



SUBPROGRAMA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA – SPC&T  
PROGRAMA PILOTO PARA A PROTEÇÃO DAS  
FLORESTAS TROPICAIS DO BRASIL – PPG7

# LIVRO DE RESULTADOS DOS PROJETOS DE PESQUISA DIRIGIDA (PPDs) – PPG7



Nome científico: *Maquira* sp.  
Família: Moraceae

# LIVRO DE RESULTADOS DOS PROJETOS DE PESQUISA DIRIGIDA (PPDs) - PPG7

Projetos: de jan/2000 a dez/2002



COORDENAÇÃO GERAL DE BIODIVERSIDADE  
Ministério da Ciência e Tecnologia  
Esplanada dos Ministérios Bl. E Sala 203  
70.067-900 Brasília - DF



# Ministério da Ciência e Tecnologia

## Ministro da Ciência e Tecnologia

*Ronaldo Mota Sardenberg*

## Secretário-Executivo

*Carlos Américo Pacheco*

## Secretário de Políticas e Programas de C&T

*Luíz Gylvan Meira Filho*

## Secretária-Adjunta de Políticas e Programas de C&T

*Thelma Krug*

## Secretária Técnica do Subprograma de C&T

*Isabel Canto*

**Equipe Técnica do MCT:** *Alessandra Lisita, Alex Kamber, Aline Neves, Ana Maria Bacelar, Cláudia Morosi, Marília Viotti, Tânia Jobim, Ticiane Egg.*

**Apoio Administrativo:** *Kléber Henrique Medeiros, Gláucia Martins, Valdimar Góes.*

**Equipe Técnica da FINEP:** *Carlos Alberto de Almeida (Gestor do PPG7), Angela Mazzini, Dilcinei Vargas, Ione Dias, Maria Isabel Espasandin, Ronald Lucena.*

**Jornalista Responsável:** *Tânia Jobim* (registro profissional: DRT-DF 1514/91).

**Revisora:** *Cláudia Morosi e Intertexto (Aristides Coelho Neto e Tereza Vitale).*

**Projeto e Arte Gráfica:** *Intertexto (Coordenação: Tereza Vitale; Projeto gráfico: Jacyara Santini e Tereza Vitale; Diagramação e finalização: Marcos Polo R. Duarte e Daniel Dino; Capa: Daniel Dino). Tel.: (61) 321-3363*

**Impressão:** *Formato 9 – Produção Gráfica Ltda.*

**Tiragem:** *500 exemplares*

## Coordenação Geral do PPG7/MCT

*Ministério da Ciência e Tecnologia*

*Esplanada dos Ministérios • Bloco E • Sala 191*

*CEP: 70067-900 • Brasília-DF*

*Tel.: (0xx61) 317-7816*

*Fax: (0xx61) 317-7858*

*E-mail: cgppg7@mct.gov.br*

*www.mct.gov.br*

*O conteúdo dos textos desta publicação é de inteira responsabilidade dos pesquisadores.*

## Ficha Catalográfica

Livro de Resultados dos Projetos de Pesquisa Dirigida (PPDs) – Subprograma de Ciência e Tecnologia – SPC&T / PPG7 / Ministério da Ciência e Tecnologia, 2002.

200 p.

1. Ciência. 2. Tecnologia. 3. Desenvolvimento Sustentável. I. Ministério da Ciência e Tecnologia. II. Subprograma de Ciência e Tecnologia. III. Resultados dos Projetos de Pesquisa Dirigida – PPG7. IV. Título.

CDU 500  
600

---

# Livro de Resultados dos Projetos de Pesquisa Dirigida (PPDs) – PPG7

## Apresentação

*A ciência e a tecnologia desempenham papel essencial para o desenvolvimento social e economicamente sustentável da região amazônica. Por essa razão, os 30 projetos de pesquisa, executados a partir de janeiro de 2000 no contexto do Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil (PPG7), procuraram beneficiar todas as áreas da pesquisa, envolvendo desde os ecossistemas amazônicos, tecnologias para o desenvolvimento sustentável da Amazônia, até a infra-estrutura ambientalmente saudável e a melhoria da qualidade de vida da região.*

*Os resultados exitosos dos Projetos de Pesquisa Dirigida da Fase I do Subprograma de C&T podem ser conferidos neste Livro de Resultados dos Projetos de Pesquisa Dirigida – PPD/SPC&T/PPG7. A Fase II do Subprograma de C&T tem lançamento previsto para o primeiro semestre de 2003. O Ministério da Ciência e Tecnologia, por intermédio da Secretaria de Políticas e Programas de C&T e da Secretaria Técnica do Subprograma, promove sua ampla divulgação para a sociedade.*

*Os projetos são orientados por uma dinâmica inovadora e têm como objetivos a investigação de formas de manejo e uso sustentável dos recursos naturais e do patrimônio cultural da Amazônia. Com essa iniciativa, o MCT busca contribuir para ampliar o conhecimento científico brasileiro sobre a região, requisito fundamental para o exercício da soberania nacional.*

*Embaixador Ronaldo Mota Sardenberg*

Ministro da Ciência e Tecnologia

---

Brasília, dezembro de 2002.

# Índice

## Pesquisa sobre Ecossistemas Amazônicos

---

- Rogério Gribel | 11 | *Diversidade genética e fluxo gênico de espécies florestais amazônicas de alto valor econômico*
- Renato Cintra Soares | 17 | *As interações entre savanas e florestas na Amazônia e sua importância para a biodiversidade*
- Júlio César Pieczarka | 23 | *Biodiversidade de primatas da Amazônia e seu uso em pesquisas médico-biológicas*
- Maria Gercília Mota Soares | 29 | *Dinâmica das interações bioecológicas e pulso de inundações em áreas alagáveis*
- Antônio Donato Nobre | 35 | *Contribui a floresta amazônica para o balanço global do carbono? Um estudo integrado ligando o seqüestro de carbono pela floresta à hidrologia e aos ciclos biogeoquímicos de nutrientes*
- Paulo Moutinho | 41 | *Efeitos da seca prolongada na Amazônia: quando a floresta torna-se inflamável?*
- Cláudio José R. de Carvalho | 47 | *Desenvolvimento de metodologia para monitoramento químico-atmosférico da Amazônia no experimento LBA*
- Maria Paula Cruz Schneider | 53 | *Avaliação da viabilidade de populações a longo prazo através da análise genômica: *Alouatta belzebul* (Primates, Platyrrhini), quinze anos depois da construção da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará)*
- Carlos Moreira de Souza Jr. | 59 | *Monitoramento das áreas de exploração madeireira na Amazônia*
- Jean F. Tourrand | 65 | *Uso da terra, dinâmica da paisagem e construção do espaço na Amazônia brasileira: análise comparativa e metodologia de monitoramento em área de fronteira agrícola*
- Júlia Clarinda Paiva Cohen | 71 | *Impacto do desmatamento junto ao litoral atlântico da Amazônia*
- Mauro W. B. de Almeida | 77 | *Pesquisa e monitoramento participativos em áreas de conservação gerenciadas por populações tradicionais*
- Tatiana Deane de Abreu Sá | 83 | *Tecnologias inovadoras na agricultura familiar na Amazônia oriental visando à sustentabilidade*



## Tecnologias para o Desenvolvimento Sustentável da Amazônia

---

- Johannes van Leeuwen | 89 | *Desenvolvimento e avaliação participativa de sistemas agroflorestais*
- Marcelo Francia Arco-verde | 95 | *Avaliação silvicultural, agronômica e socioeconômica de sistemas agroflorestais em áreas desmatadas de ecossistemas de mata e cerrado de Roraima*
- Sônia Alfaia | 101 | *Avaliação do potencial de sustentabilidade de sistemas agroflorestais em pequenas propriedades agrícolas na Amazônia*
- Natália I. de Albuquerque | 107 | *Alternativas de sistemas de produção de caititu (*Tayassu tajacu*) para a pequena agricultura na Amazônia*
- Irving Foster Brown | 113 | *Monitoramento, manejo e recuperação de paisagens no leste do Estado do Acre*
- Niro Higuchi | 119 | *Crescimento e incremento de uma floresta de terra-firme manejada experimentalmente e ecofisiologia de suas espécies comerciais*
- Silas Mochiutti | 125 | *Desenvolvimento de tecnologias para o manejo e o cultivo de açazais para produção de frutos*
- Carlos A. R. M. Araújo Lima | 131 | *Piscicultura extensiva de tambaqui na floresta de várzea*
- José Guilherme Maia | 137 | *Plantas aromáticas da Amazônia: propriedades inseticida, fungicida e usos na mediação do controle biológico*
- Vera M. F. da Silva | 143 | *Conservação e manejo do peixe-boi da Amazônia (*Trichechus inunguis*) em cativeiro*
- Kaoru Yuyama | 149 | *Domesticação de germoplasma de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) MacVaugh) para uso em agroindústria na Amazônia*
- Lúcia Kiyoko Ozaki Yuyama | 155 | *Caracterização, processamento e utilização da pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth), do açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) e do cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal)*



## Melhoria da Qualidade de Vida na Região Amazônica

---

- Roberto A. de Oliveira S. Jr. | 161 | *Alternativas de desenvolvimento sustentável e tendências da mobilidade socioespacial na Amazônia*
- José Héder Benati | 167 | *Impacto das políticas públicas sobre manejo comunitário de recursos naturais*
- Wanderli Pedro Tadei | 173 | *Malária e ecossistemas amazônicos: dinâmica de transmissão, vetores e controle*
- Terezinha de J. S. dos Santos | 179 | *Uso de plantas medicinais no atendimento de saúde básica das comunidades rurais*
- Aloísio Cabalzar | 185 | *Saúde, nutrição e assentamento: um estudo comparativo de povoados indígenas tradicionais e povoados – missão na área do Rio Negro*



## Referências Bibliográficas

### Pesquisa sobre Ecossistemas Amazônicos

Diversidade genética e fluxo gênico de espécies florestais amazônicas de alto valor econômico . . . . .	190
As interações entre savanas e florestas na Amazônia e sua importância para a biodiversidade . . . . .	190
Biodiversidade de primatas da Amazônia e seu uso em pesquisas médico-biológicas . . . . .	191
Dinâmica das interações bioecológicas e pulso de inundações em áreas alagáveis . . . . .	192
Contribui a floresta amazônica para o balanço global do carbono? Um estudo integrado ligando o sequestro de carbono pela floresta à hidrologia e aos ciclos biogeoquímicos de nutrientes . . . . .	193
Efeitos da seca prolongada na Amazônia: quando a floresta torna-se inflamável? . . . . .	193
Avaliação da viabilidade de populações a longo prazo através da análise genômica: <i>Alouatta belzebul</i> (Primates, Platyrrhini), quinze anos depois da construção da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará) . . . . .	193
Uso da terra, dinâmica da paisagem e construção do espaço na Amazônia brasileira: análise comparativa e metodologia de monitoramento em área de fronteira agrícola . . . . .	194
Impacto do desmatamento junto ao litoral atlântico da Amazônia . . . . .	195
Pesquisa e monitoramento participativos em áreas de conservação gerenciadas por populações tradicionais . . . . .	195
Tecnologias inovadoras na agricultura familiar na Amazônia Oriental visando à sustentabilidade . . . . .	195

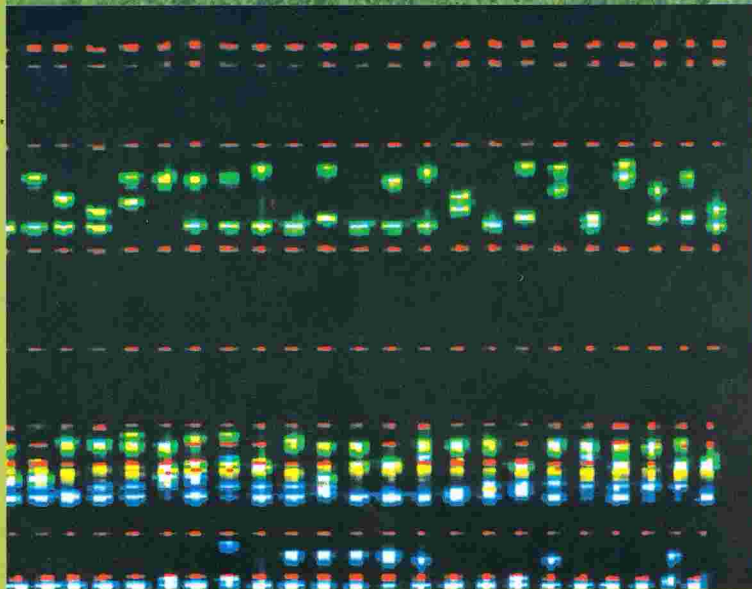
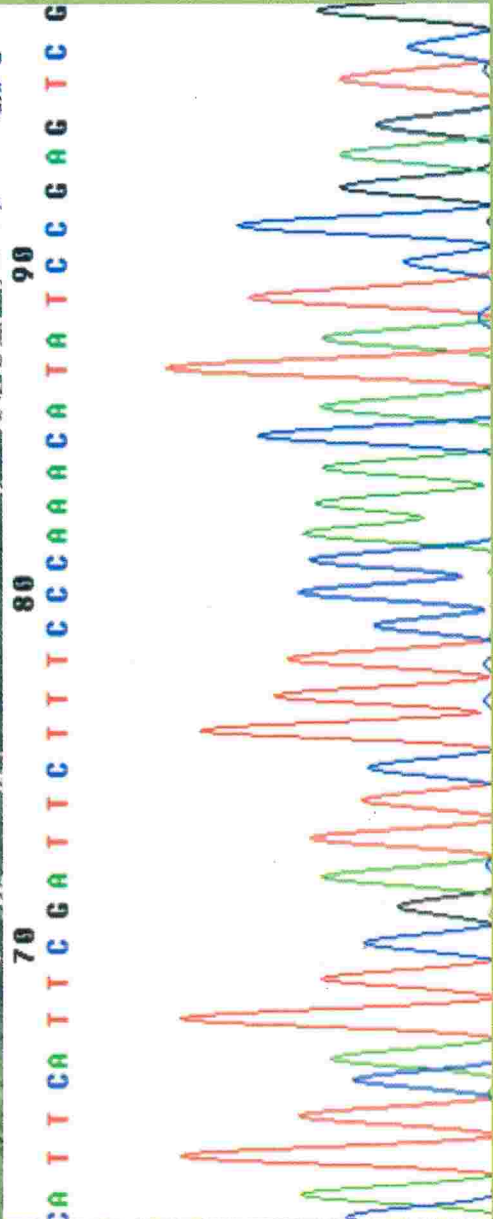
### Tecnologias para o Desenvolvimento Sustentável da Amazônia

Desenvolvimento e avaliação participativa de sistemas agroflorestais . . . . .	196
Avaliação silvicultural, agrônômica e socioeconômica de sistemas agroflorestais em áreas desmatadas de ecossistemas de mata e cerrado de Roraima . . . . .	196
Avaliação do potencial de sustentabilidade de sistemas agroflorestais em pequenas propriedades agrícolas na Amazônia . . . . .	196
Monitoramento, manejo e recuperação de paisagens no leste do Estado do Acre . . . . .	197
Crescimento e incremento de uma floresta de terra-firme manejada experimentalmente e ecofisiologia de suas espécies comerciais . . . . .	197
Desenvolvimento de tecnologias para o manejo e o cultivo de açaizais para produção de frutos . . . . .	198
Conservação e manejo do peixe-boi da Amazônia ( <i>Trichechus inunguis</i> ) em cativeiro . . . . .	198
Domesticação de germoplasma de camu-camu ( <i>Myrciaria dubia</i> (H.B.K.) MacVaugh) para uso em agroindústria na Amazônia . . . . .	199
Caracterização, processamento e utilização da pupunha ( <i>Bactris gasipaes</i> Kunth), do açaí ( <i>Euterpe oleracea</i> Mart.) e do cubiu ( <i>Solanum sessiliflorum</i> Dunal) . . . . .	199

### Melhoria da Qualidade de Vida na Região Amazônica

Malária e ecossistemas amazônicos: dinâmica de transmissão, vetores e controle . . . . .	200
Uso de plantas medicinais no atendimento de saúde básica das comunidades rurais . . . . .	200





# Diversidade genética e fluxo gênico de espécies florestais amazônicas de alto valor econômico

**Instituição:** Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), em colaboração com a Universidade Católica de Brasília (UCB) e Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

**U.F. da instituição:** Amazonas, AM

**Coordenação:** Rogério Gribel

**E-mail do coordenador:** rgribel@inpa.gov.br

## Equipe

Rogério Gribel; Maristerra Rodrigues Lemes; Rosane Garcia Collevatti; Dario Grattapaglia; Rosana Pereira Vianello Brondani; Rodrigo Lemes Martins; Sue Ane de Athayde Leite; Laura Graciliana Bernades; Daniel Lúcio Rodrigues Dutra; Aldenora Lima Queiroz.

## Sumário

A variação genética presente em uma espécie, essencial para sobrevivência e adaptação a possíveis mudanças do ambiente, é a base para programas de conservação genética. A diferenciação das populações em nível intra-específico, causada pelo isolamento genético por várias gerações, é um fator muito relevante para conservação. No caso das florestas tropicais, que se encontram sob forte pressão de ocupação e destruição, a compreensão dos padrões de distribuição da diversidade genética das árvores e o nível de diferenciação intra-específico é de fundamental importância para a definição de estratégias de conservação e uso sustentado desses recursos genéticos. O objetivo geral deste projeto tem sido caracterizar geneticamente populações de quatro espécies florestais de alto valor econômico, bem como ecológico, da Amazônia, com fins conservacionistas: o mogno (*Swietenia macrophylla*), a sumaúma (*Ceiba pentandra*), a castanheira (*Bertholletia excelsa*) e o piquiá (*Caryocar villosum*). O mogno é a espécie que produz a madeira de maior valor comercial da Amazônia. A superexploração de mogno, no território brasileiro, constitui-se em um grave problema ambiental e social, pois com o declínio do recurso em áreas privadas, as explorações ilegais vêm cres-

cendo em unidades de conservação e reservas indígenas. A sumaúma, árvore que alcança altura e tamanho de copa gigantescos, sofre superexploração por ser atualmente uma das espécies de maior valor comercial das várzeas amazônicas, fornecendo a maior parte da matéria-prima para indústria de compensados na região. A castanheira, cujas sementes possuem grande aceitação nos mercados do sul-sudeste do Brasil e no exterior, talvez seja hoje a espécie arbórea mais importante para a economia familiar dos chamados “povos da floresta”. E, finalmente, o piquiá, uma árvore emergente da floresta primária, que possui grande potencial econômico em razão da polpa comestível, às amêndoas ricas em óleo e à madeira de ótima qualidade e grande beleza, explorada para exportação. Este projeto vem contribuindo substancialmente para solidificar as atividades de investigação científica, desenvolvimento e treinamento de recursos humanos de instituições vitais para pesquisa de recursos genéticos no país, atuando na interface entre análise genômica, genética de populações, fitogeografia e ecologia de espécies florestais nativas da Amazônia. Os dados até agora obtidos com uso de marcadores microssatélites do genoma nuclear indicam sistema de cruzamento predominantemente alógamo para piquiá, sumaúma e mogno, mas com gran-



de variação no nível de endogamia das progênies entre árvores de uma mesma população. Todas as espécies apresentam também grande variabilidade genética intrapopulacional, indicando a necessidade de conservação de grande número de indivíduos para manutenção da diversidade genética. O fluxo de pólen em sumaúma é de longa distância e não parece ser

influenciado pela presença de grandes rios, como o Solimões. Em contraste, foram encontradas evidências que o rio Negro atua como barreira geográfica ao fluxo de sementes de piquiá. Todas as informações serão utilizadas para subsidiar estratégias de conservação, *in situ* ou *ex situ*, das espécies em estudo.

## Introdução

Na Amazônia, várias espécies florestais da terra-firme e da várzea têm sido intensamente exploradas, estando as populações severamente depauperadas ou mesmo comercialmente extintas em algumas regiões. Árvores do dossel são os principais elementos estruturais da floresta tropical. Essas espécies podem ocorrer na densidade de um adulto, ou menos, por hectare. A maioria dessas espécies é auto-incompatível, fazendo com que suas populações reprodutivas cubram grandes áreas, o que pode torná-las susceptíveis à fragmentação. Quase nada se sabe sobre os padrões de distribuição geográfica e microgeográfica da diversidade genética e o nível de diferenciação genética entre as populações das espécies florestais amazônicas. Tais informações são essenciais para definir os estoques genéticos e subsidiar políticas de exploração e manejo desses recursos, bem como para traçar estratégias de conservação em escalas regional e geográfica. Este projeto propõe um trabalho de pesquisa científica e de desenvolvimento tecnológico inovador na interface entre análise genômica, genética de populações, fitogeografia e ecologia de espécies florestais nativas.

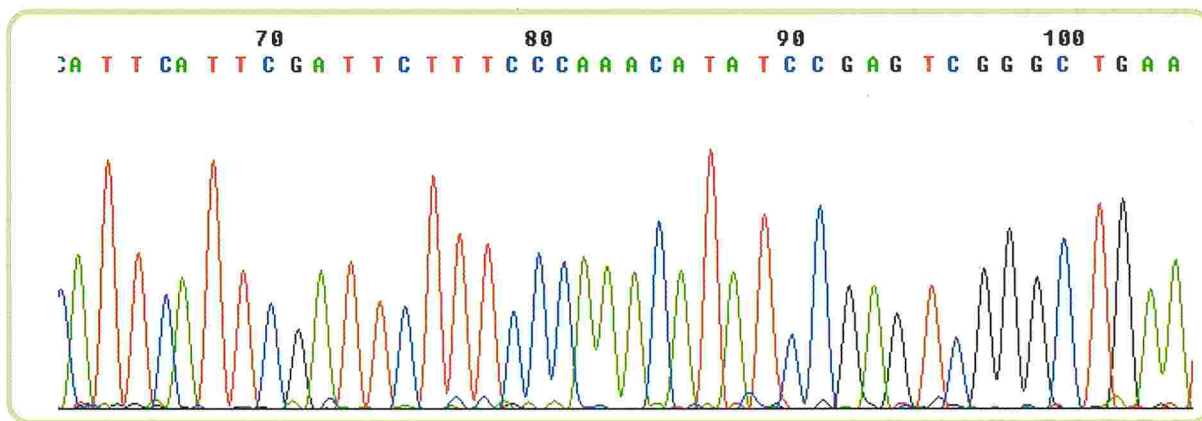
## Metodologia

**Coleta do material e extração do DNA** – Folhas frescas de indivíduos das quatro espécies estudadas foram coletadas, armazenadas em frascos com sílica gel e mantidas a  $-20^{\circ}\text{C}$  até a extração do DNA. O DNA genômico total foi extraído pelo método CTAB, utilizando-se protocolo otimizado por Ferreira & Grattapaglia (1995).

**Análise genética utilizando marcadores microssatélites** – Para a amplificação dos locos microssatélites, utilizaram-se procedimentos descritos para árvores tropicais por Brondani *et al.* (1998), sendo utilizados pares de iniciadores (*primers*) desenvolvidos para as espécies *Caryocar brasiliense*, *Swietenia macrophylla* e *Ceiba pentandra*, segundo protocolos descritos em Collevatti *et al.* (1999), Lemes *et al.* (2002) e Brondani *et al.* (in press), respectivamente. Os *primers* microssatélites desenvolvidos para *C. brasiliense* foram testados e utilizados para análise genética em *Caryocar villosum* conforme descrito em Martins (2002). A caracterização dos locos e análise dos produtos amplificados foram

feitas em gel desnaturante de poliacrilamida 5% em seqüenciador ABI Prism 377, utilizando-se os programas GeneScan e Genotyper. Com base nos genótipos gerados, foram estimados número total de alelos, frequências alélicas, heterozigosidades esperadas e observadas sob equilíbrio de Hardy-Weinberg, coeficientes de endogamia ( $F_{IS}$ ) e de diferenciação genética ( $F_{ST}$  e  $R_{ST}$ ). Utilizaram-se os programas Genepop (Raymond & Rousset, 1998) e RSTCALC (Goodman, 1997) para as estimativas dos parâmetros genéticos.

