiro como: *Jacaranda copaia*, *Didymopanax morototoni* e *Vochysia maxima* que são espécies dominantes em termos de área basal e volume/ha. Dentre elas destaca-se a *Vochysia maxima* (quaruba-verdadeira) que é uma das espécies florestais da Amazônia com grande potencial, tanto pela qualidade de sua madeira, como pelas suas características silviculturais de rápido crescimento e fácil manejo;

As espécies esciófitas parciais e esciófitas totais, características de povoamentos primários, já estão regenerando com relativa abundância e vêm aumentando em relação ao número de indivíduos/ha ao longo dos anos, o que indica que a floresta já apresenta o dossel parcialmente fechado, com níveis de sombreamento e demais condições ecológicas de solo e umidade, capazes de favorecer estes grupos de espécies.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FINEGAN, B. **Bases ecológicas de la silvicultura y la agroforesteria.** Turrialba: CATIE, 1992a. 153p. Mimeo.
- FINEGAN, B. El potencial de manejo de los bosques húmedos secundarios neotropicales de las tierras bajas. **Colección Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales**, Turrialba-Costa Rica, n. 5, p.1-29, 1992b.
- HERRERA, R.E. **Evaluación financiera del manejo del bosque natural secundario en cinco sitios en Costa Rica.** Turrialba: Universidad de Costa Rica: CATIE, 1990. 120p. Dissertação Mestrado - Universidad de Costa Rica y el Centro Agronomico Tropical de Investigacion y Ensenanza-CATIE.
- LIEBERMAN, D.; LIEBERMAN, M.; HARTSHORN, G.; PERALTA, R. Growth rates and age size relationships of lowland tropical wet forest trees in Costa Rica. **Journal of Tropical Ecology**, n.1, p.97-109, 1985.
- OLIVEIRA, L.C. de; SILVA, J.N.M. Crescimento e regeneração natural de *Vochysia maxima* Ducke em uma floresta secundária no Estado do Pará. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO 1, CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., Curitiba, 1993. **Anais...** Curitiba, 1993, v.1, p.329-332.
- PUTZ, F.E.; COLEY, P.D.; MONTALVO, A.; AIELLO, A. Snapping and uprooting of trees: structural determinants and ecological consequences. **Canadian Journal of Forest Research**. n.13, p.1011-1020, 1983.
- SIPS, P.A. Polycyclic multi-purpose management of tropical secondary rainforests. In: AN INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF MANAGEMENT AND REHABILITATION OF DEGRADED LANDS AND SECONDARY FOREST IN AMAZONIA, 1993, Santarém. **Tropical forestry program**. Washington: U.S.A. Forest Service, 1993.

- SMITH, J.; SABOGAL, C.; de JONG, W; KAIMOWITZ, D. Bosques secundarios como recurso para el desarrollo rural y la conservación ambiental en los trópicos de América Latina. In: TALLER INTERNACIONAL SOBRE EL ESTADO ACTUAL E POTENCIAL DE MANEJO Y DESARROLLO DEL BOSQUE SECUNDARIO TROPICAL EN AMÉRICA LATINA. 1997, Pucalpa, Peru, **Memorias...** Pucalpa, 1997.p.79-106.
- SWAINE, M.D. Population dynamics of a moist tropical forest at Kade, Ghana. In: ATELIER SUR L'AMÉNAGEMENT ET LA CONSERVATION DE L'ÉCOSYSTÈME FORESTIER TROPICAL HUMIDE. **Actes**, Cayenne, 1990. p.40-61.
- SWAINE, M.D.; HALL, J.B. Early succession on cleared forest land in Ghana. **Journal of Ecology**, Oxford, v.71, p.601-627, 1983.
- VIANA, V.M. **Seed dispersal and gap regeneration of three tropical tree species**. Cambridge: Harvard University, Department of Organismic and Evolutionary Biology, 1989. 270 p. Tese Doutorado.

# CUSTOS E BENEFÍCIOS DA ATIVIDADE MADEIREIRA, EM PARAGOMINAS, PARÁ

Célio Armando Palheta Ferreira; Perminio Pascoal Costa Filho;  
José Ribamar de Souza Pantoja

## INTRODUÇÃO

O impacto ambiental provocado por métodos inadequados de colonização e uso do solo, aliado ao avanço do conhecimento científico sobre as reais potencialidades e fragilidades do vasto e ainda pouco conhecido ecossistema amazônico, propiciou o “redescobrimto” da região. Este fato revelou a existência de lacunas nos campos institucional, tecnológico e político que dificultam o manejo racional dos recursos naturais da região.

A ocupação da Amazônia encontra-se atualmente no mesmo impasse de grande parte do sistema econômico mundial: explorar os recursos que a região oferece ou implantar atividades alienígenas; seguir os velhos métodos de desenvolvimento, exploração e industrialização predatórios, ou valorizar os recursos da região com sua imensa diversidade biológica, em grande parte ainda desconhecida, e tentar aprender uma forma de convivência positiva e desenvolvimentista. As riquezas da Amazônia são tantas e desconhecidas, que exigem um constante repensar de métodos de exploração que podem ser expandidos com o progresso científico e tecnológico. A própria sociedade, cada vez mais consciente, questiona o conceito de desenvolvimento que está sendo utilizado hoje em dia.

A questão do aproveitamento da madeira na região tem sido constantemente discutida nos últimos anos. Através de leis, portarias e resoluções de orientação e fiscalização, o governo federal tem se manifestado perante àqueles que atuam nesse segmento da economia.

As respostas a essas ações governamentais são quase unânimes, de que a exploração madeireira deve ser feita através do manejo sustentado, de tal forma que as áreas onde atualmente são realizadas as coletas possam ter estoque equivalente daqui a 30 ou 35 anos, com características de biodiversidade que se assemelhem à floresta original.

Esta questão tem sido objeto de discussões entre as partes mais envolvidas, como os representantes da indústria madeireira, técnicos e ONGs, algumas das quais totalmente contrárias ao uso das florestas que não sejam através do extrativismo. Por outro lado, apesar das críticas quanto ao processo de exploração florestal na Amazônia, o mercado dos países desenvolvidos continua extremamente ávido pelas madeiras regionais (Homma et al. 1998).

Pesquisas realizadas na região recomendam que a extração madeireira sustentada para as florestas tropicais amazônicas pode ser realizada a uma intensidade média de 40 m<sup>3</sup>/ha de madeira de alto valor comercial, em ciclos de 30 anos (Silva, 1996; Yared et al. 2000). A metodologia desse processo envolve uma exploração florestal criteriosa.

No Estado do Pará, a extração madeireira tem se caracterizado pela contínua incorporação de novas áreas e a pouca preocupação ou desconhecimento com o que fica para trás. A madeira é extraída por métodos tradicionais e, após, a área é abandonada para regeneração por prazo médio de dez anos, quando, então, retorna-se a ela para extrair as espécies que lá ficaram e que já estariam com volume comercialmente viável (Ferreira, 1997). O custo ambiental e econômico dessa prática é significativo e desconhecido, por isso há, por parte de madeireiros e proprietários de terras, a incerteza se os custos de uma exploração florestal racional não inviabilizará financeiramente a atividade em comparação aos seus concorrentes que fazem a exploração tradicional.

Neste trabalho, apresenta-se o custo por m<sup>3</sup> de um estudo de caso de uma exploração florestal planejada, realizada em uma área de 100 ha, no município de Paragominas, Pará, em 1997, desde o custo da árvore em pé até o custo da tora no pátio da serraria.

## MATERIAL E MÉTODOS

Consideraram-se os seguintes dados: tempos e movimentos de máquinas e equipamentos utilizados nas atividades; gastos com manutenção, consumo de combustível, depreciação e juros desses equipamentos; equipe de trabalho; salários médios pagos na região ao pessoal de campo e de escritório; gastos com alimentação e gastos com material de expediente. Foram utilizados formulários específicos para a anotação dos dados de campo e informações obtidas de Ferreira et al. (1999). Incluíram-se os cálculos dos custos com tratamentos silviculturais pós-colheita, até o 25º ano, considerando a taxa de desconto de 6% ao ano que é a taxa de remuneração oficial da caderneta de poupança.

Os custos dos insumos e da mão-de-obra considerados foram os praticados em Paragominas por ocasião do levantamento. No valor pago pela mão-de-obra utilizada (diária) está incluída a alimentação. Deixaram de ser anotados os custos com transporte da mão-de-obra até o local das operações. O preço de venda do produto foi uma média dos preços das espécies extraídas da área.

Faz-se uma análise da relação Benefício/Custo, considerando somente os benefícios financeiros obtidos da venda dos produtos nos diversos níveis (árvore em pé, tora no pátio da floresta, tora no pátio da serraria e tratamentos silviculturais pós-colheita).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um método muito utilizado para a análise financeira é o da relação B/C para orientar a tomada de decisões quanto ao uso de florestas naturais. Com ela, se demonstram e comparam os fluxos de custos e benefícios do sistema de manejo analisado e se esses fluxos têm rentabilidade financeira. A relação B/C significa qual será o retorno financeiro da atividade para cada unidade de real gasto.

No Anexo 1 constam os dados do fluxo de caixa anual da exploração florestal, primeira colheita, compreendendo o custo da terra, da extração e arraste até o pátio da floresta, do carregamento e transporte até o pátio da serraria e dos tratamentos silviculturais pós-colheita (desbaste de liberação e monitoramento), bem como dos ingressos, por  $m^3$ . As relações B/C estão acumuladas, ou seja, o resultado da venda da tora no pátio da floresta inclui o resultado da venda da árvore em pé, e assim sucessivamente.

A venda da árvore em pé ao madeireiro ou ao toreiro tem uma relação B/C de 1,17, ou seja, benefício maior que o custo na ordem de 17%. Os resultados mostram que a melhor relação B/C é a da venda da tora no pátio da floresta, que acumula um índice de 2,40, apesar de ser a etapa mais trabalhosa do processo todo. Observa-se que o custo de transporte da madeira até o pátio da serraria reduz o lucro da operação, pois a relação B/C, até esta etapa, reduz para 1,75. Com a introdução dos custos dos tratamentos silviculturais até a nova colheita, 30 anos após, considerando o cálculo do Valor Presente Líquido (VPL) com taxa de desconto de 6%, verifica-se que até esta etapa a relação B/C acumulada é 1,64, dando um resultado de benefícios 64% maiores que os custos.

No Anexo 2 consta a Memória de Cálculo da relação B/C. Levou-se em consideração informações coletadas no mercado local, índices obtidos pela exploração florestal na área de estudo e custos de manutenção de máquinas e equipamentos utilizados pelo Banco do Brasil em suas análises de projetos.

## CONCLUSÕES

A relação B/C no primeiro nível de agregação apresenta rentabilidade de 17%, no segundo de 140%, no terceiro de 75% e no quarto nível de 64%. Os números mostram bons resultados pois as relações B/C dos quatro níveis são superiores a 1 ( $B/C > 1$ ).

Observa-se pela análise dos dados, que os resultados financeiros da atividade são promissores e melhores do que o custo de oportunidade do capital empregado nas atividades (6% ao ano) e demonstra que a floresta pode ser explorada de forma racional e submetida a tratamentos silviculturais até nova colheita e, ainda assim, apresentar lucros compensadores aos proprietários da madeira.

**Anexo 1. Custo de extração da madeira, desde a árvore em pé até a tora no pátio da serraria, em área de 100 ha, em Paragominas, PA, em 1997 (R\$/m<sup>3</sup>).**

Custo (C)	Valor	Benefício (B)	Valor	B/C
I - Árvore em pé				
Custo da terra	6,98	Preço da árvore em pé	8,19	1,17
<b>II - TORAS VENDIDAS NO PÁTIO DA FLORESTA</b>				
Vistoria prévia	0,02			
Registro IBAMA	0,03			
ITR	0,30			
Inventário pré-exploratório	0,48			
- Mão-de-obra	0,43			
- Material e alimentação	0,05			
Marcação de árvores	0,11			
- Mão-de-obra	0,10			
- Material	0,01			
Corte de cipós	0,12			
- Mão-de-obra	0,12			
- Material	-			
Estradas secundárias	0,11			
- Mão-de-obra	0,05			
- Manutenção/depreciação/juros	0,05			
- Combustíveis	0,01			
Pátios de estocagem	0,05			
- Mão-de-obra	0,02			
- Manutenção/depreciação/juros	0,02			
- Combustíveis	0,01			
Derruba	0,48			
- Mão-de-obra	0,27			
- Combustíveis	0,15			
- Alimentação	0,04			
- Manutenção/depreciação/juros	0,02			
Extração	1,84			
- Mão-de-obra	0,44			
- Combustíveis	0,66			
- Alimentação	0,03			
- Manutenção/depreciação/juros	0,71			
Tracamento no pátio	0,13			
- Mão-de-obra e alimentação	0,06			
- Combustíveis	0,06			
- Manutenção/depreciação/juros	0,01			
Carregamento do caminhão	0,80			
- Mão-de-obra e alimentação	0,14			
- Combustíveis	0,24			
- Manutenção/depreciação/juros	0,42			
Subtotal (II)	4,47	Preço m <sup>3</sup> /tora no caminhão		
Subtotal (I + II)	11,45	no pátio da mata	27,55	2,40
<b>III - TORAS VENDIDAS NO PÁTIO DA SERRARIA</b>				
Transporte	10,00	Preço m <sup>3</sup> /tora no pátio da		
Subtotal (I + II + III)	21,45	serraria	37,55	1,75
<b>IV - TRATAMENTOS SILVICULTURAIS PÓS-COLHEITA</b>				
<b>Desbaste de liberação e monitoramento</b>				
- 1º ano: monitoramento	0,023			
Desbaste	0,69			
- 5º ano: monitoramento	0,017			
- 10º ano: desbaste	0,39			
Monitoramento	0,013			
- 15º ano: monitoramento	0,0096			
- 20º ano: desbaste	0,22			
Monitoramento	0,0071			
- 25º ano: monitoramento	0,0054			
Subtotal (IV)	1,38	Valor da madeira no pátio da		
Subtotal (I + II + III + IV)	22,83	serraria	37,55	1,64

## Anexo 2. Memória de cálculo da relação Benefício/Custo.

Para os cálculos, foram utilizadas informações de Ferreira et al. (1999) e considerados os seguintes índices apurados na exploração florestal realizada:

- volume médio de espécies comerciais existente na área por hectare:  
146,34 m<sup>3</sup>

- volume médio extraído por hectare: 34,4 m<sup>3</sup>

- volume médio por árvore: 3,5 m<sup>3</sup>

- preço médio de mercado da terra: R\$ 240,00/ha

- preço médio da árvore em pé:

madeira branca	R\$ 5,50/m <sup>3</sup>
----------------	-------------------------

madeira vermelha	R\$ 10,00/m <sup>3</sup>
------------------	--------------------------

madeira nobre (ipê, jatobá, piquiá, pau-amarelo)	R\$ 20,00/m <sup>3</sup>
--	--------------------------

- preço médio da madeira em tora no pátio da serraria:

madeira branca	R\$ 25,00/m <sup>3</sup>
----------------	--------------------------

madeira vermelha	R\$ 40,00/m <sup>3</sup>
------------------	--------------------------

madeira nobre (ipê, jatobá, piquiá, pau-amarelo)	R\$ 120,00/m <sup>3</sup>
--	---------------------------

- porcentagens médias de tipos de madeiras existentes na área explorada:

madeira branca	59%
----------------	-----

madeira vermelha	33%
------------------	-----

madeira nobre (ipê, jatobá, piquiá, pau-amarelo)	8%
--	----

- custos de manutenção de trator, carregadeira e motosserra, por hora trabalhada<sup>1</sup>:

trator e carregadeira:

óleo lubrificante do motor	R\$ 0,34
----------------------------	----------

óleo lubrificante da transmissão	0,14
----------------------------------	------

<sup>1</sup>Coefficientes técnicos adotados em projetos apresentados ao Banco do Brasil S/A.

óleo do hidráulico		0,23
graxa		0,09
filtro de ar externo		0,09
filtro de ar interno		0,02
filtro combustível		0,10
filtro óleo do cárter		0,11
pequenos reparos (10%)		0,11
retífica do motor		<u>0,80</u>
Custo por hora	R\$	2,03
motoserra	R\$	0,70

## I - Árvore em pé

## 1) Custo da terra

Considerando o volume médio extraído das espécies comerciais existente na área e o preço da terra na região, tem-se:

$$\begin{aligned} \text{Custo da terra} &= \text{Custo de aquisição/volume espécies comerciais} \\ &= \text{R\$ } 240,00 / 34,4 \text{ m}^3 = \text{R\$ } 6,98/\text{m}^3 \end{aligned}$$

2) Preço médio da árvore em pé, por m<sup>3</sup>

madeira branca	R\$ 5,50 x 59% = R\$ 3,29
madeira vermelha	R\$ 10,00 x 33% = R\$ 3,30
madeira nobre	R\$ 20,00 x 8% = <u>R\$ 1,60</u>
<b>Total</b>	<b>R\$ 8,19/m<sup>3</sup></b>

## II - Toras vendidas no pátio da floresta

## 1) Vistoria do projeto de manejo

Para 100 ha = R\$ 54,30

$$\text{por m}^3 : \text{R\$ } 54,30 / 100 \text{ ha} / 34,4 \text{ m}^3 = \text{R\$ } 0,016$$

2) Projeto de manejo

Projeto para 2.000 ha = R\$ 6.000,00

para 100 ha = R\$ 300,00

por m<sup>3</sup> = R\$ 300,00 / 100 ha / 34,4 m<sup>3</sup> = R\$ 0,087

3) Registro no Ibama

Projeto de 2.000 ha = R\$ 1.700,00

para 100 ha = R\$ 85,00

por m<sup>3</sup> = R\$ 85,00 / 100 ha / 34,4 m<sup>3</sup> = R\$ 0,025

4) Imposto Territorial Rural (ITR): R\$ 1.050,00/100 ha

R\$ 1.050,00 / 100 ha / 34,4 = R\$ 0,305

5) Inventário pré-exploratório

Os custos do inventário de cem hectares foram assim distribuídos:

Engenheiro Florestal (inclusive encargos sociais) R\$ 670,60

Abertura de picadas e marcação de árvores,

INSS e ISS R\$ 721,95

Elaboração de mapa logístico R\$ 86,65

Subtotal (mão-de-obra) R\$ 1.479,20

Alimentação, transporte, INSS, ISS, CPMF e

material de expediente R\$ 172,00

Total R\$ 1.651,20

Custo de mão-de-obra, por m<sup>3</sup>:

R\$ 1.479,20 / 100 ha / 34,4 m<sup>3</sup> = R\$ 0,43

Custo de material, alimentação e outros, por m<sup>3</sup> :

R\$ 172,00 / 100 ha / 34,4 m<sup>3</sup> = R\$ 0,05

## 6) Marcação de árvores

Os custos para cem hectares foram:

Mão-de-obra (2 h/d, 6 ha/dia)	R\$ 333,33
Fita marcante	<u>R\$ 50,00</u>
Total	R\$ 383,33

Custo de mão-de-obra, por m<sup>3</sup> :

$$R\$ 333,33 / 100 \text{ ha} / 34,4 \text{ m}^3 = R\$ 0,10$$

Custo de material, por m<sup>3</sup> :

$$R\$ 50,00 / 100 \text{ ha} / 34,4 \text{ m}^3 = R\$ 0,01$$

## 7) Corte de cipós

Os custos para 100 hectares foram:

Mão-de-obra (40 h/d)	R\$ 400,00
Material de consumo (lima e foice)	<u>R\$ 5,00</u>
Total	R\$ 405,00