**Análise genética do genoma do cloroplasto** – A análise da variabilidade genética de regiões não-codificadoras do DNA de cloroplasto de *Caryocar villosum*, *Bertholletia excelsa* e *Swietenia macrophylla* foi realizada utilizando-se pares de iniciadores (*primers*) para amplificação via PCR dessas regiões. Foram amplificadas as regiões intergênicas psIC[psH44 kd protein] e trnS[trRNA-Ser(UGA)] (Demesure *et al.*, 1995), trnS(GCU) e trnG(UCC) (Hamilton, 1999) e trnL(UAA)5'exon e trnF(GAA) (Taberlet *et al.*, 1991), segundo protocolos



descritos pelos autores. Os produtos amplificados foram seqüenciados em seqüenciador ABI 377, seguindo as especificações do fabricante, e analisados pelo programa Sequencing Analysis (ABI). As seqüências geradas foram alinhadas

utilizando-se o programa Clustal X (Thompson *et al.*, 1994) e feita a análise da filogenia intra-específica utilizando análise de rede (network) pelo método *median-joining*, implementada pelo programa Network (Forster *et al.*, 2000).

## Resultados alcançados

**Estudos genéticos com o Piquiá (*Caryocar villosum*) – Sistema Reprodutivo** – os marcadores microssatélites se mostraram como eficientes ferramentas para utilização em estudos de fluxo gênico e sistema de cruzamento de *C. villosum* (Martins, 2002). A análise genética das progênes indica que a espécie apresenta certo grau de autocompatibilidade com indícios de que o pólen xenógamo tenha prevalência sobre o próprio pólen na fecundação da oosfera. O sistema de cruzamento misto e a possibilidade de ser polinizada por muitos visitantes conferem uma certa resiliência à espécie às alterações no ambiente, como a fragmentação e a urbanização. As conseqüências genéticas de endogamia (como, por exemplo, diminuição da variabilidade genética da progênie) só podem ser aliviadas pela polinização a longas distâncias, promovida por morcegos glossófagos e filostomíneos.

**Efeito do rio Negro como barreira ao fluxo gênico** – o seqüenciamento de regiões do cpDNA indicou que o espaço entre os genes *trnT* and *trnF* apresenta alto polimorfismo em nível intra-específico em *C. villosum*, especialmente no fragmento “c-d” (Leite, 2002). Indivíduos de diferentes margens não compartilham nenhum haplótipo, apesar de mostrarem uma origem comum. A inexistência de haplótipos comuns, em ambas as margens, indica a ausência de eventos recentes de fluxo gênico entre populações das margens esquerda e direita e que múltiplas linhagens maternas podem ter originado as popu-

lações atuais. Estratégias de conservação para essa espécie devem levar em consideração populações de ambas as margens.

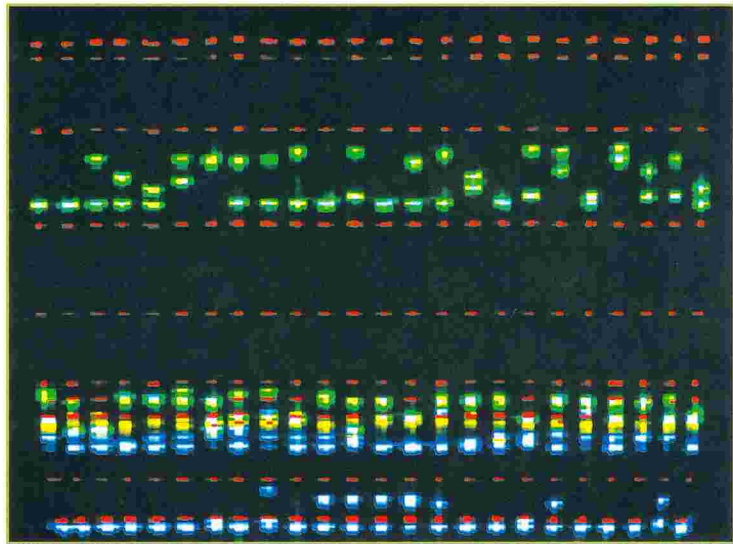
**Estudos genéticos com a Sumaúma (*Ceiba pentandra*)** – o estudo do sistema de cruzamento de nove indivíduos maternos e 68 potenciais doadores de pólen, com uso de marcadores microssatélites, mostrou predominância de xenogamia, com cerca de 90% das sementes originadas de eventos de fecundação cruzada. Uma árvore apresentou baixa taxa de cruzamento ( $t_m = 9\%$ ) enquanto para as demais o valor de  $t_m$  era superior a 90%. Foi possível determinar a paternidade (isto é, identificar a árvore doadora de pólen) para 69 das 222 sementes originadas por fecundação cruzada. A maior distância de cruzamento entre árvores foi de 18,4 km. Em pelo menos seis dos cruzamentos, as árvores localizavam-se em diferentes margens do rio Solimões. Ao menos para essa espécie, os grandes rios amazônicos não representam barreira geográfica importante ao fluxo gênico promovido pela movimentação do pólen. A conservação das populações dos polinizadores (morcegos filostomídeos) parece ser fundamental para, na paisagem atual, manter a capacidade reprodutiva das árvores remanescentes (Gribel *et al.*, 1999), que se apresenta em baixa densidade devido à intensa exploração da espécie na várzea amazônica.

**Estudos genéticos com Mogno (*Swietenia macrophylla*)** – a análise da estrutura genética usando marcadores microssatélites revelou uma deficiência de heterozigotos nas sete populações estudadas, sugerindo que as mesmas



têm experimentado certo nível de subestruturação e/ou de endogamia. Nenhuma correlação foi encontrada entre o nível de diferenciação genética e a distância geográfica das populações. Sendo o mogno uma espécie colonizadora de áreas abertas, fatores históricos de colonização, como efeito do fundador e gargalos populacionais, podem ter favorecido a endogamia e a deriva gênica, inflando a divergência genética entre populações. Os padrões de diferenciação encontrados indicam a necessidade de se conservar um número representativo de populações e, especialmente, um grande número de indivíduos por população, uma vez que a maior parte da variabilidade genética encontrada é intrapopulacional. Os estudos do sistema reprodutivo indicam que o mogno é predominantemente alógamo, com cerca de 95% das sementes originadas por fecundação cruzada na população estudada. Porém, duas das 25 árvores analisadas apresentaram mais de 50% das sementes com genótipos consistentes com autofecundação, revelando um potencial para endogamia na espécie.

**Estudos genéticos com a Castanheira (*Bertholletia excelsa*)** – as análises genéticas



das populações de *B. excelsa* estão ainda em andamento. O seqüenciamento de regiões intergênicas do cpDNA de indivíduos de diversas populações na Amazônia brasileira tem revelado padrões filogeográficos complexos, sugerindo a influência antrópica na distribuição dos haplótipos. O desenvolvimento dos marcadores microsatélites para os estudos de estrutura genética e sistema de cruzamento dessa espécie ainda está em curso.

## Treinamento/Capacitação

### Alunos e bolsistas

Laura Graciliana Bernades – aluna de graduação / bolsista Pibic – Análises genéticas da castanheira; Daniel Lúcio Rodrigues Dutra – biólogo / bolsista DTI – Análises genéticas de sumaúma; Rodrigo Lemes Martins – aluno de mestrado – Análises genéticas de piquiá (fluxo gênico); Sue Anne Athayde Leite – aluna de mestrado – Análises genéticas de piquiá (filogeografia).

## Disseminação

### 1) Publicações geradas

#### 1.1) Artigos publicados e submetidos

BRONDANI, R.P.V.; GAIÓTO, F.A.; MISSIAGGIA, A.A.; GRIBEL, R.; GRATTAPAGLIA, D. *Microsatellite markers for Ceiba pentandra (Bombacaceae) – an endangered tree species of the Amazon forest*. Molecular Ecology Notes (no prelo).

GRIBEL, R. 2001. *Biologia Reprodutiva de Plantas Amazônicas: Importância para o Uso, Manejo e Conservação dos Recursos Naturais*. Humanidades 48 (Tópicos em Biologia). Humanidades (Biologia) 48: 110-114.

LEMES, M.R.; BRONDANI, R.P.V.; GRATTAPAGLIA, D. 2002. *Multiplexed systems of microsatellite markers for genetic analysis of mahogany, Swietenia macrophylla King (Meliaceae), a threatened Neotropical timber species*. Journal of Heredity, 93 (no prelo).

LEMES, M.R.; GRATTAPAGLIA, D.; GRIBEL, R. *High outcrossing in mahogany, Swietenia macrophylla King (Meliaceae), inferred from variation at microsatellite loci: implications conservation of a threatened tropical tree species*. Molecular Ecology (submetido).

LEMES, M.R.; GRIBEL, R.; PROCTOR, J; GRATTAPAGLIA, D. *Population genetic structure of mahogany (Swietenia macrophylla King Meliaceae) across the Brazilian Amazon, based on variation at microsatellite loci: implications for conservation*. Molecular Ecology (submetido).

1.2) Teses e dissertações apoiadas pelo projeto:

LEMES, M.R. 2000. *Population genetic structure and mating system of Swietenia macrophylla King (Meliaceae) in the Brazilian Amazon: implications for conservation*. Ph.D. thesis, University of Stirling, UK.165pp.

MARTINS, R.L. 2002. *Polinização, Sistema de Cruzamento e Fluxo Gênico em Caryocar villosum (Aubl.) Pers. (Caryocaraceae), uma Árvore Emergente da Floresta Amazônica*. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-graduação em Ecologia, Inpa/Ufam. 63p. (R. Gribel, orientador)

LEITE, S.A.A. 2002. *Filogeografia de Caryocar villosum (Aubl.) Pers. (Caryocaraceae) no Baixo Rio Negro, AM, e subsídios para a sua conservação*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ciências Genômicas e Biotecnologia, Universidade Católica de Brasília, 70pp. (R. Collevatti, orientadora).

1.3) Resumos de trabalhos apresentados em congresso

LEMES, M.R.; BRONDANI, R.P.V.; GRATTAPAGLIA, D. 1999. *Estrutura genética de populações de mogno (Swietenia macrophylla: Meliaceae) na Amazônia brasileira baseada em sistemas multiplex de marcadores microsatélites*. Genetics and Molecular Biology, 22(3): 584-585.

GRIBEL, R. *et al.* LEMES, M.R.; GRATTAPAGLIA, D. 2000. *Mating system of mahogany (Swietenia macrophylla King.: Meliaceae) in the Brazilian Amazon assessed by microsatellite markers: implications for conservation*. Genetics and Molecular Biology, 23 (supplement): 472.

MARTINS, R.L.; LEMES, M.R.; GRIBEL, R. 2001. *Caracterização de locos microsatélites para análise genética em Caryocar villosum (Caryocaraceae), uma árvore emergente da floresta amazônica*. Resumos do 47º Congresso Nacional de Genética. Águas de Lindóia, SP. Outubro/2001.









# As interações entre savanas e florestas na Amazônia e sua importância para a biodiversidade

**Instituição:** Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – Inpa

**U.F. da instituição:** Amazonas, AM

**Coordenação:** Renato Cintra

**E-mail do coordenador:** cintra@inpa.gov.br

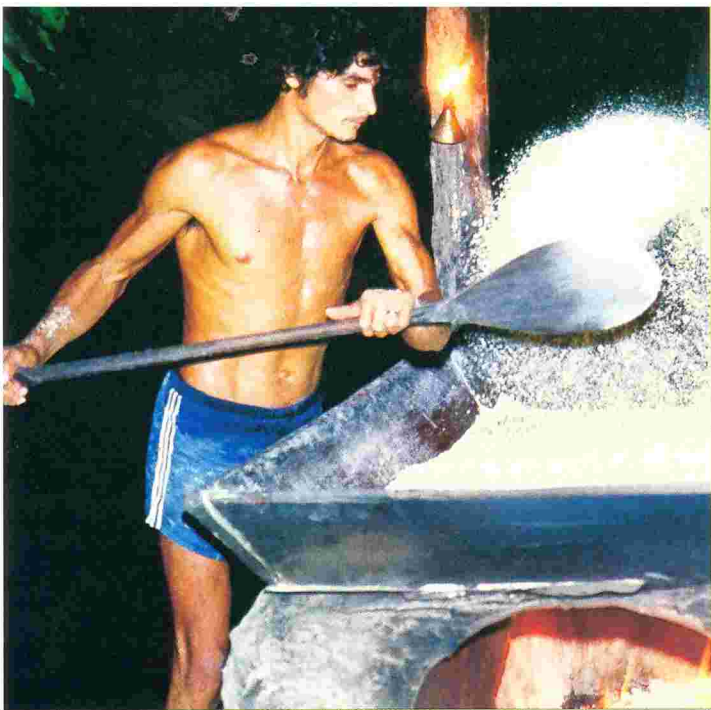
## Equipe

Renato Cintra; Albertina Lima; William Magnusson; Ana Luísa Kerti M. Albernaz; Warwick Estevan Kerr; Elizabeth Franklin; Flávio Luizão; Regina Luizão; Heraldo Vasconcelos; Tânia Sanaïotti; Reynaldo Victória; Luiz Martinelli; José Wellington de Moraes; Jean Louis Guillaumet; Maria de Nazaré da Silva; Glen Sheppard; José Maria da Silva Vilhena; José Ribeiro; Jackes Câmara Costa; Maria da Glória Paiva de Assis. Apoio local: Laudelino Sardinha; Willames Costa; Wellton Costa; Jocineia de Souza; Ronildo de Jesus; Carlos Ferreira; Carlos Vasconcelos; Alessandra Faria; Walter de Farias, Josifran Dias, Edvaldo de Farias, Geniandreson Silva, Sebastião Piedade, Adenor Costa; Manuel Pinto; Manoel Costa; Elizabeth Chiba; Heitor Vasconcelos; Wagner Cardoso; Elivelto Costa; Fernando Costa; Gerônimo Mota; Gilson Souza; José dos Santos; Luiz Costa; Silas Nascimento; Antônio Oliveira; Carlos Vasconcelos; Wilton Costa; Rossine Maduro, Delci Corrêa; Hilário Fernandes; Florêncio Dias; Adenor Costa; Elielson Branco; Grigório de Farias; Ricardo Damaceno Filho; Márcio Castelo. Apoio logístico: Maria Alzinete Perreira; Lucerina Cabrera; Rivaildo Almeida; Lincoln Santos; Geize Araújo; Izamar Monteiro; Gessiene Pereira; Gustavo Faller; Beverly Franklin.

## Sumário

Áreas de savana estão entre os ambientes mais ameaçados na Amazônia. Além disso, as savanas naturais e os campos criados pelo homem também podem influir na frequência de queimadas na floresta. Florestas que sofrem alterações pela ação do homem são mais suscetíveis a queimadas oriundas de áreas abertas vizinhas. Áreas de ecótonos, muitas vezes, são mais ricas em espécies de que os *habitats* com coberturas vegetais relativamente uniformes adjacentes a eles. A região de Santarém, especialmente próximo a Alter-do-Chão, tem grande potencial turístico; é conhecida como o “Caribe da Amazônia”. Os moradores locais reconhecem que o ecoturismo e outros usos sustentados da biodiversidade têm muito mais potencial econômico do que as atividades tradicionais de cultivo de mandioca e pecuária; em 1997, criaram uma comissão para solicitar a declaração da região como uma Área de Pro-

teção Ambiental. Essa comissão está requerendo as informações a serem geradas pelo presente projeto para fazer o zoneamento econômico-ecológico da área e os moradores solicitaram a participação do Inpa na comissão. Essa boa vontade política faz com que o projeto possa ser uma demonstração para a Amazônia de como o conhecimento da biodiversidade pode ser integrado com as aspirações econômicas, sociais e ambientais das comunidades locais. A metodologia consistiu de três linhas de ação. A primeira foi de determinar a distribuição da diversidade dentro da região e relacioná-la com outras regiões amazônicas. Foram distribuídas 40 parcelas de 3,75 hectares nas áreas de savana. Outras parcelas de mesmo tamanho foram estabelecidas em 26 fragmentos naturais de floresta e mais nove parcelas nas áreas de floresta contínua, sobre uma área de 100 km<sup>2</sup>. Na segunda linha de ação, o fluxo de energia através das cadeias tróficas ecológicas entre a savana e a



*Morador local fazendo farinha, uma das atividades econômicas.*

má utilização das bacias hidrográficas, um estudo foi iniciado para avaliar o conhecimento dos moradores das leis conservacionistas como passo preliminar para a criação de um comitê de manejo para os afluentes do Lago Verde, a maior atração turística na área. Os estudos das atividades econômicas indicaram as áreas que são necessárias para a economia da região e para as atividades agrícolas, permitindo o zoneamento da intensidade de uso em zonas de uso direto. Também, esses estudos indicaram alternativas econômicas, como o melinicultura, que são aceitas pela população e que estimulam a conservação da vegetação nativa. Cursos de melinicultura foram dados para moradores de 19 comunidades na área.

## Introdução

Áreas de savana estão entre os ambientes mais ameaçados na Amazônia. Além disso, as savanas naturais e os campos criados pelo homem também podem influir na frequência de queimadas na floresta. Florestas que sofrem alterações pela ação do homem são mais suscetíveis a queimadas oriundas de áreas abertas vizinhas. Áreas de ecótonos, muitas vezes, são mais ricas em espécies de que os *habitats* com coberturas vegetais relativamente uniformes adjacentes a eles. Os ecótonos, entre as florestas e savanas, geralmente ocorrem em solos com pouco potencial agrícola, mas muitas vezes são as primeiras áreas a serem colonizadas.

A região de Santarém, especialmente próximo a Alter-do-Chão, tem grande potencial tu-

floresta foi avaliado por meio de estudos de delta  $\delta^{13}C$ . Na terceira linha de ação, as características geográficas e pedológicas dos locais usados para agropecuária, e a frequência de uso de queimadas foram determinadas para avaliar as prováveis pressões nas áreas restantes. As amostras foram feitas nas áreas agrícolas das 10 comunidades humanas existentes na região. Os estudos da biodiversidade mostraram que a área tem muitas espécies ameaçadas regionalmente associadas com as savanas e permitiu estabelecer um ordem de prioridade para a inclusão de unidades de manejo dentro de reservas de uso indireto. Os estudos de fluxos de energia dentro das savanas e entre as savanas e as florestas mostraram as complexas relações e a necessidade de manejo em nível do ecossistema. Como muitos dos problemas ecossistêmicos estão associados com a

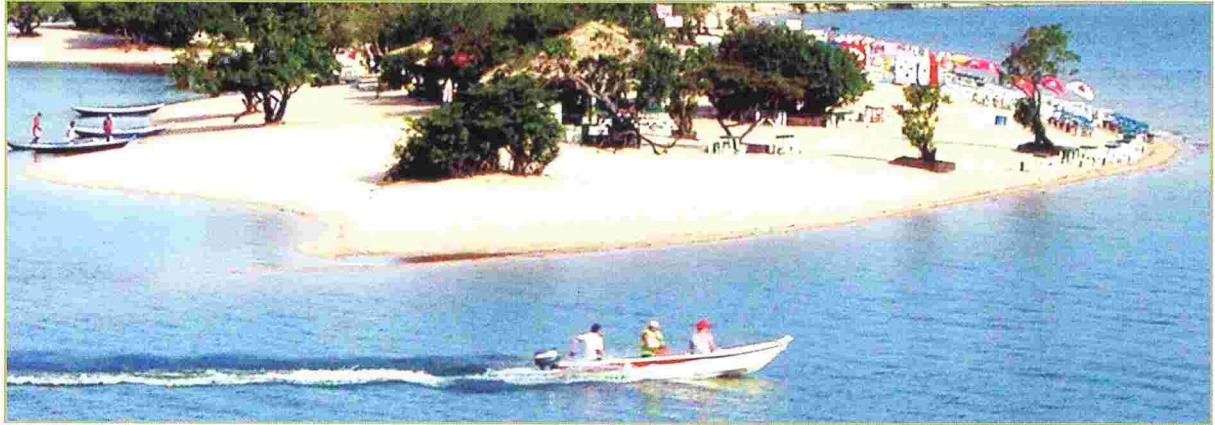
rístico; é conhecida como o “Caribe da Amazônia”. Os moradores locais reconhecem que o ecoturismo e outros usos sustentados da biodiversidade têm muito mais potencial econômico do que as atividades tradicionais de cultivo de mandioca e pecuária; em 1997, criaram uma comissão para solicitar a declaração da região como uma Área de Proteção Ambiental. Essa comissão está requerendo as informações a serem geradas pelo presente projeto para fazer o zoneamento econômico-ecológico da área e os moradores solicitaram a participação do Inpa na comissão. Essa boa vontade política faz com que o projeto possa ser uma demonstração para a Amazônia de como o conhecimento da biodiversidade pode ser integrado com as aspirações econômicas, sociais e ambientais das comunidades locais.

## Metodologia

A metodologia consistiu de três linhas de ação. A primeira foi de determinar a distribuição da diversidade dentro da região. Foram distribuídas 40 parcelas de 3,75 hectares nas áreas de savana, 26 em fragmentos naturais de floresta e mais nove parcelas nas áreas de floresta contínua, sobre uma área de 100 km<sup>2</sup>. As unidades básicas de amostragem, em cada parcela, são quatro linhas de 250 m, espaçadas 50 m uma da outra, totalizando 1 km em cada parcela. Essa escala foi selecionada por ser relevante para todos os grupos



de organismos amostrados e estar a uma escala espacial viável para se fazer recomendações de manejo sustentável. O tipo de amostragem ao longo das linhas depende do material a ser coletado. A frequência de queimadas foi determinada para avaliar as prováveis pressões nas áreas restantes. As amostras foram feitas nas áreas agrícolas das 10 comunidades humanas existentes na região. Na segunda linha de ação, o fluxo de energia através das cadeias tróficas entre a savana e a floresta está sendo avaliado por meio de estudos de delta  $\delta^{13}C$ . Isso indicará a importância do manejo considerando a escala de paisagem na manutenção da biodiversidade em fragmentos de florestas de vários tamanhos.



*Paisagem natural típica de áreas de turismo em Alter-do-Chão.*

## Resultados alcançados

1) **Nitrogênio do solo** – A flutuação sazonal nas concentrações de nitrogênio total confirma que os processos são mediados biologicamente e que estarão em baixas ou altas concentrações em função da atividade microbiana, a qual é, muito dependente da umidade do solo para expandir a atuação.

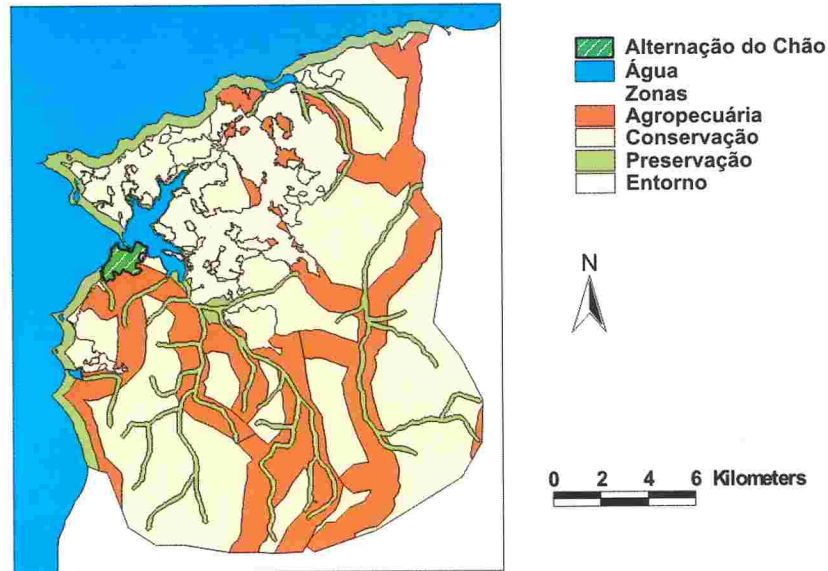
2) **Fluxo energético** – O fluxo energético através de plantas  $C^3$  e  $C^4$  para mais altos níveis tróficos foram estudados em savana por meio da comparação das proporções de isótopos-estáveis de carbono de plantas potencialmente usadas como alimento às proporções de isótopos de grupos consumidores. Vertebrados comuns, insetívoros e omnívoros tiveram valores intermediários, indicando que o carbono de diferentes fontes autotróficas se misturam rapidamente à medida que se move da base para o ápice da cadeia alimentar.

3) **Efeito da fragmentação florestal** – **Invertebrados do solo** – Não houve diferença significativa na composição da fauna de solo entre solos arenosos e argilosos; Foram detectados *taxa* que tiveram preferência por locais mais expostos (gramíneas) e outros por locais mais protegidos (ilhas de vegetação). **Formigas** – A savana teve 47 espécies exclusivas e as florestas, 147. Dentre as comunidades de formigas, 31 espécies foram comuns aos dois ambientes, de um total de 225 espécies. **Aves** – As comunidades de aves dos fragmentos florestais parecem ser subcomunidades existentes nas florestas contínuas circundantes. As florestas tiveram 200 espécies de aves, sendo 51 espécies exclusivas desse ambiente. Na savana ocorreram 100 espécies de aves, sendo 16 exclusivas deste ambiente e 72, comuns aos dois ambientes. **Morcegos** – As assembléias de espécies de morcegos nos fragmentos florestais na área de Santarém foram distintas, e houve poucas diferenças das áreas de floresta contínua de áreas em outras regiões. A floresta contínua de Alter-do-Chão e as de perto de Belém foram mais similares entre elas do que com a floresta contínua perto de Manaus. **Lagartos** – Houve uma correlação positiva entre o tamanho do fragmento florestal e a densidade de *Mabuya nigropunctata* e uma relação negativa com *Ameiva ameiva*. **Anuros** – Os fragmentos florestais apresentam uma assembléia de espécies de anuros distintas da floresta contínua circundante.

4) **Efeito do fogo** – **Mamíferos** – As densidades do roedor *Bolomys lasiurus* não podem ser previstas pela extensão do fogo, mas pela cobertura de capim e a disponibilidade de alimento. **Lagartos** – O fogo afetou a atividade do lagarto *Cnemidophorus lemniscatus*, mas não afetou a atividade do lagarto *Anolis auratus*. A médio prazo (6 meses), o fogo não afetou as densidades das três espécies de lagartos estudadas. **Aves** – O fogo anual em savanas mudou a composição da comunidade de aves. A abundância de pássaros insetívoros diminuiu, mas a de algumas espécies insetívoras e frugívoras aumentou. A abundância de aves nectarívoras e de frugívoras de dossel não foram afetadas.



5) **Zoneamento ecológico-econômico** – Para o zoneamento, foram utilizadas tanto as informações sobre distribuição de fauna e flora (plantas, formigas, anfíbios, lagartos, aves e morcegos), como sobre as áreas sob maior pressão para o uso pela agricultura e turismo, em uma área de 30 mil hectares, ao redor de Alter-do-Chão. As áreas sob maior pressão para uso agropecuário foram investigadas por um modelo que incluiu os efeitos da fertilidade do solo, da distância de acesso e da disponibilidade de água sobre a probabilidade de ocupação. Essas informações foram integradas entre si e com aquelas da distribuição dos grupos biológicos por meio de um sistema de informação geográfica (SIG). Uma proposta de criação de uma área de proteção ambiental (APA) foi elaborada com representantes das comunidades locais, para a preservação da biodiversidade e das atividades de turismo a longo prazo.



*Zoneamento ecológico proposto nas reuniões com as comunidades. Para simplificar, as estradas de asfalto e de terra não foram incluídas na figura (Fonte: Albernoz et. al, 2002).*

## Treinamento/Capacitação —

O projeto contribuiu para a formação de vários mestres e doutores, treinou estagiários e pessoas das comunidades locais na identificação de espécies de animais e plantas, além de ministrar cursos de apicultura econômica para pessoas interessadas da comunidade. Para as comunidades

locais, faltaram alternativas econômicas às práticas de corte e queima da floresta para agricultura de subsistência. Depois de uma avaliação das necessidades dos moradores e dos interesses, foram feitos cursos de meliponicultura para oferecer uma indústria economicamente sustentável que não necessite da destruição da floresta.



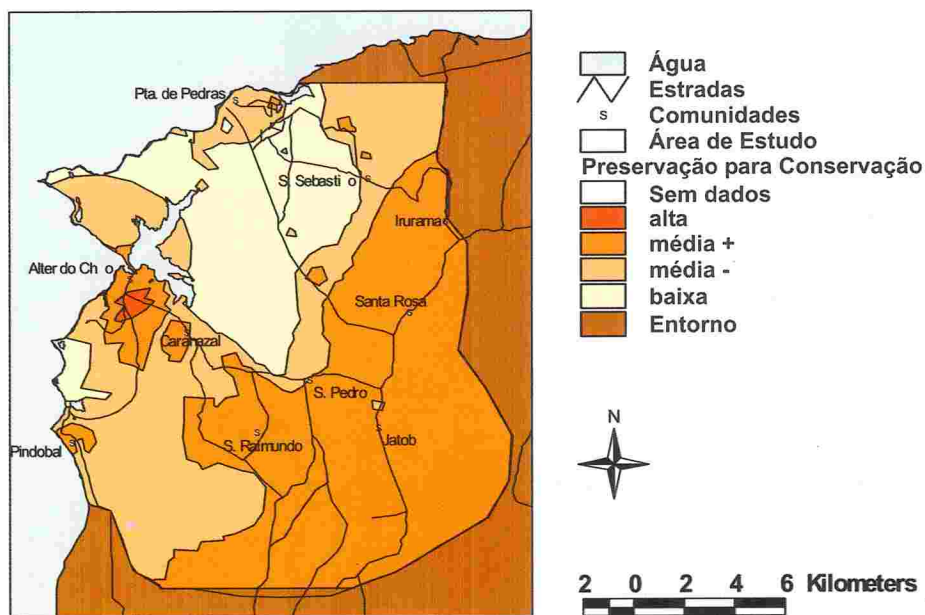
*Curso de apicultura econômica para moradores das comunidades da região de Santarém/Alter-do-Chão.*

### Formação de recursos humanos

Os seguintes estudantes do curso de Pós-graduação em Ecologia do Inpa foram treinados com recursos do projeto: Ana Albernaz (doutorado – Zoneamento econômico/ecológico); Enrico Bernard (doutorado – Morcegos); Cristiano Martins de Souza (mestrado – Mamíferos); Evanira Maria R. dos Santos (doutorado – Invertebrados de solo); Marcos Leite (mestrado – Formigas); Elildo Alves Ribeiro de Carvalho Júnior (mestrado – Lagartos); Domingos de Jesus Rodrigues (estágio – Anfíbios); Paula Machado Pedrosa (mestrado – Plantas); Ana Carolina Santos Surgik (doutorado – Conservação); Karl Stehphan Mokros (mestrado – Plantas); Viviana Maria Layme Guedes (mestrado – Mamíferos); Ivo Rohling Ghizone Júnior (mestrado – Mamíferos); Sidnei Dantas (mestrado – Aves). Uma bolsista Pibic, Roseane de Souza, Balcão CNPq, aluna da Universidade do Amazonas (Solos).

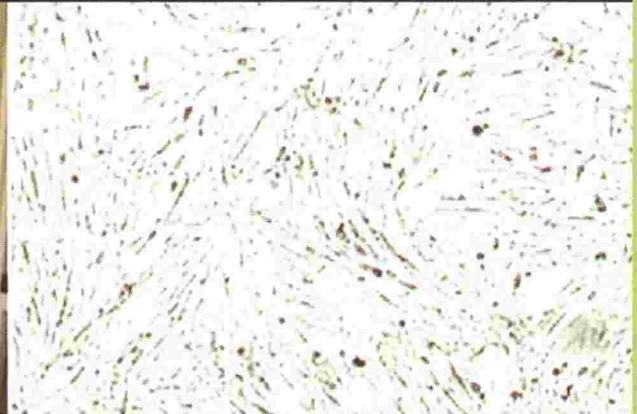
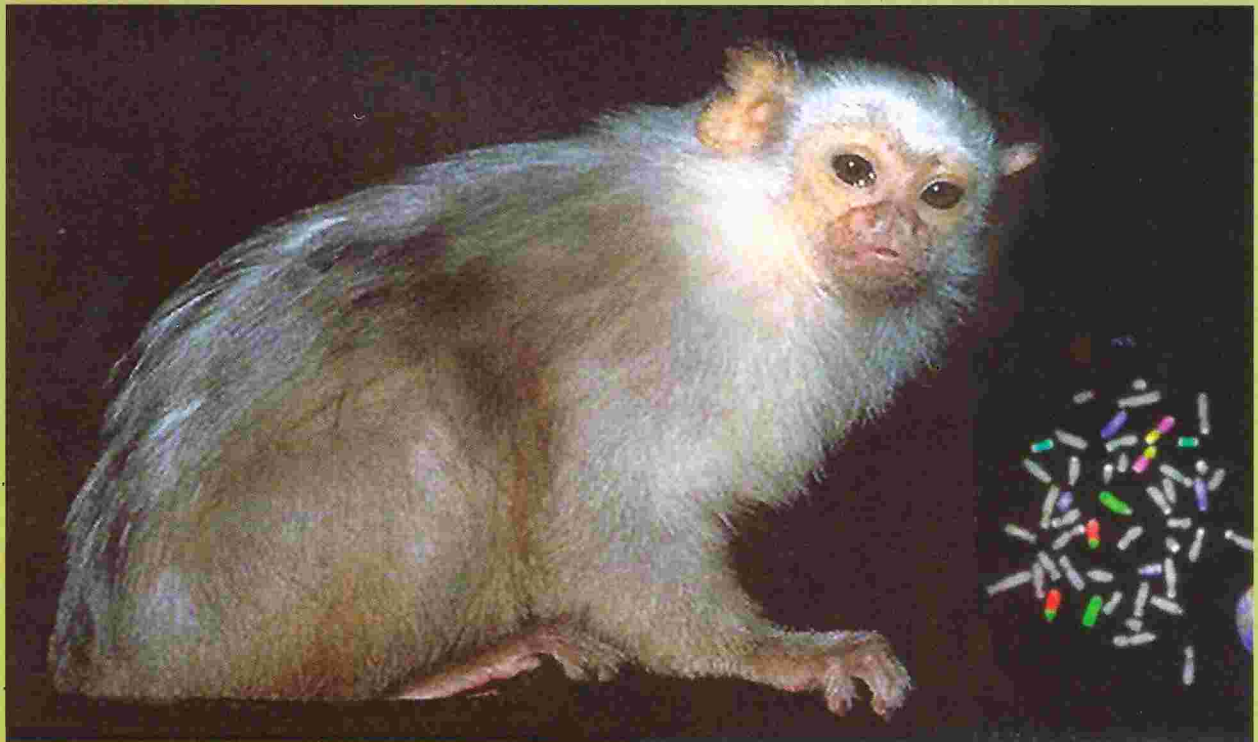
### Disseminação

Os resultados do projeto foram divulgados em seminários científicos apresentados pelos estudantes de pós-graduação. Os resultados foram também divulgados em painéis apresentados em congressos, em revista de divulgação científica nacional e artigos científicos em revistas nacionais e internacionais. Localmente, foram apresentados em pelo menos três reuniões em cada um das 10 comunidades na área. Notícias foram divulgadas na rádio comunitária, que é coordenada por um dos colaboradores do projeto. A proposta da APA pelos pesquisadores do Inpa foi comentada no jornal *Folha do Meio Ambiente* (Matéria de Celivaldo Carneiro e Paulo Faustino / dezembro de 2001) e apoiada pelo ministro das Comunicações, Pimenta da Veiga, durante visita a Alter-do-Chão.



Pressão de Agropecuária e Turismo  
(Fonte: Albernaz et al., 2002).





**UFRGS**  
UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO GRANDE DO SUL



# Biodiversidade de primatas da Amazônia e seu uso em pesquisas médico-biológicas

**Instituição executora:** *Universidade Federal do Pará*

**Instituições colaboradoras:** *Centro Nacional de Primatas; Universidade Federal do Rio Grande do Sul*

**U.F. da instituição:** Pará, PA

**Coordenação:** *Júlio César Pieczarka*

**E-mail do coordenador:** *julio@ufpa.br*

## Equipe

Júlio César Pieczarka; Cleusa Yoshiko Nagamachi; Regina Maria de Souza Barros; José Augusto Carneiro Pereira Muniz; Maria do Carmo de Oliveira Brígido; Margarete Suñé Mattevi; Edivaldo Herculano Corrêa de Oliveira; Luis Reginaldo Ribeiro Rodrigues; Ana Carolina Barata das Neves; Daniela Cristiane da Cruz Rocha; Ana Carla de Oliveira Gonçalves; Jorge das Dores Rissino.

## Sumário

Os primatas constituem modelos experimentais para a investigação biomédica, produção de vacinas, pesquisas de câncer e de inúmeras outras doenças. No entanto, a cada dia tornam-se mais escassos. Espécies consideradas como abundantes estão diminuindo de densidade em algumas regiões. Muitos fatores contribuem para o rápido desaparecimento de exemplares da fauna primatológica, entre os quais a principal causa da extinção de espécies, não apenas de primatas, mas da fauna em geral, é, sem dúvida, a destruição desenfreada das florestas. Alie-se a isso o fato de que poucas informações existem sobre os exemplares da região amazônica, onde se concentram 80% das espécies de primatas brasileiros. Há ainda a ausência de grupos de pesquisa que se dediquem ao estudo da fauna amazônica e que estejam situados nessa região.

Embora pesquisas tenham sido feitas por pesquisadores estrangeiros ou por brasileiros do sul do país, a capacidade de permanência na região é limitada. Somente um grupo situado na região amazônica pode realizar estudos contínuos, obtendo assim um grau de consistência maior nos resultados. Considerando a dificuldade de obtenção de primatas, a importância não só como modelos experimentais, mas também como elementos da biodiversidade amazônica e o papel no estudo evolutivo da Ordem Primata, foi proposto o desenvolvimento de um projeto de pesquisa multidisciplinar, envolvendo a UFPA o Cenp e a UFRGS, com a intenção de caracterizar os primatas sul-americanos do modo mais claro possível, usando parâmetros morfológicos, cromossômicos e moleculares. Tais informações terão grande impacto nos estudos de doenças que utilizam primatas como modelos experimentais.

## Introdução

A grande diversidade biológica que ocorre na região amazônica contrasta com a ausên-

cia de grupos de pesquisa que se dediquem ao seu estudo. Esses estudos, por si só de alto significado frente ao desconhecimento que se tem



da biodiversidade amazônica, ganham relevância ainda maior se for considerado que muitas dessas espécies são de interesse direto para a humanidade. É o caso em particular da Ordem Primata, cujos representantes são de grande importância no estudo de doenças e desenvolvimento de vacinas. Há, no mundo aproximadamente 15 gêneros e 190 espécies de primatas. A maioria é encontrada no Brasil, onde ocorrem 1/3 dos gêneros e 1/4 das espécies existentes. Infelizmente a fauna primatológica, tanto no Brasil quanto no mundo, está enfrentando graves problemas, com sensível diminuição no número de exemplares, particularmente entre as espécies que habitam áreas de floresta tropical, correspondente a cerca de 90% do total da Ordem Primata. Qualquer política de preservação ambiental passa necessariamente pela definição correta do número e distribuição das espécies. Caso contrário, sérios erros na escolha de parceiros reprodutivos poderão agravar, em vez de solucionar, o problema da preservação. Durante mais de 15 anos, nos quais tem se dedicado ao estudo citogenético de Primatas do Novo Mun-

do, o grupo de pesquisa em citogenética animal do Departamento de Genética da UFPA conseguiu caracterizar cromossomicamente espécies e/ou gêneros, assim como detectar homologies e/ou rearranjos cromossômicos que diferenciam os cariótipos das espécies do mesmo gênero e de gêneros diferentes. Esse tipo de pesquisa, associado aos estudos morfológicos, ecológicos, comportamentais e parasitológicos realizados no Cenp, e os estudos moleculares realizados na UFRGS estão permitindo a caracterização das espécies e subespécies de primatas disponíveis no Cenp. Com essa caracterização precisa, torna-se muito mais fácil e econômica a utilização de primatas em diversos estudos, principalmente no que se refere à manutenção, com relação à escolha de parceiros viáveis reprodutivamente. Outro aspecto é decorrente do fato de que diversos primatas sul-americanos apresentam características genéticas e imunológicas que se expressam nos resultados de pesquisas relativas à susceptibilidade a doenças. Um exemplo é o caso de *Aotus*, no qual cada *táxon* apresenta sensibilidade diferente ao parasita causador da malária.

## Metodologia

Os animais estão sendo mantidos no Cenp. A manutenção é feita, a princípio no galpão de quarentena e depois nos galpões de criação. Os exames parasitológicos e hematológicos são feitos nos laboratórios do Cenp. De cada animal é obtida uma biópsia de pele, em condições assépticas. No laboratório de citogenética da

UFPA, a biópsia é submetida à técnica da cultura celular primária. Para as análises citogenéticas, as células fixadas são colocadas em lâminas e submetidas a análises ao microscópio. As metáfases são bandeadas e analisadas por hibridização *in situ* com sondas cromossômicas totais humanas. O DNA extraído está sendo submetido a PCR, usando dez grupos de *primers* heterólogos.

## Resultados esperados e resultados alcançados

Por intermédio desse projeto pretendia-se fazer a análise dos primatas do Cenp, visando à sua caracterização precisa. Assim, seria feita a análise das seqüências de microssatélites, para caracterização dos primatas; estudos citogenéticos em todos os exemplares mantidos no Cenp, visando à sua caracterização taxonômica; estudos morfológicos, hematológicos e parasitários nos primatas mantidos no Cenp. Por fim, pretendia-se a implantação e manutenção de um banco de fibroblastos de primatas na Amazônia.

Todas as metas acima foram atingidas totalmente (citogenética e morfologia) ou parcialmente (molecular e cultura de fibroblastos) até o momento da redação deste texto, estando as úl-

timas quase encerradas. O DNA de 165 espécimes foi isolado. A extração do DNA genômico foi feita pelo método de NaCl (Lahiri e Nurnberger, 1991). Foram usados três pares de *primers* para *loci* de microssatélites, desenvolvidos para o gênero *Alouatta* (*A. palliata*) por Ellsworth & Hoelzer (1998). Os *primers* AP 6 e AP 74 obtiveram bons produtos de amplificação na maioria dos indivíduos. Foram obtidos dados preliminares sobre identificação do número de alelos para esses *primers*. Os estudos citogenéticos foram realizados em animais de todas as espécies do Cenp. Foram definidos os números diplóides e realizados bandeamentos tradicionais, além de técnicas de citogenética

molecular, incluindo digestão por enzimas de restrição, bandeamento com DAPI e hibridização *in situ*, tanto em seqüências repetitivas (usando sondas teloméricas) como em sondas de cromossomos totais (pintura cromossômica) em algumas espécies. Estudos morfológicos, hematológicos e parasitários nos primatas man-

tidos no Cenp estão sendo feitos rotineiramente. Até o momento, foram realizados 8.757 exames, incluindo hemogramas completos, exame de fezes e pesquisa de parasitas (*plasmodium*, *trypanosoma* e microfilária). Por fim, o banco de fibroblastos de primatas na Amazônia, desenvolvido no projeto, já tem 47 linhagens celulares, representando 20 espécies diferentes.

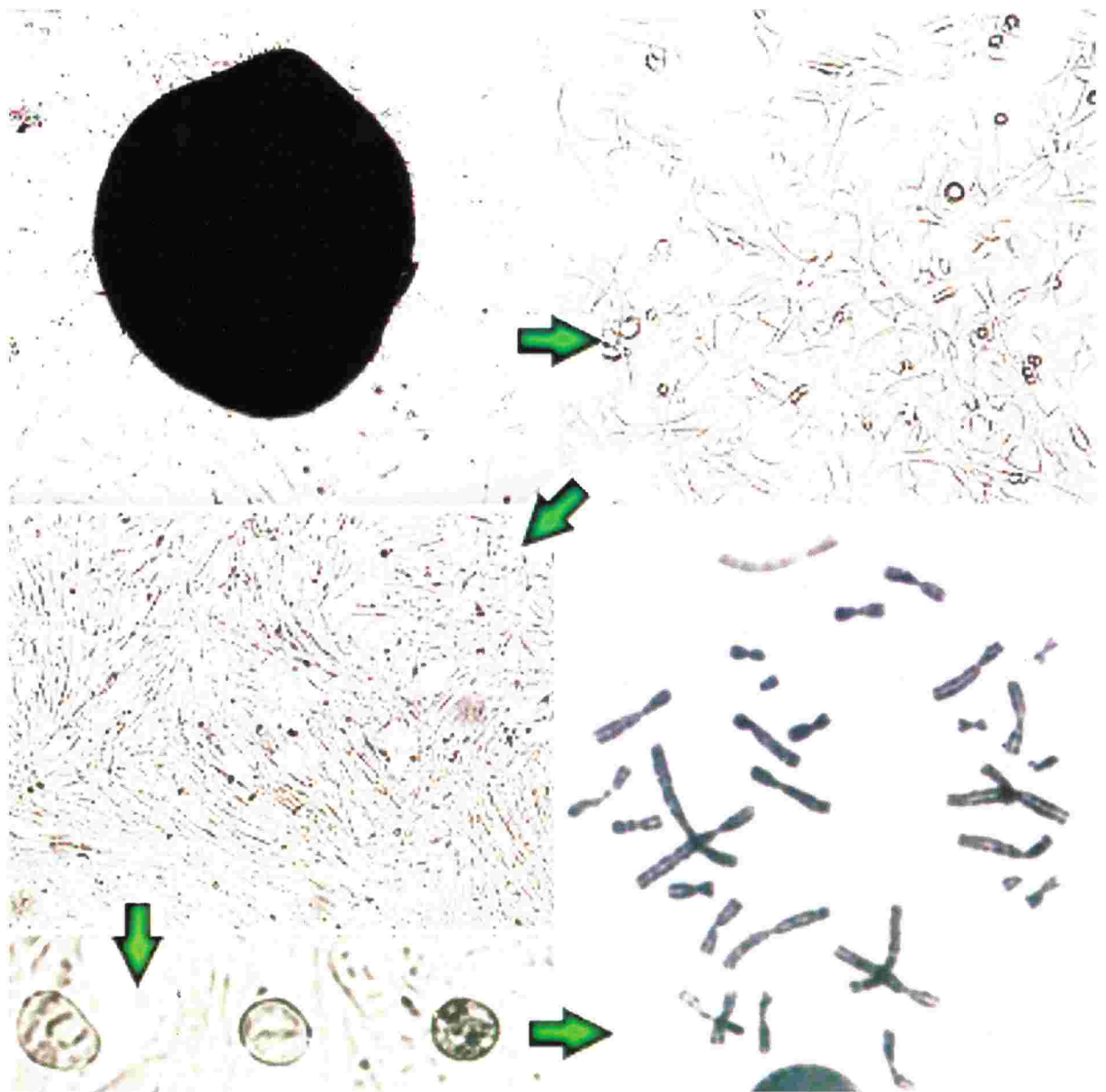


Figura 2 - Cultura de fibroblastos, demonstrando os passos necessários desde o implante de um pedaço de pele em meio de cultura, passando pelo crescimento celular, pela divisão celular, até a obtenção de cromossomos



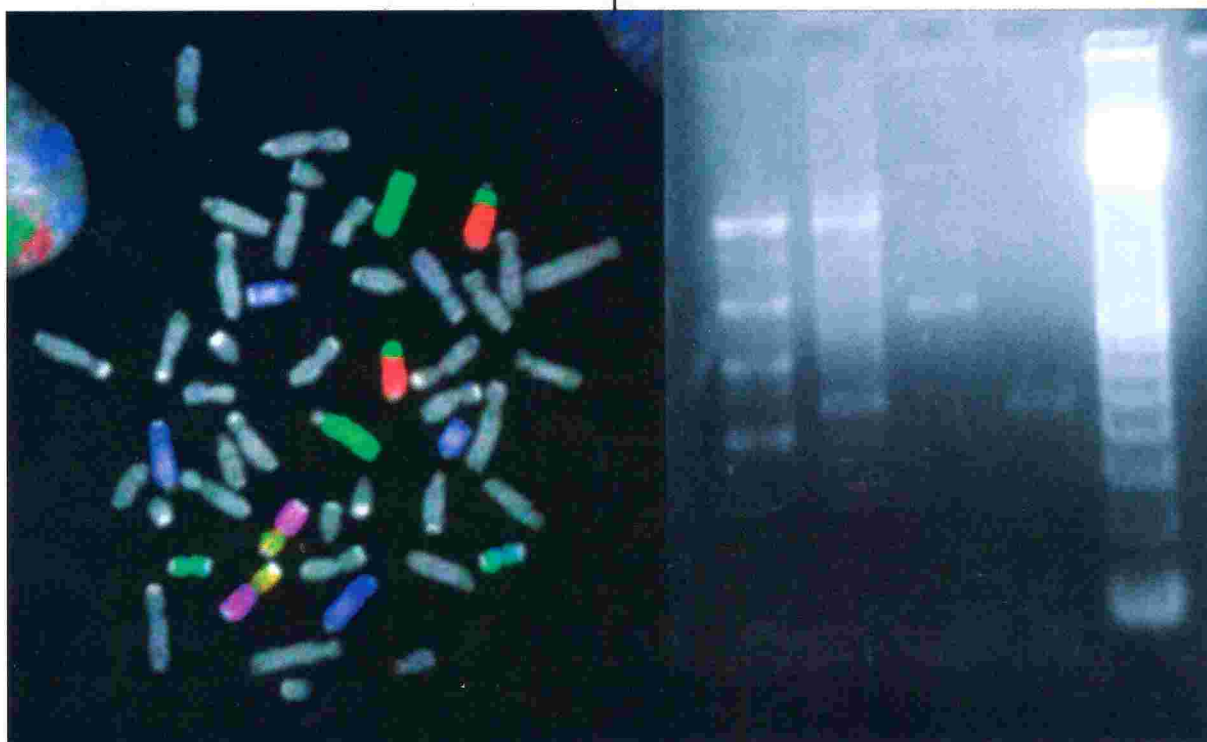


Figura 3 – Dados obtidos no projeto Primatas, apresentando uma metáfase com bandas G, uma com bandas C, uma com hibridização in situ colorida e um gel com RAPD

## Treinamento/Capacitação

Foi defendida uma tese de doutorado, duas de mestrado e dois trabalhos de conclusão de curso. Além disso, encontra-se em andamento uma tese de doutorado e uma de mestrado.