Custo de mão-de-obra, por m<sup>3</sup> :

$$R\$ 400,00 / 100 \text{ ha} / 34,4 \text{ m}^3 = R\$ 0,116$$

Custo de material, por m<sup>3</sup>:

$$R\$ 5,00 / 100 \text{ ha} / 34,4 \text{ m}^3 = R\$ 0,001$$

## 8) Estradas secundárias

Custos de planejamento e construção de 1.600 m, em 100 ha:

Mão-de-obra	R\$ 181,75
Material (fita de plástico e combustível)	R\$ 19,06
Equipamentos (manutenção, depreciação e juros)	<u>R\$ 166,88</u>
Total	R\$ 367,69

Custos de mão-de-obra, por m<sup>3</sup> :

$$\text{R\$ } 181,75 / 100 \text{ ha} / 34,4 \text{ m}^3 = \text{R\$ } 0,05$$

Custos com manutenção, depreciação e juros, por m<sup>3</sup>:

$$\text{R\$ } 166,88 / 100 \text{ ha} / 34,4 \text{ m}^3 = \text{R\$ } 0,05$$

Custos com materiais, por m<sup>3</sup> :

$$\text{R\$ } 19,06 / 100 \text{ ha} / 34,4 \text{ m}^3 = \text{R\$ } 0,006$$

#### 9) Pátios

Custos de planejamento e construção de oito pátios de 0,85 hectare na floresta, para exploração de cem hectares de mata:

Mão-de-obra	R\$ 72,63
Material e combustível	R\$ 45,92
Manutenção, depreciação e juros	<u>R\$ 68,37</u>
Total	R\$ 186,92

Custos de mão-de-obra, por m<sup>3</sup>:

$$\text{R\$ } 72,63 / 100 \text{ ha} / 34,4 \text{ m}^3 = \text{R\$ } 0,02$$

Custos de material e combustível, por m<sup>3</sup>:

$$\text{R\$ } 45,92 / 100 \text{ ha} / 34,4 \text{ m}^3 = \text{R\$ } 0,01$$

Custos com manutenção, depreciação e juros, por m<sup>3</sup>:

$$\text{R\$ } 68,37 / 100 \text{ ha} / 34,4 \text{ m}^3 = \text{R\$ } 0,02$$

#### 10) Derruba

Foram utilizadas três equipes de trabalho, cada uma formada por um motosserrista e um ajudante, e uma motosserra Husquarna. Cada motosserrista tinha um salário mensal de R\$ 250,00 e o ajudante, de R\$ 150,00. O custo total para a derruba de cem hectares foi:

Mão-de-obra e encargos sociais	R\$ 921,89
Combustíveis	R\$ 518,47
Alimentação	R\$ 128,38
Manutenção, depreciação e juros	<u>R\$ 70,12</u>
Total	R\$ 1.638,86

Custos de mão-de-obra, por m<sup>3</sup> :

$$R\$ 921,89 / 100 \text{ ha} / 34,4 \text{ m}^3 = R\$ 0,27$$

Custos de combustíveis, por m<sup>3</sup> :

$$R\$ 518,47 / 100 \text{ ha} / 34,4 \text{ m}^3 : R\$ 0,15$$

Custos de alimentação, por m<sup>3</sup> :

$$R\$ 128,38 / 100 \text{ ha} / 34,4 \text{ m}^3 = R\$ 0,04$$

Custos com manutenção, depreciação e juros, por m<sup>3</sup>:

$$R\$ 70,12 / 100 \text{ ha} / 34,4 \text{ m}^3 = R\$ 0,02$$

### 11) Extração

Foram formadas três equipes de trabalho, cada uma com um tratorista e um ajudante. Os equipamentos utilizados foram 2 tratores D-6 e 1 trator FD-9. Cada tratorista tinha um salário mensal de R\$ 400,00 e o ajudante de R\$ 150,00. Para o arraste das toras nos cem hectares, os custos foram:

Mão-de-obra e encargos sociais	R\$ 1.509,13
Combustíveis	R\$ 2.285,61
Alimentação	R\$ 103,86
Manutenção, depreciação e juros	<u>R\$ 2.440,42</u>
Total	R\$ 6.339,02

Custo de mão-de-obra, por m<sup>3</sup>:

$$R\$ 1.509,13 / 100 \text{ ha} / 34,4 \text{ m}^3 = R\$ 0,44$$

Custo de combustíveis, por m<sup>3</sup> :

$$R\$ 2.285,61 / 100 \text{ ha} / 34,4 \text{ m}^3 = R\$ 0,66$$

Custo de alimentação, por m<sup>3</sup> :

$$R\$ 103,86 / 100 \text{ ha} / 34,4 \text{ m}^3 = R\$ 0,03$$

Custo de manutenção, depreciação e juros, por m<sup>3</sup>:

$$R\$ 2.440,42 / 100 \text{ ha} / 34,4 \text{ m}^3 = R\$ 0,71$$

## 12) Traçamento no pátio

Custo de um motosserrista e seu equipamento e produção da área de cem hectares:

Mão-de-obra	R\$ 205,96
Alimentação	R\$ 28,67
Combustíveis	R\$ 198,46
Manutenção, depreciação de juros	<u>R\$ 15,88</u>
Total	R\$ 448,97

Custo de mão-de-obra, por m<sup>3</sup>:

$$R\$ 205,96 / 100 \text{ ha} / 34,4 \text{ m}^3 = R\$ 0,06$$

Custo de alimentação, por m<sup>3</sup>:

$$R\$ 28,67 / 100 \text{ ha} / 34,4 \text{ m}^3 = R\$ 0,008$$

Custo de combustíveis, por m<sup>3</sup>:

$$R\$ 198,46 / 100 \text{ ha} / 34,4 \text{ m}^3 = R\$ 0,06$$

Custo de manutenção, depreciação e juros, por m<sup>3</sup>:

$$R\$ 15,98 / 100 \text{ ha} / 34,4 \text{ m}^3 = 0,005$$

## 13) Carregamento no caminhão

Custo de uma carregadeira e um operador:

Mão-de-obra	R\$ 433,95
Alimentação	R\$ 30,22
Combustíveis	R\$ 836,76
Manutenção, depreciação e juros	<u>R\$ 1.433,87</u>
Total	R\$ 2.734,80

Custo de mão-de-obra, por m<sup>3</sup>:

$$R\$ 433,95 / 100 \text{ ha} / 34,4 \text{ m}^3 = R\$ 0,13$$

Custo de alimentação, por m<sup>3</sup> :

$$R\$ 30,22 / 100 \text{ ha} / 34,4 \text{ m}^3 = R\$ 0,01$$

Custo de combustíveis, por m<sup>3</sup> :

$$R\$ 836,76 / 100 \text{ ha} / 34,4 \text{ m}^3 = R\$ 0,24$$

Custo de manutenção, depreciação e juros, por m<sup>3</sup>:

$$\text{R\$ } 1.433,87 / 100 \text{ ha} / 34,4 \text{ m}^3 = \text{R\$ } 0,42$$

14) Preço de venda do m<sup>3</sup>/tora no pátio da floresta:

Considerou-se o valor do m<sup>3</sup>/tora vendido no pátio da serraria (cálculo abaixo) menos o transporte do produto até a serraria. Assim, tem-se:

$$\text{R\$ } 37,55 - \text{R\$ } 10,00 = \text{R\$ } 27,55$$

III - Toras vendidas no pátio da serraria

1) Transporte

Frete da tora do pátio da mata até à serraria, distância média 40 km, carga por caminhão de 12 m<sup>3</sup> por viagem, três viagens por dia = R\$ 10,00/m<sup>3</sup>

2) Preço de venda do m<sup>3</sup>/tora no pátio da serraria:

madeira branca	R\$ 25,00 x 59% = R\$ 14,75
madeira vermelha	R\$ 40,00 x 33% = R\$ 13,20
madeira especial	R\$ 120,00 x 8% = <u>R\$ 9,60</u>
<b>Total</b>	<b>R\$ 37,55</b>

IV - Tratamentos silviculturais pós-colheita

1) Desbaste de liberação

Considerou-se a média dos tratamentos com desbaste de 30%, realizados em Laranjal do Jari, descritos em Ferreira et al. (1999). Assim, tem-se os seguintes valores:

<u>Itens</u>	<u>T2<sup>2</sup></u>	<u>T6<sup>3</sup></u>	<u>T10<sup>4</sup></u>	<u>Média</u> <u>R\$1,00/ha</u>
Abertura de picadas	6,25	14,55	7,79	9,53
Material de consumo	9,03	16,02	7,81	10,95
Depreciação	0,67	1,55	0,83	<u>3,05</u>
<b>Total</b>				<b>23,53</b>

<sup>2</sup>Tratamento 2 (T2): Extração de 15% do volume total, mais desbaste sistemático com redução de 30% da área basal original.

<sup>3</sup>Tratamento 6 (T6): Extração de 25% do volume total, mais desbaste sistemático com redução de 30% da área basal original.

<sup>4</sup>Tratamento 10 (T10): Extração de 35% do volume total, mais desbaste sistemático com redução de 30% da área basal original.

	ha	m <sup>3</sup>
Abertura de picadas	R\$ 9,53/34,4	R\$ 0,28
Material de consumo	R\$ 10,95/34,4	R\$ 0,32
Depreciação	R\$ 3,05/34,4	<u>R\$ 0,09</u>
Total		R\$ 0,69

## 2) Monitoramento

Com base nos dados de Ferreira et al. (1999), estimaram-se os seguintes custos para a medição de uma parcela permanente de 1/2 hectares por dia:

$$R\$ 0,80/\text{ha} / 34,4 \text{ m}^3 = 0,023$$

Para estimativa dos custos de desbaste (anos 1, 10 e 20) e monitoramento (anos 1, 5, 10, 15, 20 e 25), utilizou-se a seguinte fórmula de Valor Presente Líquido (VPL), com taxa de desconto de 6%.

$$\text{VPL} = (\text{Benefício anual} - \text{Custo anual}) (1 + i)^{-n}$$

onde,  $i$  = taxa de desconto

$n$  = número de anos

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FERREIRA, C.A.P. Aspectos econômicos relacionados aos projetos de manejo florestal na microrregião de Paragominas. In: SEMINÁRIO SOBRE DIAGNÓSTICO DOS PROJETOS DE MANEJO FLORESTAL NO ESTADO DO PARÁ - FASE PARAGOMINAS, 1996, Paragominas, PA. **Anais**. Belém: Embrapa-CPATU, 1997. p.43-54. (Embrapa-CPATU. Documentos, 106).
- FERREIRA, C.A.P.; CARVALHO R. de A.; COSTA, D.H.M.; SILVA, S.M.A. **Custos operacionais associados ao manejo florestal: experiências do Tapajós, Jari e Mojú**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1999, poster.
- HOMMA, A.K.O.; CONTO, A.J. de; FERREIRA, C.A.P.; CARVALHO, R. de A.; WALKER, R.T. A dinâmica da extração madeireira no Estado do Pará. In: HOMMA A.K.O. (Ed). **Amazônia: meio ambiente e desenvolvimento agrícola**. Brasília: Embrapa-SPI; Belém: Embrapa-CPATU, 1998. 412p. p.161-185.
- SILVA, J.N.M. **Manejo florestal**. 2. ed. Belém: Embrapa-CPATU. Brasília: Embrapa-SPI, 1996. 46p.
- YARED, J.A.G.; CARVALHO, J.O.P. de; SILVA, J.N.M.; KANASHIRO, M.; MARQUES, L.C.T. Manejo e exploração sustentável da floresta. In: YARED, J.A.G.; CARVALHO, J.O.P. de; SILVA, J.N.M.; KANASHIRO, M.; MARQUES, L.C.T. **Contribuições do Projeto Silvicultura Tropical – Cooperação Internacional Brasil/Reino Unido**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental: DFID, 2000. p.15-18 (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 52).

# CUSTOS OPERACIONAIS ASSOCIADOS AO MANEJO FLORESTAL: EXPERIÊNCIAS DO TAPAJÓS, JARI E MOJU

Célio Armando Palheta Ferreira; Rui de Amorim Carvalho;  
Dulce Helena Martins Costa; Sílvia Maria Alves Silva

## INTRODUÇÃO

Um dos grandes desafios da pesquisa florestal na região amazônica é a determinação de sistemas de manejo da floresta que propiciem a produção sustentada de madeira de espécies de reconhecido valor econômico. O manejo florestal, com vistas a atingir a sustentabilidade, passa, necessariamente pelas seguintes fases: uma fase de conhecimento ou avaliação de recursos florestais, onde o inventário florestal é a principal ferramenta; a fase da colheita, onde a exploração de impacto reduzido é o ponto chave e, finalmente, uma fase pós-colheita, onde são importantes as atividades de proteção florestal, monitoramento do crescimento e produção e os tratamentos silviculturais para ajudar as espécies de interesse econômico a regenerar e crescer melhor <sup>1</sup>

Na Região Norte do Brasil, a Embrapa Amazônia Oriental executa pesquisa florestal, que tem como um dos principais objetivos gerar conhecimentos e tecnologias apropriadas à exploração e manejo da floresta natural de terra firme, visando sua utilização de forma sustentada. As pesquisas iniciaram-se no Estado do Pará em 1975, na Floresta Nacional de Tapajós e estenderam-se para os municípios de Moju e Laranjal do Jari, utilizando campos experimentais da Embrapa e áreas de empresas privadas.

Na maioria dos casos, a exploração madeireira é realizada de forma empírica, ou seja, extrai-se o produto e após abandona-se a área para regeneração natural. O proprietário volta a mesma área toda vez que as espécies que lá ficaram tiverem demanda e suas colheitas forem financeiramente viáveis.

---

<sup>1</sup>Informações prestadas pelo Dr. Natalino Mechedo Silva pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental ao autor deste trabalho.

Dados obtidos em Paragominas (Ferreira, 1996) mostraram que a cada ano a exploração madeireira fica mais distante um raio de 2,7 km. Porém, apesar disso, não há indícios de interesse dos madeireiros pela adoção do manejo florestal, motivado pela falta de informação técnica e financeira sobre a atividade. Constatou-se a convicção dos madeireiros de que o reflorestamento com espécies florestais madeireiras é o caminho que deve ser buscado em face dos custos de transporte encarecerem o produto final da atividade.

O setor madeireiro do Estado do Pará carece de informações sobre os custos das atividades de manejo florestal. Este trabalho tem por finalidade informar os coeficientes técnicos e os custos operacionais das atividades de anelamento de árvores, corte de cipós, marcação de árvores para derruba e monitoramento, a partir de dados coletados em experimentos desenvolvidos pela Embrapa Amazônia Oriental, em terra-firme, na Floresta Nacional do Tapajós (rodovia Santarém-Cuiabá) e nos municípios de Laranjal do Jari, no Amapá, e Moju, no Pará.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Anelamento com aplicação de arboricida

O tratamento silvicultural é importante para estimular o crescimento da floresta e induzir a regeneração natural das espécies de interesse comercial, pois reduz a competição por luz e nutrientes e elimina os agentes impedidores de crescimento, tais como cipós, palmeiras e bambus (Costa et al. 1998).

Para desvitalizar as árvores competidoras com aquelas selecionadas para a próxima colheita, foi utilizada a técnica do anelamento com entalhes com aplicação de arboricida. Esta técnica foi aplicada em experimentos silviculturais localizados nas regiões do Tapajós e do Jari. A técnica consiste em dar golpes contínuos de machadinha em torno do fuste das árvores, sem retirar a casca, aplicando em seguida o arboricida Tordon 2, 4, D. No Tapajós

o arboricida foi misturado em óleo diesel na concentração de 5%, enquanto que no Jari misturou-se o arboricida em água na concentração de 10%. As árvores a serem eliminadas foram previamente identificadas pelo mateiro e marcadas com tinta utilizando uma pistola especial marcadora de árvores. A aplicação foi feita com pulverizador costal no anel de entalhes.

No Tapajós aplicou-se uma intensidade de exploração baseada no diâmetro mínimo de abate de 55 cm, mais desbaste sistemático. Este consiste em desvitalizar árvores não comerciais a partir de um diâmetro mínimo selecionado até atingir a redução de área basal planejada. Nesta área experimental reduziu-se a área basal em 20%, 40% e 60% em relação à área basal da floresta primária original. Os tratamentos correspondentes foram designados, respectivamente, de T2, T3 e T4.

No Jari, as alternativas de manejo testadas foram combinações de intensidades de exploração com intensidades de desbastes. As intensidades de exploração foram representadas por porcentagens de volume extraído em relação ao volume total da floresta a partir do diâmetro de 45 cm. Aplicaram-se intensidades de 15% (intensidade leve), 25% (intensidade média) e 35% (intensidade pesada). Estas foram combinadas com dois tipos/intensidades de desbastes, o desbaste sistemático como descrito anteriormente nas intensidades de 30% e 50% de redução da área basal original e o desbaste seletivo, ou de liberação de copas, que consistiu em desvitalizar árvores de espécies não comerciais, cujas copas estavam competindo por luz com as copas das árvores selecionadas para a próxima colheita. Os tratamentos resultantes foram os seguintes:

(T2): Extração de 15% do volume total, mais desbaste sistemático com redução de 30% da área basal original;

(T3): Extração de 15% do volume total, mais desbaste sistemático com redução de 50% da área basal original;

(T4): Extração de 15% do volume total, mais desbaste seletivo (desbaste de liberação);

(T6): Extração de 25% do volume total, mais desbaste sistemático com redução de 30% da área basal original;

(T7): Extração de 25% do volume total, mais desbaste sistemático com redução de 50% da área basal original;

(T8): Extração de 25% do volume total, mais desbaste seletivo;

(T10): Extração de 35% do volume total, mais desbaste sistemático com redução de 30% da área basal original;

(T11): Extração de 35% do volume total, mais desbaste sistemático com redução de 50% da área basal original;

(T12): Extração de 35% do volume total, mais desbaste seletivo.

Os tratamentos denominados T1, T5 e T9 consistiram apenas de exploração florestal, sem aplicação de tratamentos silviculturais, não entrando na presente análise.

Para a obtenção dos dados sobre os custos operacionais, foram anotados todos os tempos das atividades realizadas pela equipe de campo e as despesas efetivas. Adotaram-se fichas próprias de estudo de tempo e de controle de mão-de-obra, de material de consumo e outros gastos, e a produção (árvores por hectare). Para a coleta dos dados, foram utilizados formulários específicos para cada atividade. Os preços dos fatores considerados foram os praticados nas respectivas localidades.

No Tapajós os custos por hectare de cada tratamento, foram calculados levando-se em conta o número médio de árvores por hectare e os salários de uma equipe padrão composta de: 20% do tempo de um Engenheiro Florestal, 50% do tempo de um Técnico Agrícola e 100% do tempo de um identificador botânico, um aplicador de arboricida, quatro aneladores e um ajudante. Considerou-se, também, 1/3 do salário de uma cozinheira. Para cálculo da depreciação, considerou-se a utilização de dois pulverizadores costais e cinco machadinhas, por ano de trabalho. Quanto ao cálculo do material de consumo e alimentação, considerou-se o gasto por ho-

mem/dia/hectare (h/d/ha). Para a tinta, thinner, óleo diesel e Tordon, foram calculadas as quantidades efetivamente gastas para a marcação de árvores e nas misturas para a aplicação do arboricida. Foram também estimados os gastos com combustível do veículo que deu apoio a equipe de campo, considerando a quilometragem rodada por dia e o consumo constante do manual do veículo.