## Disseminação

Foram apresentados 29 trabalhos e seis palestras e mesas-redondas em congressos científicos nacionais.

### Publicações geradas

Foram publicados sete artigos em revistas internacionais indexadas e um capítulo de livro. No momento, há um artigo e dois capítulos de livro no prelo, além de dois artigos que estão submetidos.

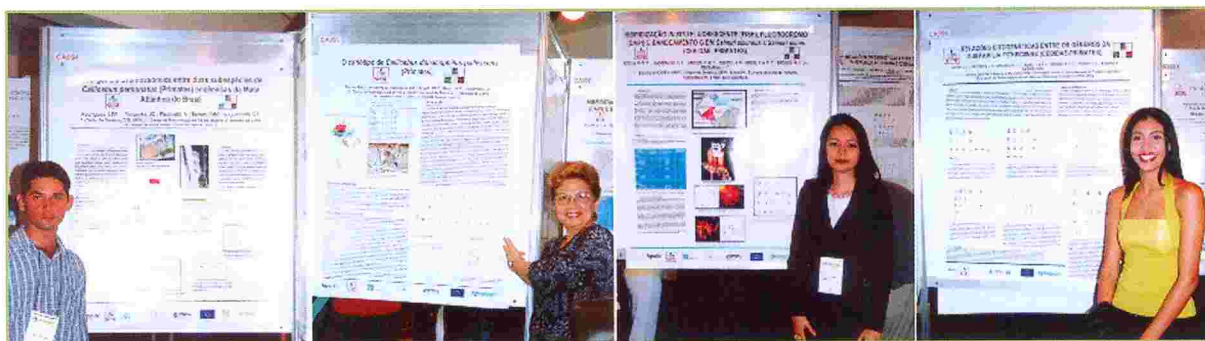
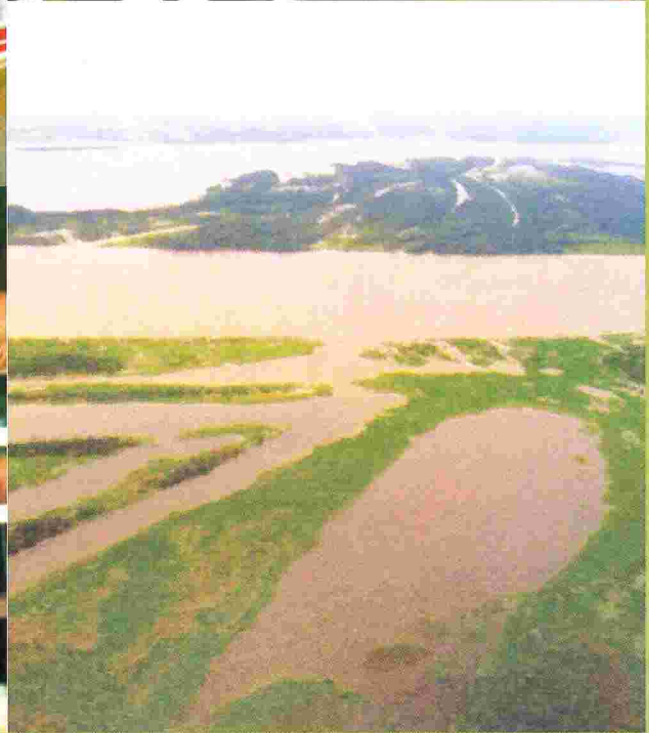


Figura 4 – Estudantes e pesquisadores do Projeto Primatas apresentando trabalhos no 46º Congresso Nacional de Genética





# Dinâmica das interações bioecológicas e pulso de inundações em áreas alagáveis

**Instituição:** Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – Inpa

**U.F. da instituição:** Amazonas, AM

**Coordenação:** Maria Gercília Mota Soares

**E-mail da coordenadora:** [gesoares@inpa.gov.br](mailto:gesoares@inpa.gov.br)

## Equipe

A. Cristina B. de Oliveira; Assad Darwich; Astrid C. de Oliveira; Auristela dos S. Conserva; Danielle Waldorff; Elsa R. Hardy; Ewald Muller; Henrique dos S. Pereira; Joachim Adis; Ilse Walker; Luiz R. Piedade; Lúcia M. de A. Maia; M. Teresa F. Piedade; Maristela L. de Farias; Wolfgang J. Junk; Carolina J. da Silva; James Morison; Luiz Martinelli; Reynaldo Victória.

## Sumário

O projeto desenvolve estudos sobre a vegetação, os principais componentes da fauna e as populações ribeirinhas em áreas inundáveis, testando a hipótese de que, nas áreas alagáveis, a força controladora da biota é o pulso hidrológico. Ecologicamente, áreas alagáveis são aquelas que recebem periodicamente o aporte lateral de águas de rios e lagos, da precipitação direta ou de lençóis subterrâneos, sendo de particular interesse, na região amazônica, aquelas associadas a rios e lagos. O ambiente físico-químico, resultante do fenômeno de inundações periódicas, caracteriza-se como um sistema hidrológico e geologicamente distinto que promove adaptações nos organismos, constituindo comunidades específicas. Para testar essa hipótese, estão sendo investigados: influência do ciclo de inundação na fenologia; fases de germinação de sementes e estabelecimento de plântulas; biomassa, produção primária, atividade fotossintética e balanço hídrico de espécies-chaves de comunidades vegetais; oscilações de populações de espécies-chaves de zooplâncton e interações tróficas com peixes; fontes de carbono por meio de isótopos estáveis de carbono C( $\delta^{13}\text{C}$ ) e nitrogênio ( $\delta^{15}\text{N}$ ) e avaliação de sua importância nas cadeias alimentares de peixes; escolha de *habitats*, migrações e ciclos de reprodução de invertebrados na floresta submersa em água preta; estratégias de sobrevivência de invertebrados terrestres, na floresta alagada, e de populações ribeirinhas. Adicionalmente, tem sido implementada a formação de recursos humanos. A equipe do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), proponente do projeto, mantém cooperações com instituições nacionais (Fundação Universidade do Amazonas – FUA, Universidade de São Paulo – USP) e internacionais (Instituto Max-Planck para Limnologia – MPI, Plön, Alemanha, e Universidade de Essex, Colchester, Inglaterra). Os conhecimentos gerados no projeto, inicialmente, terão impacto na comunidade científica. Posteriormente, em empresas que elaboram relatórios de impacto ambiental para a normatização do uso das áreas alagáveis.



## Introdução

As áreas alagáveis são ecossistemas complexos que oscilam entre as fases terrestre e aquática. A alternância dessas fases resulta em modificações drásticas nas condições ambientais, na composição faunística e florística, exigindo adaptações de caráter morfológico, anatômico, fisiológico, fenológico ou etológico, constituindo

comunidades específicas. Para testar a hipótese de que, nas áreas alagáveis, a força controladora da biota é o pulso hidrológico, foram investigados os principais componentes da vegetação, fauna e populações ribeirinhas. Por meio dos estudos realizados neste projeto, considerados como *study cases*, adaptações de importância, como resposta ao pulso de inundação, foram detectadas.

## Metodologia

As coletas de informações estão baseadas em levantamentos intensivos e sistemáticos de dados em áreas alagáveis, especialmente no lago Camaleão, Ilha da Marchantaria, AM. No ciclo hidrológico, foram coletadas plantas, frutos, peixes, invertebrados aquáticos e terrestres. Concomitantes às coletas, foram monitorados

parâmetros físicos, químicos e físico-químicos da água. Os processos migratórios dos moradores da Ilha da Marchantaria foram identificados por meio de entrevistas semi-estruturadas com lideranças comunitárias e com uma amostra de famílias-membros das comunidades. Foram realizados experimentos controlados em casas de vegetação, tanques ou áreas experimentais no campo e laboratório.



## Resultados alcançados

Os estudos realizados no projeto, considerados como *study cases*, detectaram adaptações de importância como resposta ao pulso de inundação.

Os padrões fenológicos das populações de espécies arbóreas indicam uma sincronia intra-específica relacionada, principalmente, ao período de altos índices de insolação e flutuações de nível do rio. *Annona hypoglauca* e *Tabebuia barbata* florescem na fase terrestre, frutificam no início da enchente, terminando no pico da cheia. *Pseudobombax munguba* floresce e frutifica na enchente. *Psidium* sp., *Buchenavia* sp., *Sloanea* cf. *excelsa*, *Alchornea*, *Maitenus* sp., *Pouteria cuspidata* e *Himatanthus sucuuba* ocupam diferentes nichos ao longo do gradiente de inundação e têm várias estratégias de germinação e crescimento que parecem conferir vantagens para estabelecimento e eventuais ataques de herbívoros.



*Pseudobombax munguba* (mungubeira)

O *Colossoma macropomum* (tambaqui) tem os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  do tecido que refletem as diferenças nas dietas entre períodos, enquanto o  $\delta^{15}\text{N}$  mostra a origem dos itens alimentares: vegetal, na época de águas altas (cheia), e animal, nas águas baixas. A fonte primária mais importante durante todo o ciclo hidrológico foi o grupo de plantas de via fotossintética  $\text{C}_3$ , consumidas como frutos e sementes no primeiro nível trófico durante o período de águas altas; num segundo nível trófico, por meio de pequenos animais herbívoros, durante o período de águas baixas.



A fauna de invertebrados aquáticos mostra alto grau de endemismo. No lago Camaleão, o zooplâncton tem maior riqueza, no período de enchente e menor, nas águas baixas (seca). A composição específica varia sazonalmente: no período de enchente, o grupo dominante é Copepoda e, nas águas baixas, Cladocera. Onze espécies de peixes zooplanctívoros constituem importantes reguladores do zooplâncton no lago.

As formigas dominantes, amostradas na floresta de várzea na ilha, de forma semelhante à maioria dos invertebrados, têm o padrão de ocupação e distribuição em função do ciclo hidrológico. Por exemplo, na cheia, espécies dos gêneros *Crematogaster* e *Pheidole*, que normalmente nidificam no solo, ocupam galerias em galhos de *Vitex cymosa* (tarumã), onde permanecem até a retração das águas. Os cupins do gênero *Nasutitermes*, durante as alagações, selecionam espécies arbóreas como *Pseudobombax munguba*, *Salix martiana*, *Tabebuia barbata* e *Crateva benthami*, que são tolerantes à alagação. A alta concentração de açúcares dessas arbóreas, na fase alagada, permite a sobrevivência desses invertebrados.





Ilha da Marchanaria

As comunidades ribeirinhas da ilha têm três tipos de estratégias de migrações:

- 1) ocupação temporária – famílias ocupam a ilha na porção mais nova, cotas mais baixas, na época da seca para cultivar hortaliças de ciclo de produção curto;
- 2) ocupação permanente – famílias ocupam a porção mais antiga da ilha, cotas mais altas, permanecem durante a alagação e cultivam plantas de ciclo de produção mais longo (6 meses);
- 3) ocupação sazonal – cotas intermediárias, as famílias residem na ilha, porém migram no pico da cheia.



## Treinamento/Capacitação

- Alunos de doutorado – 2
- Alunos de mestrado – 2
- Alunos de conclusão de curso/monografias – 6
- Bolsistas de iniciação científica – 13
- Estagiários – 3





### Produção Científica (2000 – 2002)

- Artigos científicos publicados – 10
- Artigo aceito para publicação – 1
- Artigos científicos submetidos a publicação – 6
- Artigos em fase de publicação (a ser submetido) – 5
- Capítulos de livros – 4
- Livros – 2
- Resumos publicados em anais – 28

## Disseminação

### Cursos

- Cultivo e manejo de plantas de interesse fitoterápico, fitocosmético e nutricional. Ministrado no Curso de Mestrado em Biotecnologia de Produtos Regionais da Universidade do Estado do Amazonas.

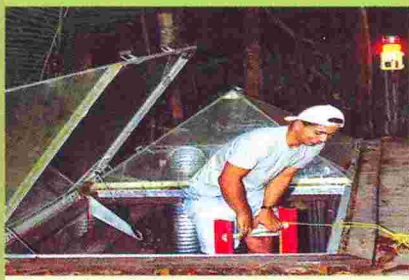
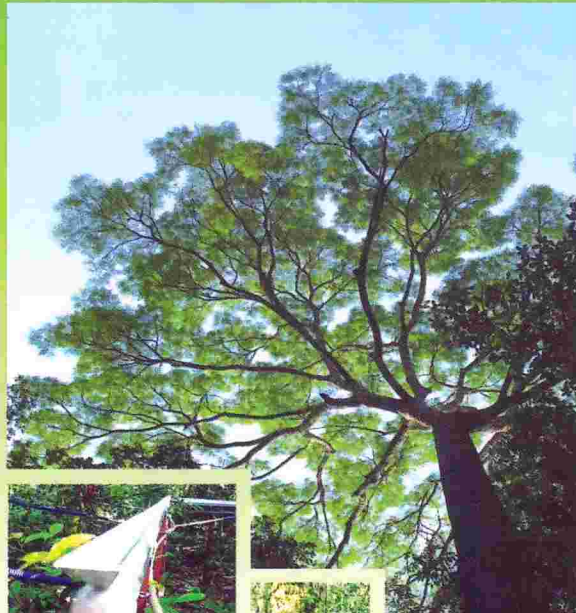
### Visitas

- Visita de comunidades da Ilha da Marchantaria ao Bosque da Ciência, no Inpa, para promover interação entre o grupo de pesquisa e a comunidade, e divulgação de conhecimentos.
- Visita técnica dos alunos de Curso de Mestrado em Biotecnologia ao Herbário e ao Setor de Montagem do Inpa.

### Outros

- Mutirão de Saúde, parceria Inpa e Instituto Alfredo da Matta para a melhoria da condição de saúde dos trabalhadores da ilha.







# Contribui a floresta amazônica para o balanço global de carbono?

*Um estudo integrado ligando o seqüestro de carbono pela floresta à hidrologia e aos ciclos biogeoquímicos de nutrientes – Ecocarbon*

**Instituição:** Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

**U.F. da instituição:** Amazonas, AM

**Coordenação:** Antonio Donato Nobre

**E-mail do coordenador:** [anobre@inpa.gov.br](mailto:anobre@inpa.gov.br)

## Equipe

Flávio J. Luizão; Regina C. C. Luizão; Sonia S. Alfaia; Ieda L. Amaral; Eleusa Barros; Ricardo Dallarosa; Ari O. Marques; Luiz A. G. de Souza; Antonio O. Manzi; Javier Tomasella; Alessandro C. Araújo; L. Adriana Cuartas-Pineda; Débora Druker; Maria T. F. Monteiro; Arlem N. Oliveira; Fabiane L. Oliveira; Sylvia M. Oliveira; Vanusa Pacheco, Romilda M. Q. Paiva; Sanclever F. Peixoto; Tânia P. Pimentel; Celso Randow; Lucinéia S. Sousa; Karime R. S. Bentes; J. Edivaldo Chaves; Jorge A. L. Costa; Glauco S. Gonçalves; Antonio H. M. Nascimento; Wanderbi G. Neto; José F. Ramos; José L. Santos; Danny W. B. Vital; Hermes Xavier; René Boulet; Paolo Ciccicoli; Albertus J. Dolman, Jan A. Elbers; John H. C. Gash; Martin G. Hodnett; Wilma P. Jans; Bart Kruijt; Mathieux Lamote; Paolo Stefani; Ricardo Valentini; Maarten J. Waterloo.

## Sumário

A pesquisa em andamento no projeto Ecocarbon visa esclarecer os mecanismos que ligam a água e nutrientes com o balanço geral entre fotossíntese e respiração, algo determinante para o potencial de seqüestro do carbono atmosférico. Para fixar o CO<sub>2</sub> as plantas precisam da energia do Sol, de água e de nutrientes, além obviamente da capacidade genética de lidar com o ambiente. A água exerce um papel fundamental em todos os processos fisiológicos das plantas, seja nas transferências de nutrientes entre vários compartimentos, seja na regulação da abertura e fechamento de estômatos nas folhas, o que afeta diretamente as trocas gasosas com a atmosfera, e, conseqüentemente, a capacidade de absorção de CO<sub>2</sub>. O Mg é parte essencial da molécula clorofila. O N é componente essencial da enzima rubisco. Clorofila e rubisco são apenas dois na miríade de moléculas orgânicas envolvidas no processo de fotossíntese. Os nutrientes são peças fundamentais no maquinário

enzimático do processo que transforma dióxido de carbono em açúcar dentro das folhas. A compreensão dos mecanismos de transferência, disponibilidade e consumo dos nutrientes que afetam a capacidade de crescimento das plantas é essencial para se explicar e eventualmente prever um crescimento continuado de biomassa.

Para estudos intensivos e de longo prazo dos ciclos do carbono, da água e dos nutrientes, este projeto instrumentou uma bacia hidrográfica com 6,25 km<sup>2</sup> de área, recoberta com florestas típicas de terra-firme e localizada ao norte de Manaus, dentro da reserva biológica do Cuieiras (Inpa). Por meio do estudo comparativo de fluxos direcionais associados ao vento local, constatou-se uma acentuada diferença de produtividade (saldo da troca de CO<sub>2</sub> do ecossistema com atmosfera) entre florestas das áreas elevadas e aquelas dos baixios. Estudos da concentração de N, em folhas das árvores, liteira e solo, indicaram que as florestas das áreas de baixio podem estar estressadas para esse nutriente. Complementarmente, o estudo de



fixação de N indicou que as árvores leguminosas do baixo possuem maior frequência de nodulação nas raízes que árvores similares das áreas altas. Outro resultado importante foi a verificação de que o solo argiloso das áreas altas funciona como filtro, retirando da água de percolação a maior parte dos nutrientes e carbono dissolvidos. Portanto, a carga de nutrientes e carbono nos rios muito provavel-

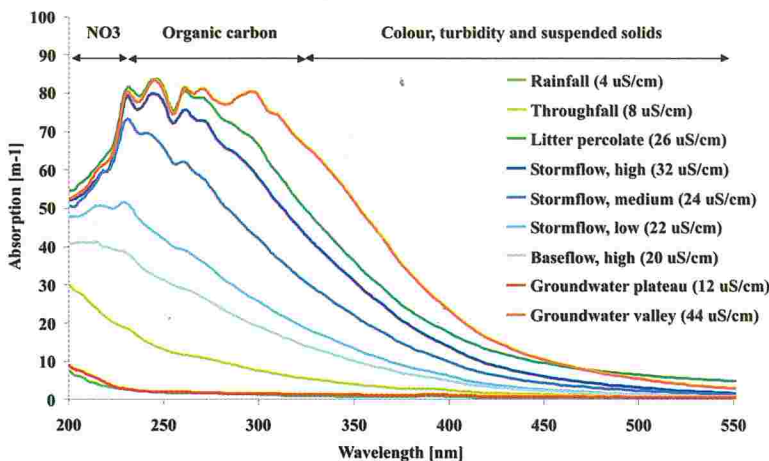
## Introdução

Existe uma convergência de evidências que aumenta muito a probabilidade do efeito estufa ser o principal responsável pelo aquecimento da Terra (IPCC, 2001). O efeito estufa é promovido pela acumulação anormal de gases na atmosfera, como o  $\text{CO}_2$ , o  $\text{CH}_4$ , o  $\text{N}_2\text{O}$ , entre outros, que permitem a entrada da energia da luz solar, porém restringem a saída do correspondente calor emitido pela Terra para o espaço. Todos esses gases são produzidos e consumidos em uma variedade de processos biogeoquímicos naturais no sistema terrestre. Para a década de 1990, o IPCC estimou a biota terrestre como sendo um sumidouro líquido de  $\text{CO}_2$  de aproximadamente  $1,4 \text{ Gt C ano}^{-1}$  (assimilação líquida pela biota terrestre menos as emissões devidas às mudanças dos usos da terra). Em virtude da grande extensão, as florestas tropicais úmidas têm um papel importante no ciclo global do carbono, tanto por conterem algo como 40% do C estocado na biomassa terrestre, como por serem responsáveis por 30% a 50% de toda a produtividade terrestre (Philips *et al.*, 1998).

A teoria ecológica clássica há muito descreve a floresta tropical clímax como um ecossistema no qual a produção primária pela fotossíntese é balanceada pela respiração e, conseqüentemente, o saldo do ecossistema é

mente tem sua origem ocorrendo somente nas áreas de inundação ou nas áreas de baixo com solos arenosos. Essa bacia hidrográfica equipada com torre de fluxo e sofisticada instrumentação hidrológica, hidroquímica e biogeoquímica apresenta hoje condições excepcionais e únicas para monitoramento de longo prazo do efeito do clima sobre a floresta de terra-firme e vice-versa.

próximo de zero. Em contraste a essa visão, descobertas provenientes da avaliação de mudanças nos estoques de biomassa (Philips *et al.*, 1998) ou medições diretas no saldo de trocas do ecossistema (Grace *et al.*, 1995; Malhi *et al.*, 1998, Araújo *et al.*, 2002) apontam para o papel das florestas tropicais como um potencial sumidouro de C ( $0,62 \text{ t C ha/ano}$  a até  $7 \text{ t C ha/ano}$ ). Ainda que se leve em conta as grandes incertezas existentes sobre essas medidas, o balanço das evidências observacionais aponta para a possibilidade de que essas florestas estejam de fato funcionando como sumidouros de carbono da atmosfera (Nobre & Nobre, 2002; Schimel *et al.*, 2001). Contudo, os estudos que medem diretamente as trocas de C entre o ecossistema e a atmosfera têm ignorado o destino do C possivelmente seqüestrado pela floresta. Uma parte deste C extra pode estar se incorporando no estoque de biomassa do ecossistema (Philips *et al.*, 1998). O C que não é acumulado como biomassa poderia estar retornando à atmosfera como  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  ou moléculas orgânicas maiores de compostos voláteis emitidos pelas plantas. O C poderia estar ainda acumulando como frações refratárias da matéria orgânica no solo ou mesmo poderia estar deixando o ecossistema dissolvido nas águas de drenagem ou na forma particulada em processos erosivos.



### Comprimento de Onda UV-VIS (nm)

*Espectrograma de Absorção típico para diversas águas na bacia hidrográfica de estudo. A concentração de espécies de carbono dissolvidas e outras é monitorada continuamente no igarapé e freqüentemente nas águas de chuva e outras. Estes resultados indicam que a água subterrânea sob a área de platô é quase tão pura quanto à da chuva, mesmo com a água que a alimenta de cima (percolado de liteira) tendo as concentrações de carbono e outras espécies altas.*



## Metodologia

### Trocas de CO<sub>2</sub> com a atmosfera

As trocas aéreas de CO<sub>2</sub>, que permitem estimar a produtividade líquida total na bacia, são estimadas a partir de medidas contínuas feitas utilizando técnica de correlação de vórtices turbulentos [torre de 50 m, anemômetro sônico tridimensional *solent* e analisador infravermelho *licor* de CO<sub>2</sub>]. Método detalhado é descrito em Araújo *et al.* (2002).

### Hidrologia e fluxos associados

Transferência, armazenamento e qualidade da água, nos variados compartimentos do ecossistema florestal, estão sendo estudados por amostragem espacial. São monitorados continuamente a precipitação [quatro estações pluviométricas espalhadas ao redor da bacia; uma estação para monitoramento da química da precipitação] e os processos associados, como a transprecipitação e a água que escorre pelos galhos e troncos [canaletas conectadas a pluviômetros; escoamento de troncos coletado com bandas de alumínio, desviando o fluxo para tubulações conectadas a pluviômetros]. São acompanhadas ainda as águas que infiltram no solo, os movimentos, de onde as raízes estão sugando, e qual o seu destino final. A água profunda no lençol freático é monitorada, assim como também a água de drenagem lateral, na pendente topográfica e aquela que ganha o igarapé. Em todos com-

partimentos, são monitoradas concentrações de carbono dissolvido e particulado [sonda UV-VIS *Scan*], concentrações de cátions e ânions inorgânicos [cromatógrafo *Dionex*] e concentrações de vários nutrientes na forma elementar [absorção atômica *Perkin Elmers*].

### Fluxos gasosos

A respiração do solo (emissão de CO<sub>2</sub>) é continuamente monitorada [quatro câmaras automáticas e analisador infravermelho *PPsystems*]; avaliação de variações espaciais nessas emissões é feita com um sistema móvel [câmara e analisador *PPsystems*]. As emissões de compostos orgânicos voláteis (isoprenos, terpenos etc.) são estudadas no modo de campanhas intensivas sazonais. Estudo específico de fixação de N<sub>2</sub> atmosférico, uma desconhecida entrada de N mineral no sistema, também está sendo conduzido.

### Fluxos ecológicos

Os nutrientes também estão sendo monitorados nas fases sólidas [distribuição espacial e temporal da queda da liteira fina e da contribuição para a disponibilidade de nutrientes no solo; distribuição de nutrientes no solo] e biológicas [plantas: conteúdo de nutrientes nas folhas; micróbios: variações quantitativas da biomassa microbiana no tempo e no espaço], permitindo uma associação com outras informações relativas à dinâmica do C e da água.



*A respiração do solo é monitorada com um sistema automático de câmaras que se fecham e medem a taxa de aumento da concentração de dióxido de carbono no seu interior. Como o solo responde por até 85% de todo CO<sub>2</sub> emitido por essas florestas, sua medida freqüente e acurada é de suma importância. A respiração contrapõe a fotossíntese e define na somatória com esta qual o saldo de produtividade do ecossistema. Ela é altamente variável no tempo e no espaço, requerendo desenho experimental cuidadoso.*

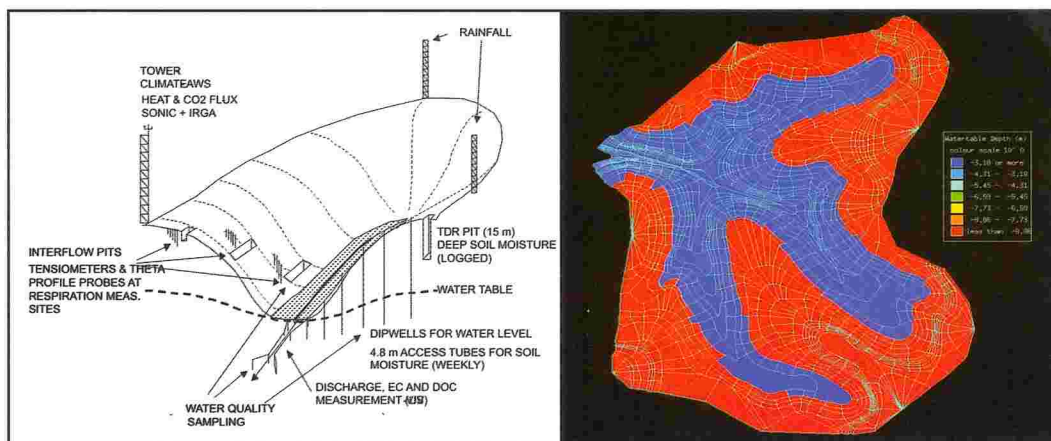




## Resultados esperados e resultados alcançados

O principal resultado esperado da abordagem multidisciplinar, neste estudo, era desvendar processos ou aumentar a compreensão sobre a complexidade do ciclo do C em florestas tropicais. Os componentes de fluxos por torre, de fluxos ecológicos, os levantamentos pedológicos e botânicos, os estudos específicos de fixação de N e outros estudos individuais avançaram no ritmo previsto e já produziram resultados isolados interessantíssimos. Contudo, um tempo significativo do projeto foi consumido montando as instalações e instrumentos hidrológicos e hidroquímicos. Sob chuva torrencial, as condições de terreno dentro da floresta eram difíceis. Treinamento para dominar a sofisticação dessa instrumentação, na sua maioria com registradores automáticos de dados, consumiu também tempo considerável. Mas, apesar dos atrasos, assim que os instrumentos foram entrando em operação e os dados fluindo, já se pôde fazer conexões com achados nos outros componentes do estudo. O resultado mais notável alcançado até o momento é a descoberta sobre a importância das condições hidrológicas do terreno no condicionamento da capacidade de se-

questro de C pela vegetação. Várias medidas independentes indicam que as florestas de baixo sobre solos arenosos e sob estresse hídrico tenham saldo de produtividade significativamente menor do que as florestas de encostas e platôs. Como o relevo amazônico em extensíssimas áreas é composto por um mosaico de terrenos argilosos em platôs dissecados por vales arenosos alagadiços, esse achado tem grandes implicações para a contabilidade geográfica do papel das florestas de terra-firme no ciclo do carbono. Outro achado preliminar com implicações importantes é que a maior parte do carbono dissolvido e particulado, encontrado no curso de água, tem origem aparentemente somente nos terrenos baixos. Os terrenos argilosos dos platôs parecem funcionar como filtros que retêm carbono e nutrientes das águas de percolação. Contudo, no curto intervalo deste projeto a pergunta principal ainda não pode ser respondida cabalmente. Somente com maior integração dos dados ecológicos, hidrológicos e biogeoquímicos, poder-se-á avançar na direção de confirmar ou aperfeiçoar os resultados das torres de fluxo. Essa integração leva tempo.



**Bacia Hidrográfica Instrumentada** (a) O projeto Ecocarbon analisa uma área recoberta por floresta típica de terra-firme para estudar o comportamento hidrológico, hidroquímico e ecológico dessa unidade da paisagem. A maioria dos instrumentos coleta dados automaticamente. (b) O modelo digital de elevação do terreno mostra a profundidade e a distribuição da água no solo.

## Treinamento/Capacitação

### Educação ambiental

Foi apoiado programa da TV japonesa (NHK) *superteachers* que envolveu crianças brasileiras; encontra-se em fase de planejamento um programa para combinar turismo ecocientífico de baixo impacto

(principalmente com visitantes estrangeiros) com educação ambiental (principalmente com crianças de Manaus), visando esclarecer o papel da floresta em relação à atmosfera e ao clima, por meio da experiência direta em campo e com a observação de instrumentação em funcionamento.

## Capacitação

Dois bolsistas estarão utilizando a riqueza de dados produzida pelo projeto em doutorados, a partir de 2003 (Holanda e São Paulo), com planos de tese interdisciplinares. Duas teses de mestrado de ecologia estão em andamento no Inpa e duas mais estarão iniciando-se brevemente. Também estão sendo estabelecidas parcerias com outros programas de pós-graduação (USP São Carlos, hidrologia; Inpe, meteorologia; Universidade Livre de Amsterdam, geofisiologia) para intercâmbio de alunos e para uma expansão dos be-

nefícios agregados da infra-estrutura de pesquisa ambiental criada nessa bacia hidrográfica.

## Treinamento

Em métodos, instrumentação e pesquisa de campo para 12 estudantes/bolsistas e 10 técnicos nos assuntos de hidrologia, hidroquímica, ecologia física, biogeoquímica e microme-teorologia. Treinamentos no exterior, com parceiros estrangeiros, em fluxos por torres e hidrologia avançada. Treinamento em São Paulo em cromatografia de íons para análise de águas.

## Disseminação

### Documentários e TV

*National Geographics*: documentário de 50 minutos para TV com participação deste projeto, apresentado no mundo em 14 idiomas, incluindo Brasil; esta pesquisa estará também sendo retratada em artigo de sua famosa revista ilustrada sobre o ciclo do carbono.

*TV Globo* (4 minutos – *Jornal Nacional*, notícias em *Jornal da Globo*, *Jornal Hoje*, *Bom Dia Brasil*, jornal local e no *AmazonSat*), *TV Cultura*, *TV italiana*, *TV suíça*, *TV japonesa* e *TV inglesa*. As matérias contiveram explicações básicas e didáticas sobre o ciclo do carbono, o aquecimento global e o efeito estufa, a fisiologia simplificada de plantas, o funcionamento da floresta de terra-firme e sobre como se estuda o ciclo do carbono. Algumas matérias contiveram aspectos mais aprofundados sobre as conexões entre as políticas de desenvolvimento e a estabilidade das florestas com implicações sobre o clima.

### Formação de opinião/comunidades

Visitaram o projeto Ecocarbon: delegados do IPCC [órgão da ONU responsável pelo suporte científico a protocolos internacionais do tipo Convenção do Clima e protocolo de Kyoto (veja mais em <http://www.ipcc.ch/>); membros de governo [embaixador do Brasil em Washington, secretário-executivo para Ciência, Tecnologia e Ambiente do Governo Bush] e influentes lideranças científicas internacionais [T. Lovejoy, G. Prance], além de um grande número de colegas em áreas afins, que ajudam a disseminar os resultados integrados e os potenciais sinergismos dessa área de pesquisa. Produziu interessantes repercussões nas lideranças indígenas, a palestra sobre o ciclo do carbono e as implicações de valorização das florestas nativas no interesse das populações nativas, apresentada no primeiro Fórum Indígena sobre Mudanças Climáticas, em outubro de 2001, organizado pela Confederação das Nações Indígenas da Amazônia Brasileira.

### Encontros

9<sup>th</sup> LBA SSC Meeting (mai/2001, Brasília); Seminário Propostas de Ciência & Tecnologia PPG7 (jun/2001, Manaus); IGBP Global Change Open Science Conference (jul/2001, Amsterdam); 5<sup>th</sup> CO<sub>2</sub> Conference (set/2001, Tokyo); Fórum Indígena Mudanças Climáticas (out/2001); 1<sup>o</sup> Encontro Participantes PPG7 (out/2001, Cuiabá); American Geophysical Union Fall Meeting (dez/2001, San Francisco); 1<sup>o</sup> Workshop Torres Fluxo LBA (dez/2001, Cachoeira Paulista); 2<sup>nd</sup> CarboEurope Meeting (mar/2002, Budapest); 11<sup>th</sup> LBA SSC Meeting (mai/2002, Piracicaba); Fluxnet Synthesis Workshop (jun/2002, Orvieto); 1<sup>o</sup> Congresso Bolsistas Experimento LBA (mar/2002, Belém); 2<sup>o</sup> Conferência Científica Internacional LBA (jul/2002, Manaus).

### Publicações

NOBRE & NOBRE (2002), ARAÚJO *et al.* (2002), CHAMBERS *et al.* (aceito) e participações em ANDREA *et al.* (2002), MALHI *et al.* (2002), KRUIJT *et al.* (aceito), SOTTA *et al.* (submetido).







# Efeitos da seca prolongada na Amazônia: quando a floresta torna-se inflamável?

**Instituição:** Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia – Ipam

**U.F. da instituição:** Pará, PA

**Coordenação:** Paulo Moutinho

**E-mail do coordenador:** [moutinho@amazon.com.br](mailto:moutinho@amazon.com.br)

## Equipe

Paulo Roberto de Souza Moutinho; Daniel Nepstad; Moacyr Bernardino Dias-Filho; José Benito Guerrero; Gina Cardinot; Cláudio José Reis de Carvalho; Noemi Viana; Ricardo Figueiredo; Kemel Kali; Regina Silva; Letícia Lima; Josy Lira; Ingrid Marisa Tohver; Luciana Mônaco; Eric Davidson; Francis Yoko Ishida; Marcelo Moreira; Jeff Chambers.

## Sumário

Grande parte da floresta amazônica só existe em função da alta tolerância à seca. Mais da metade das florestas da região sofrem estiagens anuais que duram de três a cinco meses, entre julho e novembro. Mesmo após várias semanas seguidas sem receberem uma única gota de chuva, continuam verdes, úmidas e imunes ao fogo. Isso acontece porque essas florestas, durante o período de seca, são capazes de captar água do solo que se encontra estocada a mais de 10 metros de profundidade. São as chamadas “florestas de raízes profundas”. Mas essa resistência à seca tem limite. Se a estiagem for muito prolongada, como acontece durante os anos sob efeito do evento climático conhecido por El Niño, o solo profundo também fica seco, impedindo que as raízes sejam abastecidas de água. Por conta das mudanças climáticas globais, do desmatamento descontrolado e das queimadas, é possível que, no futuro, os períodos de seca provocados pelo El Niño sejam mais frequentes e mais intensos na Amazônia. Sob essa condição climática, a floresta da região se tornaria mais seca e quente e, certamente, mais susceptível ao fogo. Por meio do projeto *Efeitos da Seca Prolongada na Amazônia: quando a floresta torna-se inflamável?*, esse possível futuro climático de seca e calor está sendo antecipado e as respostas da floresta a essa condição estão sendo monitoradas.

*Qual será a resistência da floresta amazônica a secas prolongadas?* Quais espécies de árvores sobreviverão sob um cenário de clima alterado? Quais os riscos de ocorrência de grandes incêndios florestais no futuro? Essas e outras dezenas de perguntas estão sendo respondidas pelo projeto, permitindo o aprimoramento de modelos que calculam os riscos de incêndios florestais e gerando informações úteis para um melhor planejamento da conservação e do uso sustentável dos recursos florestais da Amazônia. Os trabalhos estão sendo desenvolvidos na Floresta Nacional do Tapajós, em Santarém, no Estado do Pará, em parceria com o Woods Hole Research Center (WHRC) e a Embrapa Amazônia Oriental, e contam com o apoio do Ibama-Santarém.





## Introdução

Quando o El Niño (Enso), um fenômeno climático produzido pelo aquecimento periódico das águas superficiais do Pacífico Sul, está atuante, grandes áreas de floresta tropical na Amazônia, Bornéu e México sofrem severa estiagem. Por exemplo, em 1997 e 1998, durante o Enso mais intenso do século, a resistência natural das florestas dessas regiões ao fogo ficou comprometida (Nepstad *et al.*, 2001, Goldammer, 1999) e grandes incêndios florestais foram registrados (Nepstad *et al.*, 1999; 2000). Só na Amazônia brasileira, mais de 30 mil km<sup>2</sup> de florestas em pé foram atingidas pelo fogo (Del Carmen *et al.*, 2002). Em Kalimantan, na ilha de Bornéu, a área de floresta afetada pelas chamas chegou a 26 mil km<sup>2</sup>. Esse cenário de grandes incêndios poderá ser comum no futuro se for confirmada a relação entre o aumento de frequência e intensidade dos eventos de Enso com o aquecimento global (espera-se um aumento de 3° a 4°C na temperatura do ar nas regiões tropicais) (Trenberth e Hoar, 1997).

Apesar da grande importância dos eventos do El Niño e do aquecimento global para as flo-

restas tropicais, a comunidade científica ainda tem capacidade reduzida de previsão sobre como essas florestas responderão às mudanças climáticas que estão sendo previstas para o futuro. Para tentar avaliar quais seriam essas respostas, um grande experimento de exclusão de chuva está sendo conduzido, na Amazônia brasileira, com o objetivo de monitorar as mudanças impostas por uma estiagem prolongada e intensa, como aquela que ocorre em períodos sob a ação do El Niño. Vários aspectos importantes do funcionamento e da estrutura da floresta estão sendo medidos sistematicamente, na tentativa de se estabelecer o limiar de seca acima do qual a floresta amazônica torna-se inflamável. Os resultados alcançados até o momento deverão subsidiar as ações dos tomadores de decisão quanto à política florestal a ser adotada na região, de modo que não haja implicações negativas para a mudança climática global. Ainda, vários desses resultados, servirão para aprimorar os modelos de previsão de incêndios florestais na Amazônia e, assim, orientar as ações de prevenção e controle do fogo florestal.



## Metodologia

O projeto de exclusão de chuva está sendo conduzido na Floresta Nacional do Tapajós (Flona Tapajós). A pluviosidade da região varia entre 600 mm e 3.000 mm por ano (média=2.000 mm). Normalmente, a estação seca inicia-se em meados de junho e se estende até o início de dezembro. Durante esse período, a chuva é reduzida e não é incomum chover menos do que 100 mm por mês. O solo (latossolo) é ácido e argiloso e o lençol freático é profundo (>100 m). Para avaliar os efeitos da seca prolongada sobre a floresta, foram estabelecidas duas parcelas (um hectare cada), ambas similares quanto à estrutura da vegetação e à composição florística. Cinquenta e quatro espécies de árvores foram comuns às duas parcelas, cada uma representada por, pelo menos, dois indivíduos por parcela. As parcelas estão localizadas em áreas onde a maior parte da copa apresenta uma altura inferior a 30 metros.

Os efeitos da seca sobre a estrutura da floresta e os processos ecológicos estão sendo estudados comparando-se as respostas da vegetação entre as parcelas de um hectare, sendo que em uma delas a chuva é excluída (parcela tratamento), com auxílio de painéis plásticos, e a outra, distante 25 m da primeira, serve de controle. Como os estudos ecossistêmicos de larga escala que envolvem manipulação apresentam limitações práticas à replicação de tratamentos, antes do início da exclusão, foram realizadas medidas simultâneas nas parcelas por um período (período de calibração) de um ano (1999). Dessa forma, foi possível avaliar as diferenças naturais entre ambas, de modo a permitir uma real avaliação dos efeitos do experimento sobre a floresta. Para evitar que a vegetação contida dentro de cada parcela fosse abastecida pela água armazenada no solo ao redor, uma trincheira (1 m a 1,7 m) foi escavada ao longo de todo o perímetro. Uma rede



de subparcelas (10 m x 10 m) foi estabelecida em cada parcela e arredores, formando uma rede de pontos, cada um representando um local de amostragem.

Um total de 5.660 painéis (3 m x 0,5 m), revestidos com plástico transparente, foram dispostos sobre suportes de madeira instalados na parcela tratamento. Esses painéis ficam expostos somente durante a estação de chuva (janeiro/maio). A serrapilheira acumulada sobre os painéis é diariamente removida e devolvida ao solo.

## Resultados alcançados

Após dois ciclos anuais excluindo a chuva (2000 e 2001) na Floresta Nacional do Tapajós, várias respostas importantes da vegetação ao estresse hídrico foram registradas. Um dos principais foi uma redução significativa do crescimento das árvores e, conseqüentemente, da produtividade primária, e um correspondente aumento em mortalidade. A seca induziu, ainda, a uma produção de flores e frutos das árvores sob efeito da exclusão.

**Produção de flores e frutos:** a taxa de frutificação de uma comunidade de 43 espécies de árvores, comuns entre as parcelas controle e aquela sob exclusão de chuva (parcela tratamento), parecem ter declinado em resposta ao tratamento. A frutificação é elevada no final da estação seca e baixa no final da estação chuvosa em ambas as parcelas. Contudo, a taxa observada foi 50% a 100% menor na parcela tratamento desde que os painéis de exclusão foram instalados. As observações qualitativas



de curto e longo prazo do comportamento da floração e frutificação de várias espécies de árvores comuns às duas parcelas sugerem que a atividade reprodutiva dessas espécies pode sofrer impacto negativo pelo estresse hídrico produzido pela seca prolongada. Se essa tendência for confirmada ao longo da pesquisa, então a ocorrência de secas prolongadas, no futuro, devido a mudanças climáticas, poderão promover grandes impactos negativos sobre animais frugívoros e sobre os padrões de estabelecimento de sementes.

**Crescimento:** as árvores menores (entre 5 m a 15 m de altura) cresceram mais lentamente na parcela tratamento, em resposta à exclusão de chuva. Essa redução no crescimento foi da ordem de 1 tonelada de biomassa por ano e deve ser devido ao fato de que essas árvores apresentam sistemas radiculares superficiais tornando-as incapazes de acessar a água estocada no solo profundo (>15 m). Uma redução em crescimento dessa magnitude já tem implicações importantes para o aquecimento global. Se uma redução de crescimento semelhante ocorrer nas florestas ao longo da Bacia Amazônica, a absorção de carbono relacionada ao crescimento das árvores poderá declinar 250 milhões de toneladas/ano. A taxa de produção primária, durante o período de calibração, foi 28% maior na parcela tratamento, principalmente, em função das diferenças nas taxas de produção de serrapilheira. Uma vez iniciada a exclusão, as taxas foram praticamente idênticas entre as parcelas, como um resultado da redução no incremento do caule e das taxas de produção de serrapilheira fina na parcela tratamento.



**Mortalidade de árvores:** a taxa média de mortalidade subiu de 2% (parcela controle) para 6% (parcela tratamento), um aumento de três vezes. No entanto, esse aumento foi maior quando calculado para três diferentes classes de tamanho de diâmetro. Para as árvores com diâmetro de caule entre 0,5-2 cm (n=2.042 árvores na parcela experimental e n=2.090 na parcela controle), subiu de 2,5% para 4,5%, um incremento similar para as árvores com diâmetro entre 2-5 cm (n=1796 e 1883) e 5-10 cm (n=486 e 618).

**Fotossíntese:** a taxa fotossintética de certas espécies mostrou-se negativamente afetada pelo tratamento de exclusão de chuva. Tanto *Licaria brasiliensis*, uma espécie não-emergente, como *Sclerobium chrysophyllum*, uma espécie típica do dossel da floresta, mostraram redução nas taxas fotossintéticas durante o pico da estação seca (outubro) na parcela sob exclusão. As taxas fotossintéticas de *Coussarea racemosa*, uma espécie do sub-bosque, apresentaram declínio no início da estação seca, porém, esse efeito foi revertido com a progressão da estação seca. Apesar de algumas das espécies estudadas não apresentarem uma diminuição significativa da fotossíntese, em resposta ao tratamento de exclusão, a maioria das espécies parece seguir nessa tendência. Espera-se que, após o final do terceiro ano de exclusão de chuva (novembro de 2002), várias espécies tenham demonstrado reduções significativas na capacidade fotossintética.

**Inflamabilidade florestal:** em virtude da diminuição da densidade da copa pela queda de folhas promovida pela falta de chuvas, o interior da floresta, que geralmente é fresco e úmido, torna-se seco e inflamável. Usando uma análise probabilística, a partir dos resultados dos incêndios experimentais, tem sido possível calcular quais as chances do fogo se propagar no chão da floresta. Os resultados de 460 incêndios experimentais, conduzidos em três localidades na Amazônia, entre elas a Flona Tapajós, mostram uma redução na densidade do dossel de <10% (floresta intacta) para 30%-40%, sendo que a probabilidade de propagação do fogo florestal chega a ser de 40%-80%. Com umidade relativa do ar entre 60% e 70%, a probabilidade de ocorrência de um incêndio florestal é de 20% a 50%. A combinação de reduções da densidade do dossel, como resultado de secas prolongadas, com a presença de fontes de ignição disponíveis (p.ex. fronteiras de ocupação recentes ou antigas), determina a distribuição geográfica dos incêndios florestais na região amazônica.