Foram realizados acompanhamentos de tempos e movimentos da equipe de campo nas atividades de identificação das árvores, anelamento e aplicação de arboricida.

No Jari, foram calculados os custos de cada tratamento, por hectare. A equipe de campo foi constituída de: 1 engenheiro florestal (40%); 1 técnico agrícola; 8 aneladores; 3 peões para abertura de picadas; 2 aplicadores de arboricida; 2 identificadores e marcadores de árvores; e 1 supervisor (40%). As despesas com alimentação, combustíveis e veículos foram pagas pela empresa Jari Celulose e não estão computadas nestes cálculos. Foram utilizados os seguintes equipamentos e ferramentas, cujas depreciações foram consideradas nos custos: 2 pistolas de marcar árvores; 2 pulverizadores costais; 8 machadinhas; e 16 limas. Considerou-se, para efeito de cálculo da depreciação, que esses equipamentos e ferramentas têm vida útil de 360 dias.

## Corte de cipós

Este tratamento silvicultural foi realizado em 200 hectares de floresta situados no Campo Experimental da Embrapa no município de Moju. Este tratamento, realizado antes da exploração, teve como objetivo reduzir os impactos causados pela derruba às árvores remanescentes e diminuir os riscos de acidentes de trabalho por ocasião dessa operação. Foram cortados todos os tipos de cipós, independente do diâmetro, sendo que nos mais grossos aplicaram-se dois golpes de terçado, o primeiro a cerca de 30 cm do solo e o segundo 1 metro acima, na tentativa de evitar a regeneração dos mesmos. Os cipós mais finos receberam somente um corte à altura do peito do operário.

Acompanhou-se a equipe encarregada da atividade, anotando-se a equipe de trabalho, o tempo gasto, a produção realizada e os gastos com material. Durante os primeiros 10 hectares de execução da atividade, observou-se que a diferença entre o custo do corte de cipós de todas as árvores da área e somente das que seriam derrubadas não era significativo, daí optar-se pelo corte em todas as árvores. A equipe de trabalho foi constituída por dois trabalhadores de campo, utilizando, como ferramentas, foices e limas.

Para cálculo da depreciação das foices, considerou-se o período de dois anos de vida útil e o preço unitário de R\$ 8,50. Então, tem-se:

$$5 \text{ foices} \times 8,50 : 500 \text{ dd} \times 0,4 \text{ d/h} = \text{R\$ } 0,03.$$

### Marcação de árvores para derruba

Os dados para o cálculo dos custos dessa atividade foram coletados no Campo Experimental de Moju, por ocasião da realização de uma exploração experimental em 200 hectares. Os custos desta operação foram observados em uma área de 6 hectares. A operação foi realizada por dois trabalhadores. Um deles, de posse do mapa de exploração, da lista das árvores e de seus números, indicava as que seriam derrubadas e o outro as localizava na área, confirmava o número e amarrava uma fita colorida. Foram anotados os tempos médios para a realização da atividade.

### Monitoramento

O monitoramento, também chamado de inventário florestal contínuo, consiste da medição de parcelas permanentes. Os dados para cálculo dos custos desta atividade foram levantados no Campo Experimental da Embrapa, em Moju. A equipe de medição era composta de um Engenheiro florestal, um identificador botânico e um ajudante. Foram computados os custos de mão-de-obra e de materiais (depreciação) para medir uma parcela de 0,25 hectare.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Custos de anelamento com entalhes de árvores no Tapajós e Jari

Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 1 para a região do Tapajós e na Tabela 2 para o Jari. No Tapajós observou-se que os componentes de custos mais representativos são os materiais utilizados, destacando-se o Tordon. A mão-de-obra se destaca individualmente, pois representa parte significativa dos custos, principalmente no tratamento T2, com mais de 64%. O aumento da produtividade desse recurso, portanto, é fator importante para a redução dos custos dos tratamentos aplicados.

Observa-se que o aumento da intensidade dos desbastes eleva significativamente os custos, pois enquanto a intensidade de desbaste aumentou de 30% para 50%, o custo total aumentou cerca de nove vezes. Esta proporção reduziu bastante quando o desbaste passou de 50% para 70% pois o crescimento dos gastos foi de cerca uma vez e meia. Quanto aos custos por hectare anelado, as proporções são as seguintes: crescimento do desbaste de 30% para 50%, aumento do custo 5,4 vezes; de 50% para 70%, custo cresceu 1,1 vez.

Para a região do Jarí, os resultados obtidos foram agrupados em função da intensidade de extração, ou seja, 15%, 25% e 35% do volume total das árvores, respectivamente (Tabelas 2, 3 e 4), e em função da área basal (Tabela 5).

No Jari, os resultados da Tabela 2 mostram que o custo total cresce mais que proporcionalmente ao crescimento da redução da área basal, pois enquanto esta cresce 1,7 vez (de 30% para 50%), o custo cresce três vezes. Quando o desbaste é seletivo (T4) o custo é menor, embora se gaste mais em mão-de-obra por se levar mais tempo na identificação das árvores a serem desvitalizadas. Quanto aos gastos por hectare anelado, observa-se que quando a intensidade passa de 30% para 50% o custo aumenta 1,8 vez.

TABELA 1. Custos de anelamentos de árvores, por hectare, na região do Tapajós, em R\$.

Discriminação	Unid.	Preço unit.	T2		T3		T4	
			Quant.	Custos	Quant.	Custos	Quant.	Custos
<b>Mão-de-obra</b>								
Abertura de picadas, identificação de árvores, anelamento e aplicação de arboricida	-	-	-	6,00	-	31,70	-	41,20
<b>Material de consumo</b>								
Alimentação	-	-	-	0,86	-	3,71	-	4,82
Tinta	l	3,18	0,08	0,25	1,92	6,10	3,15	10,01
Thinner	l	2,49	0,03	0,07	0,83	2,07	1,35	3,36
Óleo diesel	l	0,30	0,98	0,30	24,4	7,32	40,0	12,00
Tordon	l	23,50	0,05	1,18	1,2	28,20	2,0	47,00
Combustível veículo	l	0,30	0,15	0,04	3,7	1,11	6,0	1,80
Subtotal	-	-	-	2,70	-	48,51	-	78,99
<b>Depreciação</b>								
Pistola para marcação de árvores, pulverizadores, machadinhas e limas	-	-	-	0,62	-	3,26	-	4,23
<b>Total por ha</b>				<b>9,32</b>		<b>83,47</b>		<b>124,42</b>
<b>Total por ha anelado</b>				<b>0,86</b>		<b>4,64</b>		<b>4,94</b>

l - litro.

TABELA 2. Custos de anelamento de árvores, por hectare, no município de Laranjal do Jari, em R\$.

Discriminação	Unid.	Preço unit.	T2		T3		T4	
			Quant.	Custos	Quant.	Custos	Quant.	Custos
<b>Mão-de-obra</b>								
Abertura de picadas, identificação de árvores, anelamento e aplicação de arboricida	-	-	-	6,25	-	20,01	-	15,70
<b>Material de consumo</b>								
Óleo diesel	l	0,30	4,75	1,42	16,22	4,87	4,37	1,31
Tordon	l	23,00	0,250	5,75	0,854	19,64	0,230	5,29
Thinner	l	2,30	0,037	0,08	0,029	0,07	0,007	0,02
Tinta	l	3,10	0,574	1,78	0,446	1,38	0,102	0,32
Subtotal	-	-	-	9,03	-	25,96	-	6,94
<b>Depreciação</b>								
Pistola para marcação de árvores, pulverizadores, machadinhas e limas	-	-	-	0,67	-	2,13	-	1,67
Total por ha				15,95		48,10		24,31
Total por ha anelado				4,43		8,02		-

l - litro.

TABELA 3. Custos de anelamento de árvores, por hectare, no município de Laranjal do Jari, em R\$.

Discriminação	Unid.	Preço unit.	T6		T7		T8	
			Quant.	Custos	Quant.	Custos	Quant.	Custos
<b><u>Mão-de-obra</u></b>								
Abertura de picadas, identificação de árvores, anelamento e aplicação de arboricida	-	-	-	14,55	-	23,71	-	14,16
<b><u>Material de consumo</u></b>								
Óleo diesel	l	0,30	10,20	3,06	16,70	5,01	5,07	1,52
Tordon	l	23,00	0,537	12,35	0,879	20,22	0,267	6,14
Thinner	l	2,30	0,012	0,03	0,033	0,07	0,008	0,02
Tinta	l	3,10	0,188	0,58	0,517	1,60	0,122	0,37
Subtotal	-	-	-	16,02	-	26,90	-	8,05
<b><u>Depreciação</u></b>								
Pistola para marcação de árvores, pulverizadores, machadinhas e límas	-	-	-	1,55	-	2,53	-	1,51
<b>Total por ha</b>				<b>32,12</b>		<b>53,14</b>		<b>23,72</b>
<b>Total por ha anelado</b>				<b>8,92</b>		<b>8,86</b>		<b>-</b>

l – litro.

TABELA 4. Custos de anelamento de árvores, por hectare, no município de Laranjal do Jari, em R\$.

Discriminação	Unid.	Preço unit.	T10		T11		T12	
			Quant.	Custos	Quant.	Custos	Quant.	Custos
<b><u>Mão-de-obra</u></b>								
Abertura de picadas, identificação de árvores, anelamento e aplicação de arboricida	-	-	-	7,79	-	16,13	-	12,55
<b><u>Material de consumo</u></b>								
Óleo diesel	l	0,30	3,95	1,18	11,97	3,59	6,50	1,95
Tordon	l	23,00	0,208	4,78	0,630	14,49	0,342	7,87
Thinner	l	2,30	0,037	0,08	0,022	0,05	0,006	0,01
Tinta	l	3,10	0,570	1,77	0,353	1,09	0,097	0,30
Subtotal	-	-	-	7,81	-	19,22	-	10,13
<b><u>Depreciação</u></b>								
Pistola para marcação de árvores, pulverizadores, machadinhas e limas	-	-	-	0,83	-	1,72	-	1,34
<b>Total por ha</b>				<b>16,43</b>		<b>37,07</b>		<b>24,02</b>
<b>Total por ha anelado</b>				<b>4,56</b>		<b>6,18</b>		<b>-</b>

l - litro.