Na Amazônia, grande parte das florestas potencialmente inflamáveis tem sido submetida a uma proteção passiva, uma vez que está localizada em áreas distantes das fontes de ignição. Com a pavimentação das estradas e o avanço da ocupação agrícola, essas condições mudam. Políticas de desenvolvimento que minimizem os riscos associados aos incêndios florestais, portanto, são necessárias, de modo a garantir investimentos em infra-estrutura, com riscos ambientais reduzidos.



## Treinamento/Capacitação

O projeto propiciou condições únicas para o treinamento de estudantes e jovens pesquisadores. Até o momento, quatro trabalhos de conclusão de curso de graduação (alunos de biologia e áreas afins da UFPA, Ulbra, Santarém, Faculdades Integradas do Tapajós, Universidade de Brasília) e duas teses de doutorado foram reali-

zadas no âmbito do projeto, que ainda foi contemplado com três bolsas (CNPq/LBA) de iniciação científica e duas de DTI. A infra-estrutura montada em campo ainda serviu de apoio para a realização de dois cursos de campo (30 alunos) em ecologia de ecossistemas com vagas oferecidas para alunos da UFAC, UnB, UFRJ e UFPA/Museu Goeldi.



Foto: Emillon Pereira de Souza

## Disseminação

O projeto foi alvo de inúmeras reportagens nacionais e internacionais. Na imprensa escrita, os destaques foram as matérias na revista *Times* (capa com o artigo *The Amazon Powderkeg*, de 23 de setembro de 2000, edição latino-americana), no *Boston Globe*, na *Folha de S. Paulo*, revista *Superinteressante* e revista *Veja*. Na TV, o projeto foi alvo de matérias do *Jornal Nacional* (duas vezes) e das TVs *Liberal* (Belém) e *Tapajós* (Santarém). Duas TVs internacionais, uma do Japão e outra da Alemanha, realizaram reportagens sobre o projeto e um documentário foi produzido por David Suzuki (série *Water and Global Change*), o qual teve estréia em agosto de 2002. O projeto também foi incluído em um outro documentário da BBC de Londres e, mais recentemente, em um outro do canal educativo americano Chanell One News (Patrick Lope).

A divulgação do projeto também tem sido feita por meio de pequenos fôlderes que vêm sendo distribuídos em reuniões científicas, universidades e eventos locais e regionais, incluindo reuniões com lideranças municipais e estaduais da Amazônia. Esse material está sendo também divulgado pelo *website* do Ipam ([www.ipam.org.br](http://www.ipam.org.br)).

Um vídeo sobre o projeto, inserindo-o no contexto dos incêndios florestais na Amazônia, foi produzido e vem sendo distribuído em reuniões, universidades, escolas, governos (incluindo Ibama, Prevfogo etc.) e ONGs.

O projeto foi divulgado em várias reuniões científicas nacionais e internacionais. Um total de 14 comunicações (orais e pôsteres) foram realizadas desde o início das atividades. Seis publicações foram submetidas para revistas científicas internacionais (três já aceitas para publicação), entre elas, *Nature*, *Science* e *Ecology*.







# Desenvolvimento de metodologia para monitoramento químico-atmosférico da Amazônia no experimento LBA

**Instituição:** *Embrapa Amazônia Oriental*

**U.F. da instituição:** *Pará, PA*

**Coordenação:** *Cláudio José Reis de Carvalho*

**E-mail do coordenador:** *carvalho@cpatu.embrapa.br*

## Equipe

Tatiana Deane de Abreu Sá; Sérgio de Melo Alves; Tarcísio Ewerton Rodrigues; Cléo Marcelo de Araújo Souza; Ivanildo Alves Trindade; Karina de Fátima Rodrigues Pantoja; Geórgia Silva Freire; Roberta de Fátima Rodrigues Pantoja; Luciana Vanni Gatti; Tânia M. Tavares; Eric Atlas Davidson; Tereza Primo dos Santos; Ima Célia Guimarães Vieira.

## Sumário

O Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia (LBA) é um programa de pesquisa resultante do esforço internacional, liderado pelo Brasil. O LBA está projetado para gerar novos conhecimentos visando entender o funcionamento climatológico, ecológico, biogeoquímico e hidrológico da Amazônia, bem como o impacto das modificações decorrentes do uso da terra nesses funcionamentos e, ainda, as interações entre a Amazônia e o sistema biogeofísico global da terra. Por ser um experimento internacional, o LBA conta com financiamentos de agências dos EUA, Europa e Internacionais. O principal objetivo deste projeto foi o de permitir a formação e o treinamento de uma equipe de pesquisas em química ambiental, principalmente centrada nos efeitos das modificações antropogênicas sobre a emissão de gases de efeito estufa e outros compostos orgânicos voláteis. O projeto permitiu a complementação de um laboratório de cromatografia gasosa, com outros projetos do LBA, bem como o treinamento de pesquisadores e técnicos nas metodologias de coleta de amostras de gases e posterior análise. Além de

apoiar uma campanha de coleta de dados atmosféricos na área de Balbina (AM), implementada pelo pessoal da Universidade Federal da Bahia (Laboratório de Química Analítica Ambiental), foram feitas coletas de gases em uma cronoseqüência de florestas secundárias e fragmento de floresta primária na região nordeste do Estado do Pará, com a equipe do projeto LBA / NDO2 (Biogeoquímica de áreas degradadas). Foram feitas também uma coleta de amostras de gases e a análise de compostos orgânicos voláteis em áreas recém-queimadas, para comparação com um método alternativo de preparo de área sem queima, via corte-e-trituração (*chop-and-mulch*), comparando-se com amostras de gases coletadas em uma área de vegetação secundária contígua. Essa atividade foi orientada pela dra. Luciana V. Gatti da Universidade de São Paulo (Ipen, Laboratório de Química Atmosférica) e terá prosseguimento como parte de um projeto financiado pelos Institutos do Milênio do CNPQ (Milênio – LBA), LBA Ecologia Fase II e por meio de uma estrutura de projetos em rede nacional que presentemente está sendo organizada na Embrapa.



## Introdução

Sabe-se que a exploração dos ecossistemas de floresta primária causam grandes modificações na emissão de compostos gasosos de efeito estufa. Além do  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$  e isopreno, muitos outros compostos orgânicos voláteis (VOCs) podem ser emitidos pela vegetação natural e/ou como resultados dos diversos tipos de uso da terra, tais como: o cultivo intensivo de grãos, a plantação de arroz irrigado, a criação de gado e outros. Porém, a utilização do fogo como método de preparo de área seguramente é um dos mais conhecidos emissores de gases de efeito estufa para a atmosfera e, para contornar essa prática, existem poucas alternativas, entre elas a adoção de um sistema que usa o método alternativo de preparo de área sem queima, via corte-e-trituração (*chop-and-mulch*), mas que por sua vez não foi ainda avaliada quanto ao potencial de emissão de compostos voláteis provenientes de reações de esmagamento da biomassa vegetal e posterior ação da biota do solo na decomposição desses resíduos. Apesar de estar em uma região crítica, pois a Amazônia

oriental, em especial o nordeste do Pará, é quase que exclusivamente ocupada por áreas de agricultura familiar que utiliza o preparo de área via corte-e-queima, sendo uma das regiões em que a floresta sofre uma das maiores pressões de exploração, não existia uma estrutura de laboratório para executar análises desse tipo e nem equipes de pesquisadores e técnicos treinados para tal. Além da defasagem tecnológica, isso onerava muito as pesquisas com gases de efeito estufa, pois as amostras tinham de ser coletadas e enviadas até laboratórios do sul-sudeste do Brasil. Portanto, o estabelecimento de um laboratório equipado para essas análises na região, além de facilitar as análises, seguramente irá assegurar o início de pesquisas sobre a emissão de gases de efeito estufa e outros compostos orgânicos voláteis por equipes formadas na região. Como a Embrapa Amazônia Oriental apóia cursos de pós-graduação na Universidade Federal do Pará, na Faculdade de Ciências Agrárias do Pará e no Museu Paraense Emílio Goeldi, o estabelecimento de uma equipe mínima vai ter um efeito multiplicador importante.

## Metodologia

Foram analisadas amostras de gases coletados em nível do solo em uma cronoseqüência de florestas secundárias (3, 6, 10, 20, 40, 70 anos) e em um fragmento de floresta primária no município de São Francisco do Pará. O  $\text{CO}_2$  foi analisado no campo com um analisador de infravermelho Licor LI6250 em circuito fechado e o  $\text{NO}$  com um analisador de quimiluminescência também em circuito fechado. Concomitantemente, foram coletadas amostras de gases em seringas, para posterior análise do  $\text{N}_2\text{O}$  e  $\text{CH}_4$  em cromatógrafo de gás, no laboratório de Belém.

As amostras de ar destinadas à avaliação da emissão de compostos orgânicos voláteis, foram coletadas no município de Igarapé-Açu,

a 1 metro acima do nível do solo, em “canisters” de aço inox previamente evacuados em um tempo total de 2 minutos. As amostras das áreas recém-queimadas foram coletadas 48 horas após a queimada, as das áreas trituradas foram coletadas 2 horas após a trituração e as outras foram coletadas em parcelas de 1 ha submetidas aos mesmos tratamentos de oito meses atrás e que, atualmente, estão sendo cultivadas com mandioca. Essas amostras foram analisadas no Laboratório de Química Atmosférica do Ipen/USP, em um cromatógrafo Varian 3.800, equipado com pré-concentrador criogênico, detector de ionização de chama (FID) e espectrógrafo de massa.







## Resultados esperados e resultados alcançados

### Esperados

- Transferência de equipamentos e técnicas eficazes para a avaliação da emissão de  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  e  $\text{CH}_4$  do solo.
- Aquisição de equipamento, treinamento de pessoal e acompanhamento (por parte do pessoal do Ipen) para coleta, análise e interpretação de dados de compostos orgânicos voláteis (VOCs).
- Formação de um grupo de trabalho sobre a emissão de gases de efeito estufa e compostos orgânicos voláteis em florestas primárias, secundárias e em vários sistemas de uso da terra na Amazônia.
- Inserção dessa atividade no sistema Embrapa de planejamento estratégico, por meio da estrutura de projetos em rede nacional.
- Apoio à participação de equipe brasileira na campanha de coleta de dados de química atmosférica (junho/agosto de 2001), em Balbina (200 km de Manaus), pelo grupo da dra. Tânia Tavares (Laquam, UFBA).

### Alcançados

- A técnica de construção de câmaras de coleta de gases e os métodos de coleta e análise cromatográfica das amostras foram repassados para os assistentes de pesquisa e técnicos envolvidos no projeto LBA ND 02. Atualmente, está sendo montada uma estrutura definitiva e completa para abrigar esses equipamentos no Laboratório de Ecofisiologia e Propagação de Plantas da Embrapa Amazônia Oriental, apoiada com recursos do projeto. Com isso, o laboratório estará equipado o suficiente para análises de gases como  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  e  $\text{CH}_4$  do solo.
- Está sendo adquirido um sistema completo de análise de VOCs, composto de um cromatógrafo de gás equipado com detector FID e sistema de pré-concentração de amostras, além de um sistema completo de limpeza e evacuação de "canisters", semelhantes aos instalados no Laboratório de Química Atmosférica do Ipen/USP. Já foram treinados, nesses equipamentos, um pesquisador com nível de doutor e um técnico especializado, ambos da Embrapa Amazônia Oriental. O treinamento foi efetuado pela dra. Luciana V. Gatti no Laboratório de Química Atmosférica do Ipen/USP. No tocante à análise de VOCs, as atividades do laboratório de Belém serão monitoradas pelo Laboratório de Química Atmosférica do Ipen/USP, assim como ele será incluído nas campanhas de coletas de dados futuras.
- A análise preliminar dos VOCs mostrou que o método alternativo de preparo de área sem queima, via corte-e-trituração (*chop-and-mulch*), ocasiona a liberação de um maior número de espécies químicas. Aparentemente, essa liberação dá-se na forma de um surto com duração de pouco mais de uma semana. Após seis meses, não foram detectadas diferenças na liberação de VOCs entre áreas preparadas pelo método tradicional (com queima) e pelo método alternativo (*chop-and-mulch*). Como



esperado, o cultivo com mandioca liberou uma quantidade notável de isopreno. Essas medidas serão repetidas também em plantações homogêneas com espécies florestais como o paricá (*S. amazonicum*).

- Com o estabelecimento do laboratório, está sendo formado um grupo de pesquisa sobre a emissão de gases de efeito estufa e compostos orgânicos voláteis em florestas primárias, secundárias e vários sistemas e uso da terra na Amazônia, o qual englobará várias atividades a serem desenvolvidas dentro de projetos aprovados nos editais do Milênio (CNPq), LBA Ecologia Fase II, Macroprogramas da Embrapa, entre outros.
- A atividade do laboratório foi inserida, no sistema Embrapa de planejamento estratégico, pela recente aprovação do projeto em rede Agrogases, o qual dará também visibilidade a outros segmentos nos quais participam pesquisadores da Embrapa Amazônia Oriental.
- Foi executada uma campanha intensiva de campo em junho/agosto de 2001, em Balbina (200 km de Manaus), pelo grupo da dra. Tânia Tavares e os resultados obtidos foram apresentados no seminário interno de integração preliminar dos dados (2-3 de novembro de 2001) em Mainz, na Alemanha. Não há dados numéricos e foi repassado apenas o resumo dos resultados expostos a seguir:

1. Intercalibração de diferentes metodologias de medidas de ácido nítrico, nitrato de amônio, sulfato de amônio, cloreto de amônio e amônia, compostos esses que fazem parte da fase gasosa do ciclo biogeoquímico de nutrientes nitrogenados, aplicadas a atmosferas da floresta amazônica. Esse estudo mostrou que:

- as técnicas tradicionais de medidas de partículas de cloreto  $>2$   $\mu\text{m}$  resultam em falsos altos, ao passo que partículas  $< 2$   $\mu\text{m}$  são perdidas totalmente;
- as técnicas tradicionais são eficientes para coleta de partículas finas de nitrato, mas, no caso de partículas grossas ( $>2$   $\mu\text{m}$ ), a perda é total;
- as técnicas tradicionais de partículas de sulfato dão falsos altos no caso de partículas finas ( $<2$   $\mu\text{m}$ ), ao passo que apresentam perda total no caso de partículas  $>2$   $\mu\text{m}$ .
- Tais achados podem afetar as conclusões que vêm sendo apresentadas no passado ou até mesmo presentemente por diversos grupos de pesquisa e podem vir a gerar revisão de conclusões.

2. Capacidade oxidante atmosférica, utilizando como indicador peróxido de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ):

- as medidas consecutivas durante quatro dias de  $\text{H}_2\text{O}_2$ , na fase gasosa e na chuva, mostraram que os valores de  $\text{H}_2\text{O}_2$  na floresta amazônica correspondem a metade dos valores de áreas costeiras e a 1/3 de áreas interiores agrícolas do Estado da Bahia, mas são 7 vezes maiores do que os valores de verão da Europa Central. Por outro lado, o nível de  $\text{H}_2\text{O}_2$  na chuva da Amazônia é mais baixo do que na Bahia e, aproximadamente, semelhante aos valores encontrados na Alemanha Central durante o verão. Esses achados indicam que os compostos emitidos pelas plantas são oxidados em maior extensão na Amazônia do que na Europa Central. Em relação a outras áreas tropicais brasileiras, a oxidação pode ser mais extensa. Tais informações são de grande importância para a alimentação dos modelos matemáticos que fazem simulações dos efeitos de desmatamentos e queimadas sobre os ciclos geoquímicos de carbono e de nutrientes. Essas simulações são, em grande parte, a essência do projeto LBA. Verificou-se também que as concentrações de  $\text{H}_2\text{O}_2$  vão crescendo ao longo do dia, atingindo valores máximos entre 15h e 17h, quando, então, a oxidação de outros compostos é mais intensa.

3. Medidas de VOCs oxigenados: aldeídos e alcoóis.

- Estudos recentes mostram que plantas emitem tanto alcoóis (particularmente metanol) quanto aldeídos. Foram feitas medidas de fluxo de aldeídos, a partir de torres, e os resultados estão sendo tratados por meteorologistas na Alemanha, para posterior interpretação.
- Devido às condições adversas nas torres, as chuvas intensas extemporâneas, não foi possível efetuar medidas de fluxo para alcoóis. Apenas algumas medidas foram procedidas em Balbina, em nível do solo, e os valores encontrados de metanol são, em média, cerca de 70% mais altos do que em regiões urbanas tropicais.



## Treinamento/Capacitação

- Treinamento de análise e VOCs por cromatografia gasosa e espectrometria de massa em amostras de ar. Universidade de São Paulo (Ipen, Laboratório de Química Atmosférica), agosto de 2002.
- *Workshop* sobre Torres de Fluxo do LBA, realizado no Inpe/CPTEC, 3-5 de dezembro de 2001.
- Curso de modelagem ecológica (LBA/Gaim), Inpe/CPTEC 2000.

## Disseminação

### Algumas palestras/trabalhos apresentados em eventos:

- Ecofisiologia de Florestas Secundárias da Amazônia. VIII Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal, Ilhéus, BA, 2-7 de setembro de 2001.
- II Conferência Científica do LBA, Manaus, AM, 2002.
- Aspectos Abióticos como Barreiras à Regeneração de Florestas Secundárias. 1º Congresso de Estudantes e Bolsistas do Experimento LBA, Belém, PA, 18-20 de março de 2002.







# Avaliação da viabilidade de populações a longo prazo através de análise genômica:

*“Alouatta belzebul” (Primates, Platyrrhini) quinze anos depois da construção da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará)*

**Instituição:** *Universidade Federal do Pará*

**U.F. da instituição:** *Pará, PA*

**Coordenação:** *Maria Paula Cruz Schneider*

**E-mail da coordenadora:** *paula@ufpa.br*

## Equipe

Maria Paula Cruz Schneider; Stephen Francis Ferrari; Artur Luiz da Costa da Silva; Hector Seuanez de Abreu; Bertram Brenig; Carmem Maria Leitão Barroso; Simone de Souza Martins; Ricardo Rodrigues dos Santos; Ana Lúcia Castelo Branco Pina; Paulo Henrique Gomes de Castro; Eldianne Moreira de Lima; Evonnildo Costa Gonçalves; Elytania Veiga Menezes; Igor Schneider; Hélio Longoni Plautz Junior.

## Sumário

A construção da usina hidrelétrica de Tucuruí (UHE Tucuruí), em 1984/85, resultou na inundação de uma área de aproximadamente 2.875 km<sup>2</sup> das margens do rio Tocantins no sudeste do Estado do Pará. Na época da inundação, uma operação de resgate de indivíduos permitiu a coleta de grande quantidade de material biológico da biodiversidade local, sobretudo da espécie de guaribas, *Alouatta belzebul*, oferecendo, assim, as oportunidades de avaliação do impacto ambiental da obra sobre a diversidade genética e de se estimar a viabilidade a longo prazo de populações remanescentes. O projeto teve como principais objetivos realizar análises moleculares para a avaliação da diversidade genética das populações de *A. belzebul*, coletadas antes e depois do impacto causado pela construção da UHE Tucuruí, e promover o monitoramento dessa diversidade, a qual influencia diretamente o potencial evolutivo da espécie. Simulações, com uso de computadores, utilizadas para Análises de Viabilidade Populacional (AVP)

poderão auxiliar na determinação do risco de extinção devido aos efeitos combinados de fatores demográficos, ambientais, catástrofes e genéticos. Dessa forma, este projeto tem como meta fornecer subsídios para manejo de populações de mamíferos amazônicos, por meio da análise dos efeitos ecológicos e genéticos da fragmentação de seus *habitats* e das consequências desse processo a longo prazo.



## Introdução

A usina hidrelétrica de Tucuruí (UHE Tucuruí) é a segunda maior do país com uma potência nominal de 8 mil megawatts e instalada, de 4 mil megawatts. O reservatório gerado alagou uma área de floresta nativa de 2.875 km<sup>2</sup>, gerando um lago de 77 m de profundidade e 1.321 m de comprimento. A Usina Hidrelétrica de Tucuruí passou a operar comercialmente em 1985, atingindo a ca-

pacidade total de 4.245 MW em 1992. Desde o início da operação comercial, a usina já estava integrada ao sistema de transmissão Norte-Nordeste, fornecendo energia elétrica para essas duas regiões. Hoje, Tucuruí exporta energia elétrica para o sistema Sul-Sudeste-Centro-Oeste, podendo escoar até 1.000 MW de energia, por meio do sistema de transmissão Norte-Sul. Apesar da enorme importância socioeconômica, a construção



da usina teve um grande impacto sobre a biota local, não somente pelas perdas individuais como pela fragmentação de *habitat* por meio da formação de inúmeras ilhas. Durante o enchimento do lago, uma operação de resgate permitiu a coleta de grande quantidade de material biológico da biodiversidade local, sobretudo de *Alouatta belzebul*, espécie mais abundante de primatas na área, oferecendo assim a oportunidade de avaliação do impacto ambiental sobre a diversidade genética e na viabilidade a longo prazo das populações remanescentes.

## Metodologia

### Trabalho de campo

Nos 11 pontos de coleta selecionados nas duas margens do reservatório da UHE Tucuruí, foram implantados sistemas de trilhas retilíneas, ou transecções, de dois a quatro quilômetros, que foram varridas e marcadas a intervalos regulares. Conforme previsto no projeto, foi realizado, em cada trilha, um levantamento de transecção linear de 100 m (média de  $100,7 \pm 5,6$ ), seguindo métodos padronizados apropriados para a fauna de primatas da região (Lopes & Ferrari, 2000; Ferrari *et al.*, no prelo). Para cada avistamento de um grupo de guaribas, os dados coletados incluíram a distância perpendicular (usada para o cálculo das estimativas de densidade) e a composição do grupo.

Densidades de grupos de *A. belzebul* foram estimadas a partir de uma transformação de série de Fourier, usando o pacote estatístico Bioestat 2.0 (Ayres *et al.*, 2000). A densidade populacional (indivíduos por km<sup>2</sup>) de cada ponto foi estimada a partir do tamanho médio ajustado de grupo, seguindo

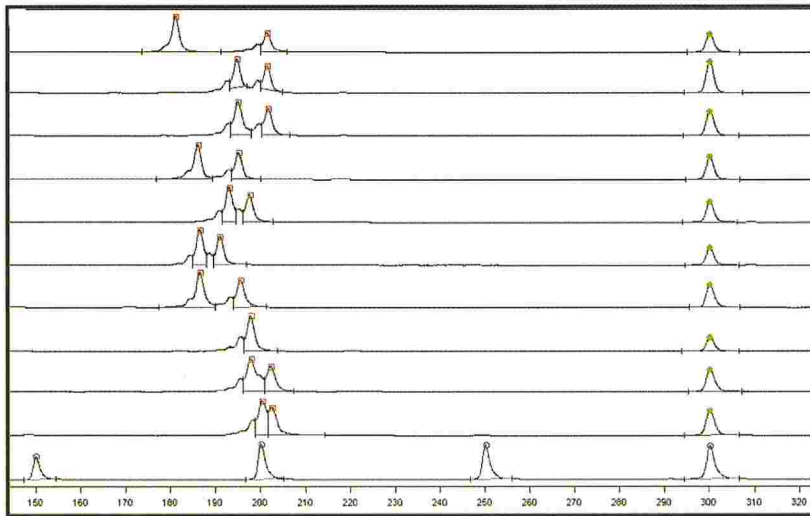
Martins (2002), para o qual, contagens de menos de quatro indivíduos foram descartadas por serem consideradas inadequadas. A densidade populacional foi estimada multiplicando a estimativa de densidade de grupos pelo tamanho médio de agrupamento registrado em cada ponto de coleta. No caso das ilhas, a população total foi estimada multiplicando a densidade pelo tamanho da ilha.

### Isolamento de marcadores moleculares, genotipagem e análise estatística

Para o isolamento dos marcadores, foi construída uma biblioteca genômica microsatélite enriquecida de *A. belzebul* segundo os protocolos de Guillemaud *et al.* (2000), com modificações. O procedimento de enriquecimento foi realizado com o uso de sondas constituídas de repetições de dois a cinco nucleotídeos. Quatro locos microsatélites isolados a partir de *Alouatta palliata* (Ellsworth & Hoelzer, 1998) e *Callithrix jacchus* (Nievergelt *et al.*, 1998) foram amplificados e analisados automaticamente para as po-

pulações de *A. belzebul*. Para medir a diversidade genética dentro de cada população, as frequências alélicas, heterozigiosidade e os números absoluto e efetivo de alelos por loco foram computa-

dos usando-se o programa Popgene32 (Yeh *et al.*, 1997), o qual foi utilizado, também, para as estimativas dos índices de diferenciação e distância genética entre populações.



Genotipagem automática do microsatélite Ap74 em populações de *Alouatta belzebul* da região do Lago da UHE-Tucuruí.

## Resultados esperados e resultados alcançados

### Trabalho de campo

Com exceção do ponto 11, as densidades de guaribas foram relativamente altas em todos os pontos de coleta (Tabela 1). O número de avistamentos (18), no ponto 11, foi inadequado para uma estimativa confiável de densidade, mas foi claro que guaribas, como os demais mamíferos, eram relativamente escassos nessa ilha. Densidades acima de 15 grupos/km<sup>2</sup> são relativamente altas em comparação com a população de *A. belzebul* de Caxiuanã, localizado 300 km a noroeste de Tucuruí (Pina, 1999), embora os tamanhos de agrupamentos registrados aqui tenham sido bastante semelhantes. Mesmo assim, e usando as médias ajustadas, parece provável que as densidades apresentadas são um pouco subestimadas.

Comparando margens, a densidade média de grupos é semelhante (16,2/km<sup>2</sup> na margem direita; 15,3/km<sup>2</sup> na margem esquerda), embora exista uma diferença consistente no tamanho médio de agrupamento. Na margem direita, o tamanho médio de agrupamento se aproxima consistentemente de sete indivíduos, enquanto, na margem esquerda, as médias estão mais próximas de cinco indivíduos. Um possível fator determinante dessa diferença poderia ser a relativa falta de fiscalização da margem esquerda do reservatório, o que a tornaria mais vulnerável a incursões por caçadores. Entretanto, o ponto 1, que conta com um corpo residente de fiscais, é mais parecido com os demais pontos da mesma margem, o que apóia a tese de alguma diferença ecológica funcional entre margens.

Ponto	Margem	Tamanho (ha)	Tamanho médio ±DP de grupo	Densidade (km <sup>2</sup> ) de:		População total
				Grupos	Indivíduos	
1	Esquerda	100	5,8±1,6	19,6	113,7	114
2	Direita	contínua	6,6±1,7	12,7	83,2	--
3	Direita	contínua	6,6±2,1	19,1	126,3	--
4	Direita	480	6,5±1,6	10,9	71,1	344
5	Direita	360	6,8±1,3	9,8	66,4	241
6	Direita	180	6,8±2,5	28,3	191,5	345
7	Esquerda	230	5,0±1,3	26,0	130,0	299
8	Esquerda	350	5,8±2,0	22,4	129,9	454
9	Esquerda	contínua	5,0±1,3	9,6	48,0	--
10	Esquerda	contínua	5,0±1,2	10,2	51,0	--
11	Esquerda	80	4,8±1,2	3,7	17,8	14

Tabela 1 - Características das populações de *Alouatta belzebul* nos onze pontos de coleta localizados na área de influência da UHE-Tucuruí



## A análise de diversidade e diferenciação genética

Aproximadamente 1.000 colônias recombinantes foram avaliadas quanto à presença de seqüências microssatélites e um total de 78 dessas foram indicadas como positivas. A maioria dos clones selecionados apresentou repetições de três a seis nucleotídeos e o restante, núcleos de duas repetições. Oligonucleotídeos foram desenhados para 8 dos clones positivos. A reação em cadeia da polimerase com pares de oligonucleotídeos para cinco locos resultou na amplificação de somente quatro, dos quais três foram monomórficos.

Como esperado, os níveis de heterozigosidade média (Tabela 2), estimados a partir do polimorfismo dos marcadores microssatélites para as populações antigas das margens direita e esquerda (respectivamente, 0,23 e 0,35), foram muito mais altos do que aqueles obtidos por Schneider (1988) para marcadores isoenzimáticos (0,035 a 0,076).

Foram observados níveis iguais de heterozigosidade para as populações atuais de guaribas analisadas até o momento (Tabela 2), embora a população da Base 4 apresente um menor tamanho amostral. Associando-se esse fato ao índice de diferenciação ( $F_{st}$ ) encontrado de ape-

nas 4% (Tabela 3), apesar da distância de aproximadamente 60 km entre elas, é possível que as populações atuais de *A. belzebul* constituam uma população panmítica cuja variabilidade genética é resultante, provavelmente, da mistura de populações originais após a mudança do cenário, sendo essa variabilidade mantida até o momento sem perdas consideráveis. Os resultados preliminares obtidos sugerem, ainda, que as populações atuais apresentam maior diversidade genética, resultando em potencial evolutivo maior do que as populações originais. De acordo com Lande (1988) e Gaines (1997), embora processos ecológicos e genéticos possam operar sinergicamente, provocando forte impacto na probabilidade de extinção de populações fragmentadas, a curto prazo os processos ecológicos são de maior importância. Isso se deve, principalmente, às flutuações no tamanho das populações decorrentes dos processos ecológicos, o que influencia diretamente os genéticos, uma vez que o tamanho efetivo populacional é o principal fator relacionado com grandes mudanças na diversidade genética provocadas por deriva genética e endocruzamento. Há, portanto, ainda, a necessidade de análise integrada dos fatores genéticos e demográficos, evitando-se a dicotomia ecologia *versus* genética em estudos de viabilidade de populações a longo prazo.

Tabela 2 – Índices médios de polimorfismo para 4 locos microssatélites das populações de *A. belzebul* da região do reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí

População	A	ne	Ho	He	N
ME (1984)	8,25 (4,35)	5,24 (2,47)	0,35 (0,19)	0,77 (0,14)	47
MD (1984)	5,00 (1,83)	2,83 (1,40)	0,23 (0,21)	0,61 (0,20)	10
I. Germoplasma (2002)	9,00 (4,69)	5,89 (3,14)	0,64 (0,19)	0,80 (0,11)	30
Base 4 (2002)	6,00 (2,94)	4,41 (2,50)	0,64 (0,23)	0,73 (0,21)	11

(A) diversidade alélica, (ne) número efetivo de alelos, (Ho) heterozigosidade observada, (He) heterozigosidade esperada sob equilíbrio de Hardy-Weinberg, (N) tamanho amostral. Os valores entre parênteses correspondem aos respectivos desvios-padrões das médias

	ME	MD	Germoplasma	Base 4
ME (1984)		<b>0,07</b>	<b>0,04</b>	<b>0,06</b>
MD (1984)	0,33		<b>0,09</b>	<b>0,12</b>
I. Germoplasma (2002)	0,31	0,46		<b>0,04</b>
Base 4 (2002)	0,39	0,62	0,24	

Tabela 3 – Estimativas par a par de  $F_{st}$  (em negrito) e (em itálico) distância genética de Nei (1978) para as quatro populações de *A. belzebul* da região do reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí

## Treinamento/Capacitação, Disseminação

Entre os principais avanços alcançados pela implementação do presente projeto, estão:

1. implantação de uma unidade laboratorial aplicada à pesquisa genômica;
2. consolidação de grupo de pesquisa na região amazônica habilitado a desenvolver pesquisas na área da genética genômica e desenvolvimento de massa crítica na área de ecologia molecular e genética da conservação;
3. treinamento da equipe de campo em técnicas de censo e captura por métodos menos impactantes às populações por meio do uso de dardos anestésicos.
4. implementação de métodos laboratoriais de desenvolvimento e aplicação de marcadores altamente variáveis, como DNA microssatélites, ao estudo de genética de populações de primatas neotropicais;
5. integração de métodos demográficos e genéticos no estudo de populações sob impacto antrópico;
6. obtenção de informações sobre outros grupos de fauna como mamíferos diversos e quelônios. Para o cuxiu-preto (*Chiropotes satanas*), ocorrente na área e ameaçado de extinção, foram obtidos dados sobre a conservação de populações fragmentadas na

Amazônia oriental e, também, sobre a tolerância à perturbação de *habitat* em fragmentos florestais na região Tocantina (Santos, 2002; Carvalho, 2002);

7. obtenção de dados comparativos da população de guaribas da região do rio Tocantins com outras populações de primatas da região amazônica também sob o efeito da fragmentação de *habitat*, como o caso do *Mico argentatus* da região do rio Tapajós (Gonçalves *et al.*, no prelo). Estudos com a mesma finalidade também estão sendo realizados em primatas da Mata Atlântica e outros grupos de fauna e flora (Grativol, 1998; Schneider *et al.*, no prelo).



### Produção

Teses de doutorado concluídas	– 3
Teses de doutorado em andamento	– 8
Dissertações de mestrado concluídas	– 13
Dissertações de mestrado em andamento	– 3
Artigos científicos completos	– 28
Capítulos de livros	– 11
Resumos em congressos nacionais e internacionais	– 38
Treinamento de alunos de programas de iniciação científica	– 12

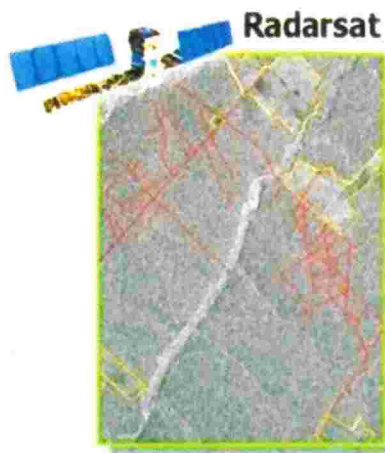
### Cursos e treinamentos

- Genética molecular microbiana*. UFPA, Belém, PA. Apoio Genamaz/Pnud/SBG. 2001.
- Marcadores Moleculares para Análise Genética*. 2º Workshop “As Ciências Biológicas”, na Universidade Federal do Pará. UFPA, Belém, PA. 2001.
- Desenvolvimento de Marcadores Moleculares e sua Aplicação na Biologia Evolutiva*. 16º Encontro de Genética do Nordeste. SBG/UFMA, São Luís, MA. 2002.

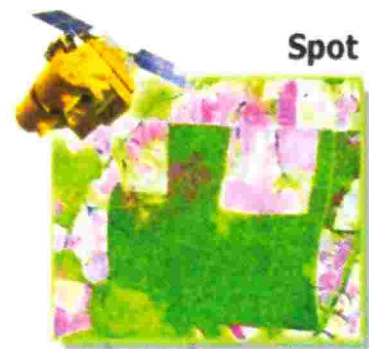




Ikonos

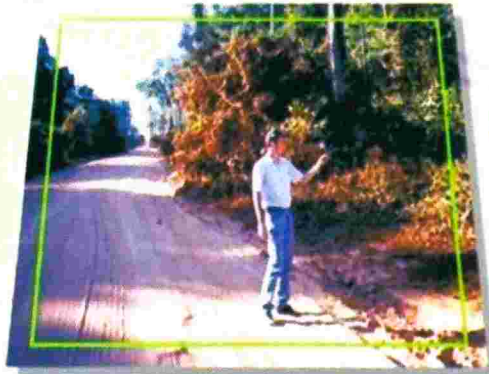


Radarsat

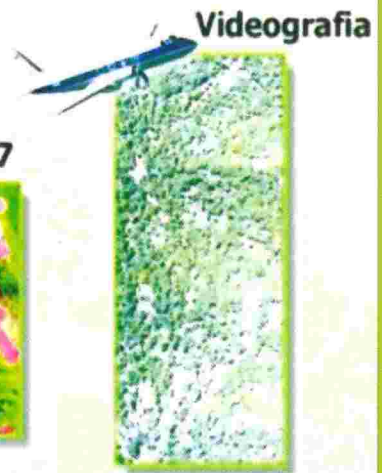


Spot

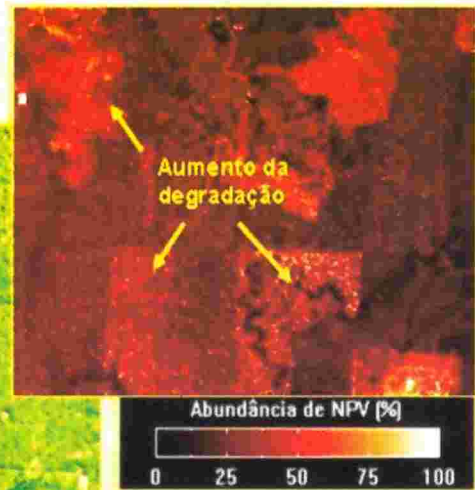
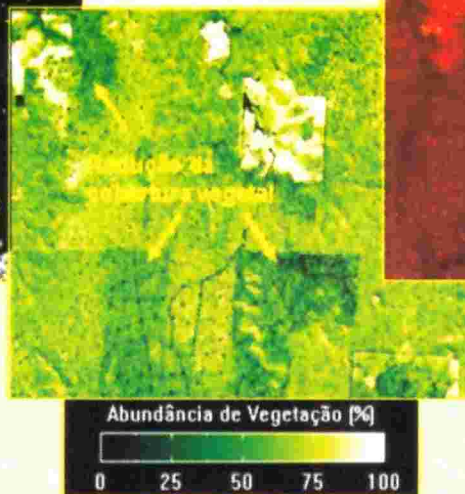
Trabalho de Campo



Landsat 7



Videografia



# Monitoramento de áreas de exploração madeireira na Amazônia<sup>1</sup>

**Instituição:** Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia – Imazon

**U.F. da instituição:** Pará, PA

**Coordenação:** Carlos Moreira de Souza Junior

**E-mail do coordenador:** souzajr@imazon.org.br

## Equipe

Adalberto Veríssimo, André Monteiro, Anderson Costa, Christopher Uhl, Danielle Dalsoren, Frank Pantoja, Jeffrey Gerwing, Luciano Moreira, Paulo Barreto e Rodney Salomão.

## Sumário

A exploração madeireira vem causando profundos impactos na composição e estrutura das florestas da Amazônia. O monitoramento desses impactos é importante para o planejamento regional, para a conservação da biodiversidade e para aplicação da legislação florestal. Neste projeto, foram desenvolvidas técnicas para detectar, quantificar e monitorar, por meio de imagens de satélites, os impactos da exploração madeireira em florestas densas, na região de Santarém e Paragominas (PA), e em florestas de transição, na região de Sinop (MT). Além disso, foram criados métodos para integrar dados de inventários de campo com imagens de satélite para caracterização regional desses impactos. Os estudos de campo mostraram que a exploração causa: (i) grande mortalidade de árvores, o que resulta na redução da biomassa original; (ii) aberturas no dossel da floresta e danos às árvores jovens, propiciando a disseminação de espécies pioneiras e cipós, o que dificulta a regeneração das árvores comerciais. Demonstrou-se que é possível identificar as florestas exploradas com imagens dos satélites Landsat (pixel = 30 m X 30 m) e Spot (pixel = 20 m X 20 m) e também integrar dados de campo com imagens de satélite para estimar os impactos regionais da atividade madeireira. As imagens do satélite Radarsat oferecem uma alternativa para monitorar as áreas de exploração em regiões que não dispõem de imagens Landsat e Spot, em razão da freqüente cobertura de nuvens durante o ano. Contudo, as imagens de radar não permitiram

quantificar os impactos da exploração com o mesmo grau de detalhe que as imagens Landsat e Spot. Imagens de alta resolução espacial, adquiridas com imagens do satélite Ikonos e videografia, são úteis para validar os resultados das classificações de imagens Landsat, Spot e Radarsat, e para inferir danos da exploração em áreas que não possuem dados de inventários florestais.

Os resultados deste projeto têm sido amplamente divulgados em jornais especializados e em congressos científicos. Dez artigos científicos foram ou estão em vias de serem publicados. Um outro foi submetido, recentemente, a um jornal internacional e pelo menos três outros artigos já se encontram em fase de finalização. Programas de computador foram desenvolvidos com o *software* Envi/IDL para automatizar as técnicas de processamento de imagens desenvolvidas neste projeto. As técnicas serão apresentadas no formato de tutorial e estarão disponíveis no CD-ROM do projeto LBA. Sugere-se que essas técnicas sejam usadas pelo Ibama para o monitoramento da exploração em um estudo no âmbito do Promanejo/PPG7. Foi estabelecido um acordo com o Ministério Público Estadual do Pará, por intermédio do Programa de Gestão Ambiental Integrada, para aplicar as técnicas desenvolvidas em um projeto piloto de monitoramento e controle da cobertura vegetal. Os resultados da pesquisa poderão ser usados para: (i) preencher as lacunas existentes nos programas de licenciamento, fiscalização e monitoramento da exploração de madeira; (ii) melhorar o entendimento sobre a emissão líquida de

<sup>1</sup> Além dos fundos do PPD/Finep/MCT, este projeto contou com apoio suplementar da Fundação Ford, Fundação William e Flora Hewlett, Fundo Mundial para a Natureza (WWF), Agência Norte-Americana para Assistência Internacional (Usaid) e do Programa de Bolsas da Fullbright.



carbono das florestas da Amazônia; (iii) identificar florestas vulneráveis à ação do fogo; (iv) loca-

lizar florestas com risco de alterações na composição e estrutura.

## Introdução

A exploração de madeira causa severos impactos na composição e na estrutura das florestas na Amazônia, aumenta o risco de incêndios florestais e da extinção local de espécies madeireiras, além de catalisar o desmatamento. Estudos de campo, realizados na última década, revelaram detalhes desses impactos em sítios específicos. Entretanto, não havia métodos que permitissem avaliar rapidamente os impactos da exploração na escala regional. Por essa razão, concebeu-se o projeto *Monitoramento de Áreas de Exploração Madeireira na Amazônia*, para avaliar a utilização do sensoriamento remoto com vistas a monitorar a exploração madeireira na Amazônia. Foram desenvolvidas técnicas de processamento de imagens de satélite para detectar, mapear e quantificar os impactos da exploração; realizados inventários florestais no campo para quantificar os impactos causados na composição e na estrutura das florestas exploradas; desenvolvidos métodos para integrar dados de inventários florestais com imagens de satélite. Os estudos foram conduzidos em três regiões da Amazônia: (i) Paragominas, PA, onde a exploração madeireira é de alta intensidade (35-40 m<sup>3</sup> de madeira em tora/hectare); (ii) Santarém, PA, com intensidade de exploração de 20 m<sup>3</sup>/ha; (iii) Sinop-MT, onde se explora em média 20 m<sup>3</sup>/ha. Nas regiões de Paragominas e Santarém, predominam florestas ombrófilas densas, enquanto, em Sinop, predominam florestas de transição entre cerrado e florestas ombrófilas densas. Todas as atividades previstas no projeto foram concluídas e os resultados estão sendo amplamente divulgados por meio de publicações científicas, palestras e materiais didáticos. Projetos pilotos, de monitoramento da exploração madeireira por meio de imagens de satélite, serão conduzidos, no âmbito do Programa de Gestão Ambiental Integrada (PGAI) e Promanejo, para colocar em prática os métodos desenvolvidos neste projeto.

## Metodologia

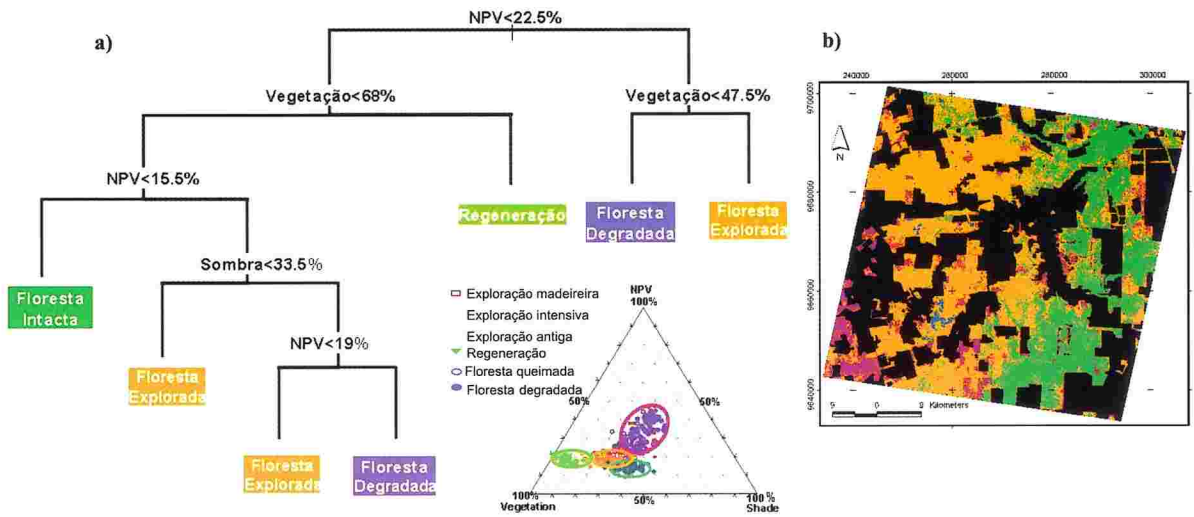
Modelos de mistura de pixel foram aperfeiçoados para realçar, nas imagens de satélite, estradas, pátios de estocagem de madeira, áreas com redução na cobertura de dossel e áreas com diminuição de biomassa e acúmulo de resíduos da exploração e queimadas. Foram desenvolvidos também classificadores de imagens de satélite e técnicas para detecção automática de mudanças na cobertura florestal para essas finalidades. Os modelos de mistura de pixel e as técnicas automáticas podem ser aplicados às imagens Landsat e Spot para monitorar a exploração madeireira na Amazônia (Figura 1, na pág. seguinte).

A técnica de interpretação visual foi aplicada, em imagens Radarsat, para mapear estradas madeireiras, desmatamento e, com menor eficácia, exploração madeireira.

As imagens Ikonos e de videografia foram utilizadas para validação

do mapeamento feito com as imagens orbitais, por meio de interpretação visual.

Inventários florestais foram conduzidos em transectos de 500 m x 10 m, em florestas de Paragominas (n=14), Santarém (n=18) e Sinop (n=12). Foram levantados todos os indivíduos =10 cm de diâmetro à altura do peito (DAP) e todos os indivíduos caídos e mortos encontrados ao longo da linha central do transecto. Os transectos foram divididos em 10 subparcelas de 100 m<sup>2</sup> localizados em intervalos de 50 m ao longo da linha central de cada transecto. Nessas subparcelas foram levantadas todas as arvoretas com DAP 5-10 cm e varetas <5 cm, classificando-as em: espécies pioneiras e espécies com valor comercial e sem valor comercial. Os cipós foram registrados em 5 classes de diâmetros (<1, 1-2, 2-5, 5-10 e >10 cm). Estimou-se a percentagem da cobertura do solo e do dossel da floresta, a densidade de árvores e de cipós, e a biomassa viva acima do solo. Esses dados foram integrados com imagens de satélite para estimar os impactos da exploração nas regiões de estudo.



**Figura 1** – Método de classificação automática de imagens de satélite. A classificação utiliza imagens de abundância de NPV, vegetação e sombra, obtidas com modelos de mistura de pixel. Criou-se uma ‘árvore de decisão’ (a), baseada em métodos estatísticos, para classificar as imagens de abundância (b) em (i) floresta intacta, (ii) floresta explorada, (iii) floresta degradada, (iv) regeneração. Por exemplo, a classe de ‘floresta intacta’ possui NPV < 22.5%, Vegetação < 68%, NPV < 15.5%. Essas classes temáticas apresentaram boa correlação com as classes definidas nos inventários florestais (c).