TABELA 5. Custos médios de anelamento de árvores, por desbastes sistemático e seletivo, por hectare, no município de Laranjal do Jari, em R\$.

Discriminação	Unid.	Preço unit.	Redução 30%		Redução 50%		Desbaste seletivo	
			Quant.	Custos	Quant.	Custos	Quant.	Custos
<b><u>Mão-de-obra</u></b>								
Abertura de picadas, identificação de árvores, anelamento e aplicação de arboricida	-	-	-	9,53	-	19,95	-	14,14
<b><u>Material de consumo</u></b>								
Óleo diesel	l	0,30	6,3	1,89	14,96	4,49	5,31	1,59
Tordon	l	23,00	0,33	7,59	0,79	18,17	0,28	6,44
Thinner	l	2,30	0,03	0,07	0,03	0,07	0,075	0,17
Tinta	l	3,10	0,44	1,36	0,44	1,36	0,11	0,34
Subtotal	-	-	-	10,91	-	24,09	-	8,54
<b><u>Depreciação</u></b>								
Pistola para marcação de árvores, pulverizadores, machadinhas e limas	-	-	-	1,02	-	2,13	-	1,51
Total por ha				21,46		46,17		24,19
Total por ha anelado				5,96		7,70		-

l - litro.

Pelos dados mostrados na Tabela 3, observa-se que o custo total destes tratamentos cresce quase na mesma proporção do aumento da redução da área basal, pois enquanto esta cresceu 1,7 vez (de 30% para 50%), o custo cresceu 1,6 vez. Quando o desbaste é seletivo (T8), o custo é menor, embora se gaste mais em mão-de-obra, por se levar mais tempo na identificação das árvores a serem desvitalizadas. Quanto aos gastos por hectare anelado, observa-se que quando a intensidade passa de 30% para 50% o custo reduziu 1%.

Os resultados apresentados na Tabela 4, levam à constatação que o custo total destes tratamentos cresceu mais do que proporcionalmente ao aumento da redução da área basal, pois enquanto esta cresceu 1,7 vez (de 30% para 50%), o custo cresceu 2,3 vezes. Quando o desbaste é seletivo o custo é menor, embora se gaste mais em mão-de-obra por se levar mais tempo na identificação das árvores a serem desvitalizadas. Quanto aos gastos por hectare anelado, observa-se que quando a intensidade passa de 30% para 50% o custo cresce 35%.

Na Tabela 5, juntaram-se os custos do desbaste sistemático (redução de 30% e 50% da área basal original) e do desbaste seletivo de todos os tratamentos aplicados no experimento do município de Laranjal do Jari e chegou-se ao custo médio desses tratamentos. Conforme esses dados, observa-se que o custo por hectare do desbaste sistemático cresceu mais do que proporcionalmente ao aumento da redução da área basal, pois enquanto esta cresceu 67% (de 30% para 50%), o custo cresceu 115%. Com relação ao desbaste seletivo, o custo mantém-se menor, como nas análises anteriores. Quanto aos gastos por hectare anelado, observa-se que quando a intensidade passa de 30% para 50% o custo cresce 29%.

## Custos de corte de cipós

Na Tabela 6 demonstra-se o custo da atividade de corte de cipós, realizado em 200 hectares, no Campo Experimental da Embrapa, localizado no município de Moju, PA, a partir de levantamentos efetuados no campo.

TABELA 6. Custos de corte de cipós, por hectare, no município de Moju, Pará, em R\$.

Discriminação	d/h	Valor da diária	Total
Mão-de-obra	0,4	10,00	4,00
Material de Consumo			
Lima	-	-	0,02
Depreciação			
Foíce	-	-	0,03
Total			4,05

d/h – dias/homem.

## Custos de marcação de árvores para derruba

Foram marcadas 59 árvores com DAP mínimo de 45 cm, e o tempo efetivo gasto foi de 3 horas, 55 minutos e 40 segundos, o que dá uma média de 3,92 minutos por árvore. O número médio de árvores marcadas por hectare foi de 9,8. Os tempos médios de localização da árvore, confirmação do número e amarrão da fita foram de 2,98 minutos, 0,04 e 0,91, respectivamente.

Os coeficientes técnicos e custos de marcação das árvores por hectare, constam da Tabela 7.

TABELA 7. Custos de marcação de árvores para derruba, por hectare, em 6 hectares de floresta no Campo Experimental de Moju, em R\$.

Discriminação	Unid.	Quant.	Preço	Custo
Mão-de-obra	D/h	0,33	10,00	3,33
Fita marcante	rolo	0,33	1,51	0,50
Total				3,83

### Monitoramento do crescimento

O tempo gasto por uma equipe para medir uma parcela permanente foi de um dia de trabalho. Os custos de mão-de-obra e materiais foram os seguintes:

<u>Mão-de-obra</u>	<u>R\$</u>
1 eng. florestal	35,00
1 mateiro	15,00
1 ajudante	<u>10,00</u>
Subtotal	60,00
<u>Material de consumo</u>	
1/5 fita diamétrica	10,00
1/5 bússola	<u>10,00</u>
Subtotal	20,00
Total	80,00

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COSTA, D.H.M.; SILVA S.M.A. da; SILVA J.N.M.; FERREIRA, C.A.P. **Desvitalização de árvores com tratamento silvicultural em floresta natural no município de Vitória do Jari, Estado do Amapá.** Belém: Embrapa-CPATU, 1998. 3p. (Embrapa-CPATU. Pesquisa em Andamento, 184).
- FERREIRA, C.A.P. Aspectos econômicos relacionados aos projetos de manejo florestal na microrregião de Paragominas. In: SILVA, J.N.M. (Coord.). **Diagnóstico dos projetos de manejo florestal no Estado do Pará - Fase Paragominas: Relatório.** Belém: Embrapa-CPATU, 1996. p.16-26.

# ASPECTOS ECONÔMICOS DO SETOR MADEIREIRO DA MICRORREGIÃO DE PARAGOMINAS, ESTADO DO PARÁ

Célio Armando Palheta Ferreira

## INTRODUÇÃO

O setor madeireiro é o segundo mais importante da economia do Estado do Pará, ficando atrás do setor de minérios, em termos de valor da produção bruta (Censo... 1993). Informações sobre custo da madeira em pé, derruba e arraste de toras, atividades silviculturais, transporte, serragem, laminação e secagem têm sido pouco divulgadas, assim como análises macroeconômicas do setor por microrregião do Estado.

A microrregião de Paragominas é o maior pólo madeireiro do Estado do Pará, possuindo estabelecimentos industriais que atuam nas mais diversas atividades do setor madeireiro, correspondente a um quarto do total do Estado. Essa microrregião destaca-se pelo elevado número de serrarias, extratores de toras e fábricas de artefatos e beneficiamento de madeira. Neste artigo, faz-se uma análise do setor madeireiro nessa microrregião.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os dados foram obtidos através de questionários aplicados em 20 empresas que possuem projetos de manejo florestal aprovados pelo Ibama nos municípios de Irituia, Paragominas, Ulianópolis, Dom Eliseu e Rondon do Pará. Utilizando-se um sistema de amostragem estratificada em relação à ocorrência de projetos de manejo florestal, o tempo de implantação dos projetos e as classes de tamanho de área, foi escolhido, ao acaso, um total de 20 projetos para serem visitados, o que resultou em uma intensidade de amostragem de aproximadamente 10%. A coleta foi realizada no período de

setembro a novembro de 1995. Os dados e os resultados que são apresentados a seguir refletem, com fidelidade, as informações prestadas aos entrevistadores.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### As empresas e suas terras

Na Tabela 1 constam os dados relativos aos aspectos gerais das empresas da microrregião, as experiências de seus proprietários no ramo, os preços e as áreas médias das terras utilizadas.

TABELA 1. Aspectos gerais das empresas madeireiras da microrregião de Paragominas, Pará, em 1995.

Variáveis	N	Média	Variação	
			Min.	Máx.
Origem do capital	16	Nacional	-	-
Experiência industrial (anos)	16	14	6	20
Permanência por município (anos)	9	11	6	15
Tempo último município	16	12	4	20
Área total própria (ha)	14	7.700	212	17.000
Valor da área total – (R\$ 1.000)	9	4.100	244	17.000
Área com floresta manejada – (ha)	11	3.200 (41%)	200	13.000
Área com floresta não manejada – (ha)	11	1.900 (24%)	123	4.500
Preço/ha de floresta – (R\$ 1,00)	10	250	140	300
Área com pastagem – (ha)	15	1.500 (19%)	200	3.000
Preço/ha de pastagem – (R\$ 1,00)	11	1.200	500	2.000
Área com capoeira – (ha)	15	1.100 (14%)	750	1.400
Área com reflorestamento – (ha)	15	120 (2%)	50	250
Área da indústria – (ha)	11	18	0,28	100
Preço/ha da área industrial – (R\$ 1,00)	8	1.400	400	3.000
Área total de terceiros utilizada (ha)	10	4.550	4.300	4.800
Área de terceiros com manejo – (ha)	10	3.750 (82%)	3.500	4.000
Área de terceiros sem manejo – (ha)	10	800 (18%)	800	800
Área total por empresa – (ha)	12	13.100	212	17.000
Valor do contrato – (R\$/m <sup>3</sup> )	14	12	1	33
Área contratada – (ha)	12	1.800	116	6.000

N – número de observações.

A grande maioria das áreas foi adquirida de terceiros e uma pequena parcela foi recebida como herança, sendo que em 75% delas nunca houve problemas com invasores e posseiros e 25% os resolveu amigavelmente. As áreas de terceiros são contratadas em regime de comodato e o valor médio pago pelo volume extraído é de R\$ 12,00/m<sup>3</sup>. A maioria dos proprietários são fazendeiros, mas há também contratos feitos com posseiros.

### **A indústria madeireira na região: necessidades e destino da produção**

Conforme os dados da Tabela 2, constata-se que a indústria está ficando sucateada, com seus equipamentos, tanto no processamento industrial quanto na floresta (para extração da madeira), já bastante depreciados. Observa-se, também, a diferença de 20 pontos percentuais entre o aproveitamento da madeira para exportação e para o mercado interno, sem que haja um melhor aproveitamento desse resíduo, em face das bitolas das pranchas que são exigidas nos pedidos do exterior. À exceção da madeira faqueada, a capacidade plena dos equipamentos não é alcançada, parte pelo próprio grau de obsolescência dos equipamentos, parte pelo problema de energia elétrica enfrentado nos municípios da microrregião e parte pela redução da demanda.

Pelos dados da Tabela 3 observa-se que, em média, cada empresa extrai madeira de cerca de 430 hectares, por ano, e que a distância entre a indústria e a mata onde é feita a extração aumenta o equivalente a um raio de 2,7 km, por ano, fato este que tem contribuído para o aumento dos custos de transportes e forçado a que algumas empresas instalem serrarias mais próximas das áreas de extração. Constata-se, por esses dados, que as regiões Nordeste e Sudeste são os maiores compradores de madeira e que para o exterior é destinado somente 8% da produção industrial.

TABELA 2. Equipamentos, aproveitamento de toras e capacidade instalada e operada da indústria madeireira na microrregião de Paragominas, Pará, em 1995.

Variáveis	N	Média	Variação	
			Min.	Máx.
Valor dos equipamentos – (R\$ 1.000,00)				
• Industriais novos (preço de mercado)	8	753	195	2.000
• Industriais atual (valor venal)	8	370 (49%)	136	1.000
• De mata novos (preço de mercado)	14	701	290	2.990
• De mata atual (valor venal)	8	435 (62%)	160	1.495
Taxa média de aproveitamento de toras – (%)				
• Mercado interno	15	58,0	42,0	68,5
• Mercado externo	15	38,8	25,0	60,0
Aproveitamento de resíduos - (%):				
• Doados em troca de limpeza do pátio		34	-	-
• Caibros e ripas		20	-	-
• Cabos de vassouras		17	-	-
• Carvão		17	-	-
• Estrados nas indústrias		4	-	-
• Caldeiras		4	-	-
• "Short"		4	-	-
Capacidade plena instalada				
• serraria – (m <sup>3</sup> /ano)	15	14.000	720	37.000
• laminação desenrolados – (m <sup>3</sup> )	15	8.000	1.300	14.700
• faqueada – (m <sup>2</sup> )	15	300.000	300.000	300.000
Capacidade média operada				
• serraria – (m <sup>3</sup> /ano)	15	11.200 (80%)	3.900	37.000
• laminação desenrolados – (m <sup>3</sup> )	15	5.800 (72,5%)	600	11.000
• faqueada – (m <sup>2</sup> )	15	300.000 (100%)	300.000	300.000

N – número de observações.

TABELA 3. Consumo médio de matéria-prima e destino da produção madeireira da microrregião de Paragominas, Pará, em 1995.

Variáveis	N	Média	Variação	
			Min.	Máx.
Consumo médio – (m <sup>3</sup> /tora/ano)	15	13.000	5.280	37.000
Extração – (m <sup>3</sup> /ha)	5	30	15	45
Cubagem média da tora – (m <sup>3</sup> )	7	4,35	2,5	5
Área explorada – (ha/ano)	5	430	222	1.233
Distância da mata – (km/ano)				
• quando iniciou actividades	9	40	6	75
• média atual	13	70	40	100
• máxima atual	13	94	50	150
• distanciamento anual da exploração florestal*	-	2,7	-	-
Origem da madeira – (%)				
• toreiro**	15	8	5	50
• produtores***	15	9	10	100
• área própria	15	83	50	100
Destino da madeira – (%)	15			
• Estado do Pará		1	0	5
• Nordeste		43	10	100
• Centro-Oeste		1	0	15
• Sudeste		39	25	90
• Sul		8	8	8
• Exterior		8	6	10

N – número de observações.

\* (média atual 70 km – distância início 40 km) † permanência por município 11 anos = 2,7 km/ano.

\*\* Extrator e vendedor de madeira em tora.

\*\*\* Produtores rurais que vendem árvores em pé em suas propriedades.

As espécies mais utilizadas pela indústria madeireira são:

- nas serrarias: maçaranduba, piquiá, tauari, angelim-vermelho, angelim-pedra, pau-amarelo, ipê, jatobá e goiabão;
- nas laminadoras: estopeiro, faveiro, amesclão e sumaúma.

## Receitas e custos de produção

Na Tabela 4 constam os dados sobre os preços médios de venda da madeira serrada e seus respectivos custos de produção, incluindo frete da matéria-prima e do produto final até seu destino, extraídos de anotações dos madeireiros.

TABELA 4. Preços médios e custos de produção da madeira serrada na microrregião de Paragominas, Pará, em 1995.

Variáveis	N	Média	Variação	
			Min.	Máx.
Preço médio mercado interno – (R\$/m <sup>3</sup> )	15			
• Madeira branca		120	80	190
• Madeira vermelha		160	130	180
• Madeira nobre (ipê, jatobá, piquiá, pau-amarelo)		290	275	300
Preço médio para o mercado externo – (R\$/m <sup>3</sup> )	7	284	170	460
Preço médio do frete – (R\$/m <sup>3</sup> )	14			
• Estado do Pará		29	15	40
• Nordeste		62	23	80
• Sudeste		77	70	87
Valor médio pago pela madeira em tora – (R\$/m <sup>3</sup> ):	15			
• Na mata				
■ madeira branca		17	16	18
■ madeira vermelha		24	24	24
• Na serraria				
■ madeira branca		28	15	45
■ madeira vermelha		31	15	45
■ madeira nobre (ipê, jatobá, piquiá, pau-amarelo)		88	80	95
Custo médio da madeira em tora (R\$/m <sup>3</sup> ):	15	27	14	44
• Árvore + derruba + ramal + arraste		15	7	27
• Transporte até serraria		12	6	20
Custo industrial médio madeira – (R\$/m <sup>3</sup> )	9	24	15	42
Valor médio pago transporte até serraria – (R\$/m <sup>3</sup> )	12	13	6	20

N – número de observações.

Observa-se que o custo da madeira extraída e transportada pela própria empresa consumidora é menor do que o valor pago aos toreiros na serraria. Individualmente, os custos de extração e transporte da empresa são menores do que o valor da tora na mata, vendida pelo extrator, e do frete cobrado pelo toreiro para transportar essa tora até à serraria.

Considerando os preços médios de venda do produto final acima e as percentagens de venda de madeira branca, madeira vermelha e madeira nobre, estimou-se que o preço médio de venda das serrarias é de R\$ 145,00/m<sup>3</sup>. Considerando também, que o aproveitamento industrial é de 58%, que o custo médio da madeira em tora é de R\$ 27,00/m<sup>3</sup>, que o valor médio do frete é de R\$ 66,00/m<sup>3</sup> e o ICMS, chegou-se ao seguinte resultado:

<u>CUSTOS</u>	<u>R\$</u>
- Extração	46,00
- Custo industrial	24,00
- ICMS	25,37
Subtotal	95,37
- Frete	66,00
Total	161,37

Esses números demonstram que as empresas estavam tendo, em média, lucro de R\$ 49,63/m<sup>3</sup> de madeira serrada vendida no mercado interno, e prejuízo de R\$ 16,37/m<sup>3</sup> quando assumiam o pagamento do frete, sem considerar a venda de produtos elaborados com a utilização dos resíduos industriais.

## Mão-de-obra

Na Tabela 5 constam dados sobre a mão-de-obra empregada e sua remuneração. Observa-se que a média de empregados por empresa era de 89 trabalhadores. Como na microrregião de Paragominas existiam cerca de 250 empresas madeireiras com projeto de manejo, conclui-se que o número de empregos diretos gerados é de cerca de 22.250 pessoas.

TABELA 5. Média do quantitativo e da remuneração paga à mão-de-obra do setor madeireiro da microrregião de Paragominas, Pará, em 1995.

Variáveis	N	Média	Variação	
			Min.	Máx.
Número de empregados	15	89	35	285
• Escritório		7 (8%)	2	26
• Indústria		63 (71%)	22	242
• Floresta		19 (21%)	5	45
Salários médios pagos – (R\$ 1,00)	15			
• Escritório:				
■ Gerente		1.400	500	3.000
■ outros (secretária, auxiliar de escritório)		380	148	800
• Indústria:				
■ Gerente		740	300	1.200
■ outros (operários, serradores, auxiliares)		330	120	1.055
• floresta:				
■ encarregado		750	300	1.200
■ outros (tratorista, ajudante, motosserrista)		280	200	370
Gasto com alimentação na floresta p/mês-(R\$ 1,00)	8	1.600,00	300	3.000
Número meses/ano em que faz extração	8	7	6	8
Treinamento	15	em serviço		
Moradia sem ônus - (%)	15	70	30	100
Acidentes trabalho – (média/ano)	15	2	1	7

No item "moradia sem ônus" está incluído casa, luz e, em alguns casos, leite grátis.

N – número de observações.

Constata-se que a média salarial tem um bom nível, mesmo para aqueles cargos que não exigem qualificação, mas os gastos com alimentação dos trabalhadores na floresta é alto, corresponde a mais de R\$ 84,00 por pessoa, por mês.

### **Perspectivas para o setor**

Na opinião dos madeireiros, assim chamados os proprietários das indústrias madeireiras, as perspectivas para o setor na microrregião nos próximos anos não são boas. A microrregião já possuiu 500 indústrias madeireiras e hoje só atuam cerca de 250 delas. Quem não tiver área própria para explorar não deve resistir ao inverno 1995/1996. Alguns acham que as serrarias terão vida mais curta que as laminadoras, por existir mais estoques de madeira para laminação do que para serrar. Alguns querem mudar de ramo para a pecuária, outros pensam em retornar às suas terras de origem. Só ainda não o fizeram porque não conseguiram vender a indústria e não pretendem abandonar o patrimônio construído em anos de sacrifício.

As dívidas acumuladas, os altos custos de produção e os baixos preços de venda dos produtos estão deixando os empresários desmotivados. Alguns estão atrasando o pagamento de impostos para manter o pagamento de pessoal. Outros preferiram o caminho da concordata, para fugir da falência. Os mais organizados, e que controlam melhor seus custos, sobrevivem.

### **O que deve ser feito para melhorar o setor ?**

Em resposta à pergunta formulada, os madeireiros sugeriram que, para melhorar a situação atual seria necessário:

- melhorar o aproveitamento dos resíduos na mata e na indústria. Isto implica em melhorar o índice de aproveitamento da madeira em tora;

- regulamentar o desmatamento, exigindo a reposição e o manejo florestal, para que todos tenham as mesmas condições de concorrência no mercado;
- reduzir os custos de transportes que são os que mais encarecem o produto final;
- reaquecer o mercado da construção civil, que é o maior comprador da indústria madeireira;
- utilizar outras espécies e diâmetros;
- reduzir a alíquota de ICMS e dos encargos sociais, pois atualmente esse tributo é recolhido antecipadamente e às vezes as empresas demoram 60 a 90 dias para realizar a receita da venda, isto quando o empresário não sofre calote;
- igualar os preços de venda dos produtos, para que não haja concorrência desleal no mercado. A formação de cooperativas de venda dos produtos contribuiria para melhorar a situação das pequenas empresas;
- criar novas linhas de crédito para o setor, com taxas de juros mais baixas para reduzir a inadimplência;
- qualificar a mão-de-obra para redução dos desperdícios na mata e na indústria;
- preparar os administradores das empresas;
- agilizar a documentação das terras, pelos órgãos competentes;
- incentivar o plantio de espécies madeireiras de crescimento rápido, para reduzir custos de extração em 80%.

### **Obrigatoriedade do manejo florestal**

Quanto à obrigatoriedade do manejo florestal, os madeireiros emitiram as seguintes opiniões:

- é uma medida correta e indispensável, pois força a todos a fazerem o manejo. Deve-se pensar no futuro e para isso todos precisam ser educados ambientalmente;

- maior fiscalização para que todos executem corretamente de acordo com o projetado;

- fiscalizar mais o fazendeiro, não só o madeireiro, para controlar as queimadas, pois o madeireiro não queima e o fazendeiro não planta;

- bom investimento para o futuro;

- a legislação superestima o problema, o madeireiro é considerado o vilão da história. Os problemas existentes estão sendo resolvidos sem precisar de interferência do exterior;

- o manejo florestal é supérfluo, trabalhoso e muito caro. É difícil aplicar recursos para se ter retorno só com 30 anos. O manejo é duvidoso economicamente;

- punição para os picaretas, aqueles que não fazem de acordo com o projetado;

- reflorestar é mais interessante e viável;

- falta maior conscientização e treinamento do empresário para o manejo florestal;

- a área não deve ficar averbada por 40 anos, deve ser dada permissão para outras extrações antes desse tempo;

- é um bom investimento, mas deve ser incentivado o plantio;

- em algumas regiões, 70% não têm documentação da terra, serram a madeira sem projeto de manejo e concorrem com aqueles que procuram fazer corretamente. “As coisas ainda estão muito bagunçadas”, comentou um deles;

- as despesas para manutenção da área não são muito elevadas;

- é correto, mas só é feito por causa da pressão internacional;
- é uma medida correta, pois, caso contrário, o uso seria de forma errada, devem ser fixadas as condições de desmate.

### Grau de conhecimento sobre manejo florestal

Sobre as técnicas de manejo florestal que conhecem, os madeireiros responderam que:

- devem voltar de dois em dois anos para fazer o desbaste e retirar as árvores que estiverem prejudicando o crescimento de outras;
- deve ser feita uma extração planejada, a área deve ser abandonada sem tratamentos silviculturais e o retorno realizado após dez anos;
- a regeneração deve ser conduzida, após a extração seletiva;
- o corte de cipós é suficiente, pois a mão-de-obra é muito cara para se fazer as outras etapas do manejo;
- ainda não há experiência comprovada de que se deve voltar somente após 30 anos, conforme diz a lei;
- alguns acham que o prazo de 30 anos é razoável, outros que esse prazo é absurdamente longo. Desbastando-se somente as árvores comerciais pode-se voltar à mesma área com dez anos após a extração;
- deve-se brocar a mata por causa do fogo que pode vir do vizinho;
- deve-se extrair árvores somente com rodo de 150 cm para cima e abandonar a área para recuperação;
- extraiu-se madeira após dois a três anos da última extração, com rodo de 1,6 m;

- quanto menos a mata for agredida, melhor será para extrações futuras; não devem ser introduzidos maquinários na mata para manutenção;
- 19% não sabem o que é manejo florestal, deixam essa tarefa para os técnicos que dão assistência ao projeto.

### Esgotamento e introdução de novas espécies no mercado

Parte dos madeireiros acha que algumas espécies devem se esgotar nos próximos cinco anos, como o mogno, ipê, angelim-pedra, pau-amarelo, cedro, muiracatiara, freijó e sucupira. Mas, 62% dos entrevistados são de opinião contrária, pois acham que a madeira está cada vez mais distante, porém, ainda existe grande quantidade das espécies que utilizam em suas indústrias.

Novas espécies foram introduzidas no mercado ultimamente, em face do volume existente nas matas exploradas, dos preços de venda que viabilizaram a extração, da utilização em substituição a espécies mais caras e da aceitação pelo mercado externo. Essas espécies são, principalmente, as seguintes: currupixá, estopeiro, guajará, tauari, goiabão, jarana, angico, tanimbuca, barrote, louro e cupiúba. Outras espécies no futuro deverão entrar no mercado, dependendo, principalmente, da melhoria das vias de acesso para reduzir os custos de transporte.

### CONSIDERAÇÕES GERAIS

Constatou-se a grave crise de demanda por que vem passando o setor madeireiro do Estado, com insolvências significativas de empresas que até pouco tempo eram sólidas. Cerca de 20% das empresas escolhidas para a aplicação dos questionários estavam falidas e seus proprietários não foram encontrados nos municípios visitados. Esta situação está se transformando num fator de comprometimento da qualidade do manejo florestal, uma vez que as empresas estão apenas fazendo extração, pelo método tradicional.

O que surpreendeu favoravelmente foi a constatação da convicção dos madeireiros de que o reflorestamento com espécies florestais madeireiras é o caminho que deve ser buscado para o setor, dada às restrições econômicas da atual conjuntura e à distância cada vez maior das florestas, embora somente alguns desses empresários estejam atualmente adotando essa prática.

Por outro lado, é relativamente pequena a motivação pelo manejo florestal, tendo em vista o pouco esclarecimento que os madeireiros, em sua maioria, têm sobre essa técnica, haja vista as respostas dadas nas entrevistas, principalmente no que concerne ao tempo de retorno à mesma área, após a primeira extração. Alguns deles afirmaram somente possuir o projeto de manejo por exigência legal.

O empresário é imediatista, quer lucros rápidos, e o manejo florestal é uma poupança que somente remunerará o capital empregado depois de alguns anos de aplicação, e este é um fator que exige mais conscientização, além dos aspectos ambientais.

O mercado consumidor da indústria madeireira está espalhado por todo o país. A redução do número de trabalhadores empregados significa redução de renda nas mãos da população e, conseqüentemente, diminuição da demanda por produtos que não sejam de primeira necessidade. Com a inflação alta, o consumidor não sabe o que é caro ou barato, sem inflação ele sabe distinguir com exatidão os preços exagerados e optar por produtos que estejam dentro da sua faixa de renda. Com isso os preços dos produtos devem permanecer mais estáveis por períodos maiores.

A meta da Organização Internacional de Madeiras Tropicais (OIMT) para o ano 2000, que requeria que as madeiras exportadas tivessem origem em projetos de manejo florestal, foi comprometida na região. Nos próximos anos nenhum madeireiro terá condições de investir se não tiver renda em sua atividade industrial, e os dados mostraram que os altos custos de produção, aliados à baixa produtividade, não estão permitindo lucros.

A solução para melhorar os índices de lucratividade das empresas madeireiras da microrregião é: diminuir os custos de produção com o aumento de produtividade na indústria e na floresta; melhorar o aproveitamento dos resíduos na indústria e na floresta; qualificar a mão-de-obra operacional e gerencial para reduzir desperdícios e oferecer produtos de boa qualidade a preços menores. O governo, de sua parte, deve criar mecanismos de incentivos florestais ao setor e política de crédito adequada, considerando que o manejo florestal exige, para sua viabilidade econômica, baixas taxas de juros.

### REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

**CENSO AGROPECUÁRIO.** Rio de Janeiro: IBGE, 1993.



Amazônia Oriental  
Ministério da Agricultura e do Abastecimento  
Trav. Dr. Enéas Pinheiro s/n, Caixa Postal 48,  
CEP 66095-100 - Belém, Pará, Brasil  
Fone: (91) 299-4500 - Fax: (91) 276-9845  
[www.cpatu.embrapa.br](http://www.cpatu.embrapa.br)



PPG7

**ProManejo**

Projeto de Apoio ao Manejo  
Florestal Sustentável na  
Amazônia  
PPG7



MAMA  
M M A



Deutsche Gesellschaft für  
Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH



KfW KREDITFONDAT  
FÜR WIRTSCHAFTSBAU

Ministério da Agricultura  
e do Abastecimento

Governo do  
**BRASIL**



ISBN 85-87590-07-4