## Resultados esperados e resultados alcançados

Mostrou-se que é possível monitorar a exploração madeireira utilizando imagens dos satélites Landsat TM/ETM e Spot, tanto em florestas ombrófilas densas quanto em florestas de transição. Imagens de abundância de solos, obtidas por meio de modelos de mistura de pixel, realçam pátios de exploração e estradas e ramais abertos por madeireiros. É possível também quantificar os impactos na cobertura de dossel e a degradação das florestas (i.e., perda de biomassa e acúmulo de resíduos da exploração e queimadas) com imagens de abundância de vegetação e NPV (vegetação morta), respectivamente (ver imagens de abundância na página de abertura).

Um fator-chave para identificação dessas feições, nas imagens de solos, é a idade da exploração. Os resultados mostraram que, para florestas de transição, 65% das áreas exploradas desaparecem das imagens em um ano. Logo, a frequência para aquisição de imagens de satélite deve ser de pelo menos um ano. Além disso, dados temporais de satélite ajudaram a melhorar os resultados dos classificadores automáticos. Por último, as séries temporais permitiram determinar que as taxas de exploração madeireira, nas regiões de Sinop, são maiores do que as taxas de desmatamento para o período de 1987 a 2000.

Os trabalhos de campo revelaram que, apesar de ocorrer regeneração nas áreas que sofreram exploração madeireira, a estrutura e a composição das florestas exploradas são drasticamente alteradas. Ocorre a proliferação de cipós e espécies arbóreas pioneiras e a redução

da biomassa. Incêndios, nas áreas exploradas, aumentam ainda mais a proliferação de cipós e de espécies pioneiras (Figura 2, na página seguinte). Esse padrão de degradação foi observado tanto nas florestas ombrófilas densas que sofreram exploração intensiva (Paragominas) e moderada (Santarém), quanto nas florestas de transição de Mato Grosso. Foram desenvolvidos também métodos para integrar dados de campo obtidos com inventários florestais e imagens de satélite. Dessa forma, é possível estimar e monitorar, detalhada e rapidamente, os impactos da exploração e incêndios florestais em larga escala na Amazônia (Figura 1).

Em regiões da Amazônia com alta cobertura de nuvens, imagens de radar oferecem uma alternativa para o monitoramento da exploração madeireira. Mostrou-se que imagens do satélite Radarsat podem ser usadas para mapear a exploração madeireira de alto impacto, por meio de interpretação visual. Não é possível identificar pátios de exploração nesse tipo de imagem. Contudo, é possível identificar visualmente estradas madeireiras, as quais podem ser usadas para identificar áreas que estão sendo exploradas. Imagens do satélite Ikonos e de videografia são úteis para validar os resultados obtidos com imagens Landsat e Spot, além de fornecerem informações detalhadas sobre a degradação florestal (e.g., abertura de dossel, diâmetro de copas etc.) em regiões onde não há inventários florestais. A videografia pode também ser útil para identificação de exploração madeireira em áreas cobertas por nuvens.



As estradas madeireiras podem ser melhor identificadas em imagens de fração de solos. A interpretação visual dessas imagens, para o período de 1987 a 2000, mostrou que as estradas madeireiras são um elemento importante da paisagem das regiões que sofrem pressão dessa atividade

(Figura 3a). A taxa média de abertura de estradas madeireiras, em Sinop, foi de 525 km/ano (Figura 3b). Em função da importância de se monitorar estradas madeireiras, foram adaptadas técnicas de processamento digital de imagens de satélite para extração automática de estradas madeireiras.

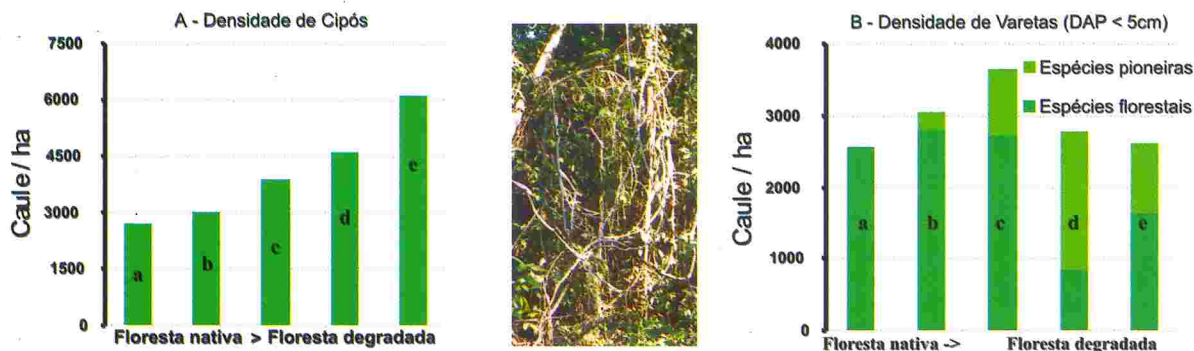


Figura 2 – Aumento da densidade de cipós (A) e de espécies pioneiras (B) com a intensidade da degradação florestal em florestas de transição. a – floresta nativa, b – floresta explorada, c – floresta explorada e queimada, d – floresta explorada e intensamente queimada, e – floresta intensamente queimada e explorada.

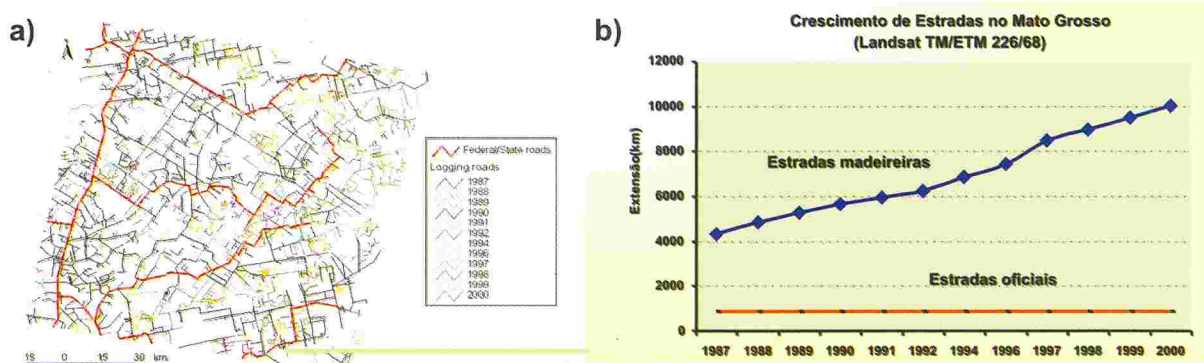


Figura 3 – Estradas madeireiras: (a) e expansão anual dessas estradas (b) na região de Sinop, Mato Grosso, no período de 1987 a 2000.

## Treinamento/Capacitação

Dois estudantes receberam treinamento no projeto. O estudante de biologia Frank Pantoja foi treinado para executar e analisar dados de inventários florestais pelo pesquisador Jeffrey Gerwing. Atualmente, Frank Pantoja encontra-se no quadro de pesquisadores do Imazon, conduzindo inventários florestais no Estado do Acre. O estudante de engenharia florestal Anderson Costa foi treinado na área de videografia, sensoriamento remoto e geoprocessamento e continua como estagiário do Imazon. O pesquisador assistente André Monteiro recebeu treinamento na área de pesquisa. André Monteiro liderou o estudo sobre mapeamento de exploração madeireira e os inventários florestais no Mato Grosso. Esse pesquisador escreveu três artigos científicos, sendo que um artigo encontra-se no prelo do International Journal of Remote

Sensing. André Monteiro teve a oportunidade de passar sete meses na Universidade da Califórnia, Santa Bárbara (UCSB), EUA, como parte do treinamento e está planejando ingressar em um programa de mestrado em 2003, no Brasil. Outro jovem pesquisador que recebeu treinamento formal na área de pesquisa foi Luciano Moreira. O coordenador do projeto encontra-se em um programa de doutorado na UCSB. A dissertação de doutorado será baseada nos dados coletados neste projeto. Além do treinamento da equipe de pesquisadores do Imazon, foram conduzidos, também, vários treinamentos de técnicos de instituições que trabalham na área de monitoramento e controle da cobertura vegetal, incluindo instituições como Ibama (Santarém, PA), Secretaria de Meio Ambiente e Tecnologia do Estado do Pará (Sectam) e Instituto de Meio Ambiente do Estado do Acre (Imac).

## Disseminação

Até o momento, foram publicados 11 artigos científicos. Cinco foram publicados em congressos e conferência e outros cinco em jornais científicos internacionais. Um artigo científico foi recentemente submetido para publicação e pelo menos outros três estão em fase de conclusão, os quais serão submetidos a revistas internacionais especializadas. Foram proferidas cerca de 14 palestras pelos pesquisadores do projeto. O público atingido com as palestras foi bastante diverso, incluindo estudantes, pesquisadores, técnicos do governo que atuam na área de monitoramento e controle da cobertura florestal e políticos. Um CD-ROM educativo está sendo produzido para disseminar as técnicas desenvolvidas no projeto. Estão desenvolvidas parcerias com o Ministério Público Estadual, por intermédio do Programa de Gestão Ambiental Integrada (PGAI) do PPG7, para testar as técnicas de monitoramento da cobertura vegetal desenvolvidas neste projeto. Um outro teste metodológico está previsto no âmbito do componente de monitoramento e controle do Promanejo.

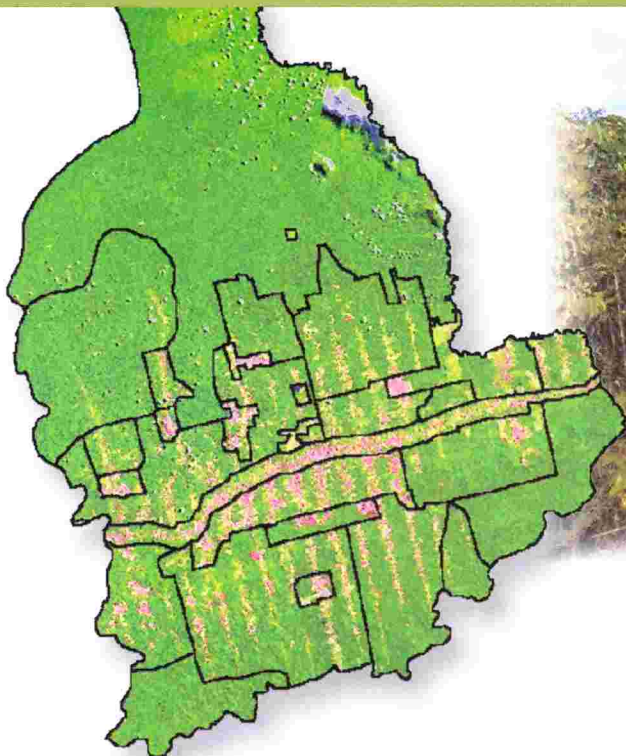
### Trabalhos publicados ou no prelo

- DALSOREN, D., CRANMER, K., SOUZA JR., C. *An Evaluation of Hough transform for mapping logging roads in the Brazilian Amazon*. Submetido para o International Journal of Remote Sensing.
- GERWING, J.J., 2001. *Degradation of forest through logging and fire in the eastern Brazilian Amazon*. Forest Ecology and Management, 54 (1): 1-11.
- GERWING, J., SOUZA JR., C., 2000. *Ecological aspects of forest degradation by logging and fire in eastern Amazon*. Book of Abstracts, First LBA Scientific Conference, Belém, Brazil, 193p.
- MONTEIRO, A.L., SOUZA JR., C., BARRETO, P. No prelo. *Detection of logging in Amazonian transition forest using spectral mixing models*. International Journal of Remote Sensing; Monteiro.
- GERWING A. L., J., SOUZA JR., C. BARRETO, P., PANTOJA, J., 2002. *Impacts of logging and fire on the composition and structure of transitional forests in Mato Grosso*. Book of Abstracts, Second LBA Scientific Conference, Manaus, Brazil.
- SOUZA JR., C., FIRESTONE, L., MOREIRA, L., ROBERTS, D. No prelo. *Mapping forest degradation in the eastern Amazon from SPOT 4 through spectral mixture models*. Remote Sensing of Environment (LBA edição especial).
- SOUZA JR., C., GERWING, J., MOREIRA, L. 2000. *Detecção da degradação florestal pela exploração madeireira e queimadas na Amazônia oriental utilizando imagens de satélite*. Book of Abstracts, First LBA Scientific Conference, Belém, Brazil. 192p.
- SOUZA JR., C., MONTEIRO, A.L., SALOMÃO, R., VALENTE, A., 2001. *Extração de informações de imagens Landsat para modelos de alcance econômico da atividade madeireira*. X Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Foz do Iguaçu, Brasil.
- SOUZA JR., C., ROBERTS, D., 2002. *Multi temporal analysis of canopy change due to logging in Amazonian transitional forests with green vegetation fraction images*. Book of Abstracts, Second LBA Scientific Conference, Manaus, Brazil.
- VERÍSSIMO, A., M.A. COCHRANE, C. SOUZA JR., SALOMÃO, R., 2002. *Priority areas for establishing national forests in the Brazilian Amazon*. Conservation Ecology, 6(1): 4. [www.consecol.org/vol6/iss1/art4](http://www.consecol.org/vol6/iss1/art4).
- VERÍSSIMO, A., COCHRANE, M.A., SOUZA JR., C. AND R., 2002. *National forests in the Amazon*. Science. Vol., 297, 1478p.

### Trabalhos em andamento que já possuem uma versão escrita

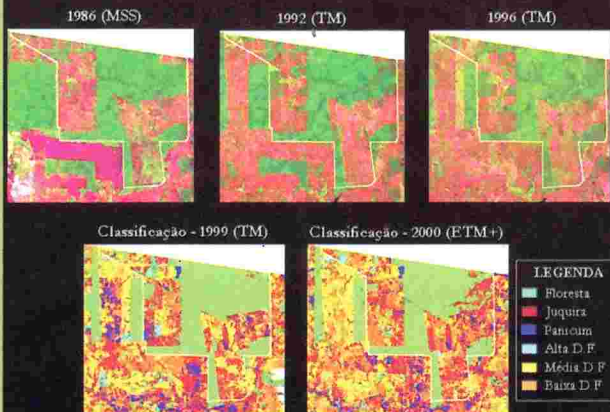
- MONTEIRO, A.L., SOUZA JR., C., PANTOJA, F., GERWING, J. Em preparação. *Impactos da exploração madeireira e fogo em florestas de transição da Amazônia Legal*.
- SOUZA JR., C., BARRETO, P. Em preparação. *Monitoramento por satélite da exploração madeireira na Amazônia*.
- SOUZA JR., C., ROBERTS, D, MONTEIRO, A. Em preparação. *Spatial-temporal analysis of selective logging in Amazonian transitional forest using green vegetation fraction images*.





Parte da equipe do projeto durante a fase de campo do seminário final em Redenção-PA (9 de junho de 2002)

**CARACTERÍSTICAS DAS PASTAGENS  
FAZENDA SANTA TEREZA**



**USO DA TERRA E DINÂMICA DA PAISAGEM  
IMAGENS LANDSAT**



# Uso da terra, dinâmica da paisagem e construção do espaço na Amazônia brasileira:

*análise comparativa e metodologia de monitoramento em áreas de fronteira agrícola*

**Instituição executora:** *Fadesp – Convênio UFPA/Embrapa/Cirad*

**U.F. da instituição:** *Pará, PA*

**Coordenação:** *Jean F. Tourrand*

**E-mails do coordenador:** *biguine@amazon.com.br / tourrand@aol.com*

## Equipe

Adriano Venturieri; Ailce Margarida Alves; Anne Elisabeth Laques; Benoit Mertens; Charles H. Wood; Cláudia Khawage; Christine Saumade; Diógenes Alves; Fabiano Toni; Getúlio Teixeira Batista; Henrique Santana; Hervé Théry; Isabel Escada; Jair Carvalho dos Santos; Jean F. Tourrand; João Roberto D. Oliveira; João Roberto dos Santos; Jonas Bastos da Veiga; Laura A. Ferreira; Marcelo C. Thales; Marie G. Piketty; Nathalie Hostiou; Nathalie Beaulieu; Pablo Pacheco; Philippe Léna; René Pocard-Chapuis; Roberto Porro; Rodrigo Lorena; Ronei Santana Menezes; Soraya Carvalho; Thierry Bonaudo; Valeria Homem; Viviane Veras Oliveira.

## Sumário

O projeto elaborou, testou e difundiu um pacote metodológico para monitorar os processos de antropização em área de fronteira agrícola da Amazônia brasileira, a partir da análise comparativa dos mecanismos de construção do espaço rural em três regiões contrastantes: o município de Uruará, na Transamazônica, e a microrregião Sul do Pará, ambas no Estado do Pará, e o projeto de assentamento Peixoto, no Acre. Esse objetivo responde a demanda local de ferramentas para elaboração de políticas públicas municipais e regionais, apresentadas de forma mais adequada às realidades locais. Os resultados do projeto estão sendo utilizados na elaboração de planos diretores municipais nas áreas de atuação do projeto. A relação das publicações do projeto mostra a diversidade e a

qualidade dos resultados obtidos. Aproveitando as pesquisas desenvolvidas, a formação de recursos humanos em nível de pós-graduação (oito doutorados e sete mestrados) sempre foi uma prioridade do projeto.



## Introdução

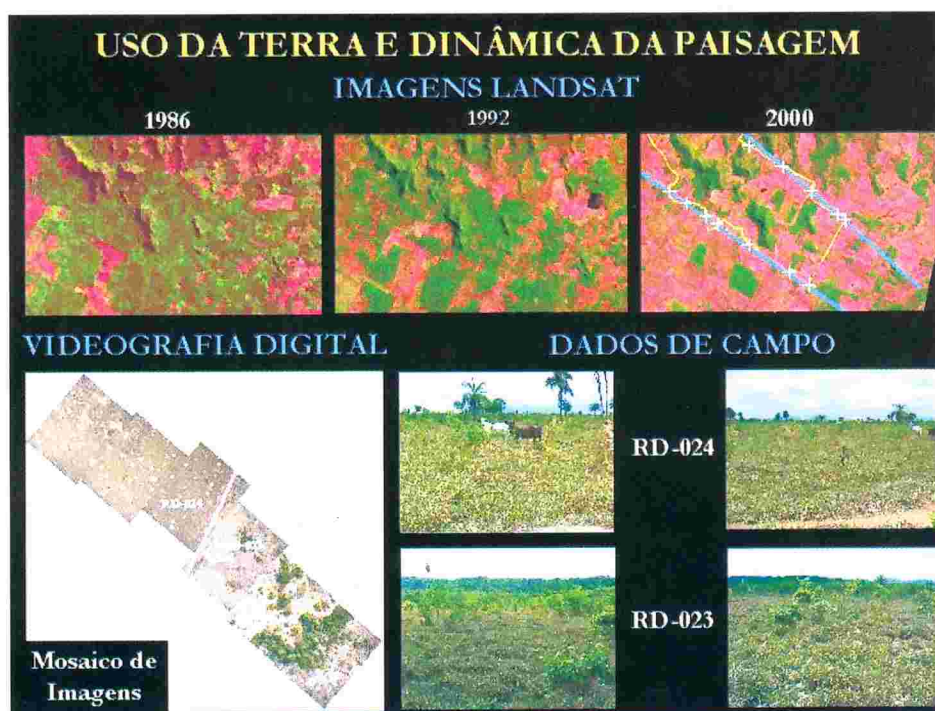
O projeto de pesquisa *Uso da terra, dinâmica da paisagem e construção do espaço na Amazônia brasileira: análise comparativa e metodologia de monitoramento em áreas de fronteira agrícola* foi elaborado por um conjunto de professores e pesquisadores de diversas disciplinas e de várias instituições brasileiras e internacionais, com objetivo de reunir as com-

petências para intercambiar e elaborar metodologias inovadoras para o monitoramento do processo de construção regional em área de fronteira agrícola da Amazônia. A diversidade do pacote metodológico aplicado nas fases sucessivas do projeto, assim como a prioridade dada à interdisciplinaridade nas ações de pesquisa explicam a quantidade e a variedade dos resultados obtidos.

## Metodologia

A dinâmica de antropização dos ecossistemas, nas fronteiras agrícolas da Amazônia, é vista como consequência de processos de construção do espaço específicos às frentes pioneiras. O projeto identificou, analisou, integrou e mapeou esses processos em escala municipal, elaborando um sistema de informações geográficas (SIG) disponível para o monitoramento das dinâmicas locais pelas entidades envolvidas (instituições, comunidades, associações, indivíduos etc.) Três regiões contrastantes foram escolhidas, na perspectiva de integrar o fator diversidade para testar o pacote metodológico. A abordagem multinível per-

mite distinguir e articular os níveis micro, meso e macro: um determinado evento localizado é compreendido como resultado de diversas forças e fatores, decorrendo de processos desenvolvidos em outras escalas de organização espacial, social, econômica. Na coleta de dados, utiliza-se o conceito de informante-chave, que, pela posição central num sistema pode passar informações sobre as estratégias de uma categoria de atores, por meio de entrevistas apropriadas. Pode-se repetir esse procedimento em todos os níveis, para diversas categorias de atores, proporcionando assim uma visão sistêmica dos processos.

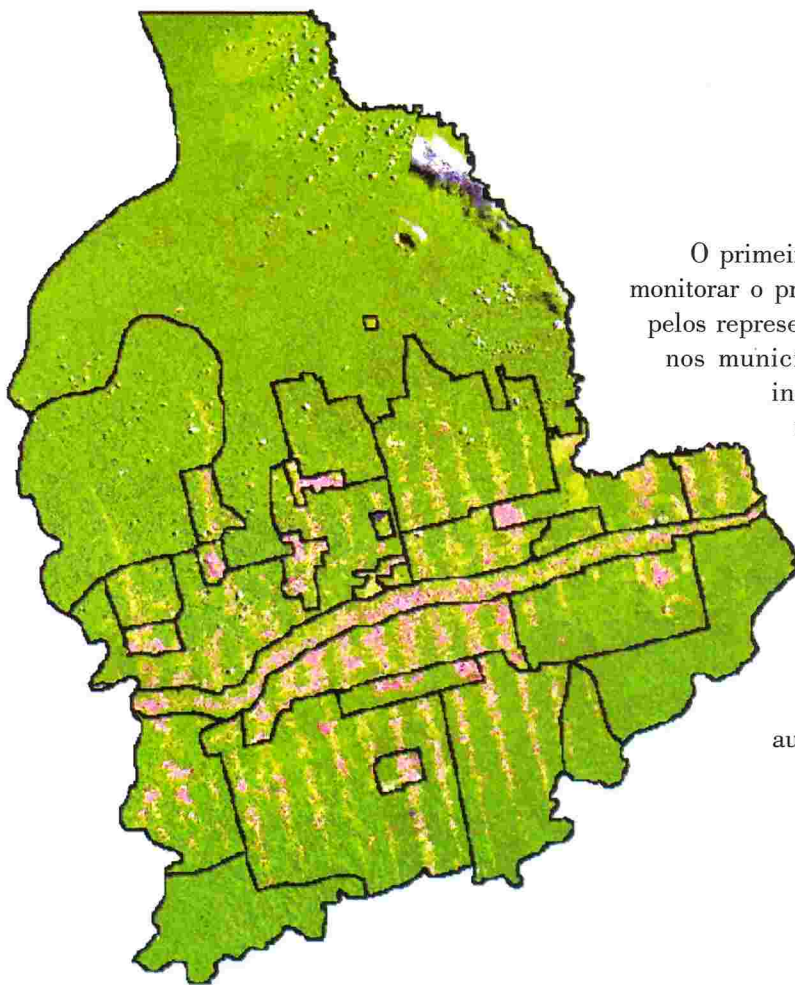


A análise paisagística se baseia na articulação dos dados de sensoriamento remoto – com entrevistas multidirecionadas (parâmetros socioantropológicos, econômicos, culturais e produtivos), visando reunir as causas (estratégias dos atores) e as consequências (dinâmica da paisagem nas propriedades). Foram utilizadas imagens Landsat, para análise multitemporal em escala meso, e imagens de videografia numérica (com sobrevôo das áreas estudadas) para caracterização das estratégias de uso da terra na escala micro.

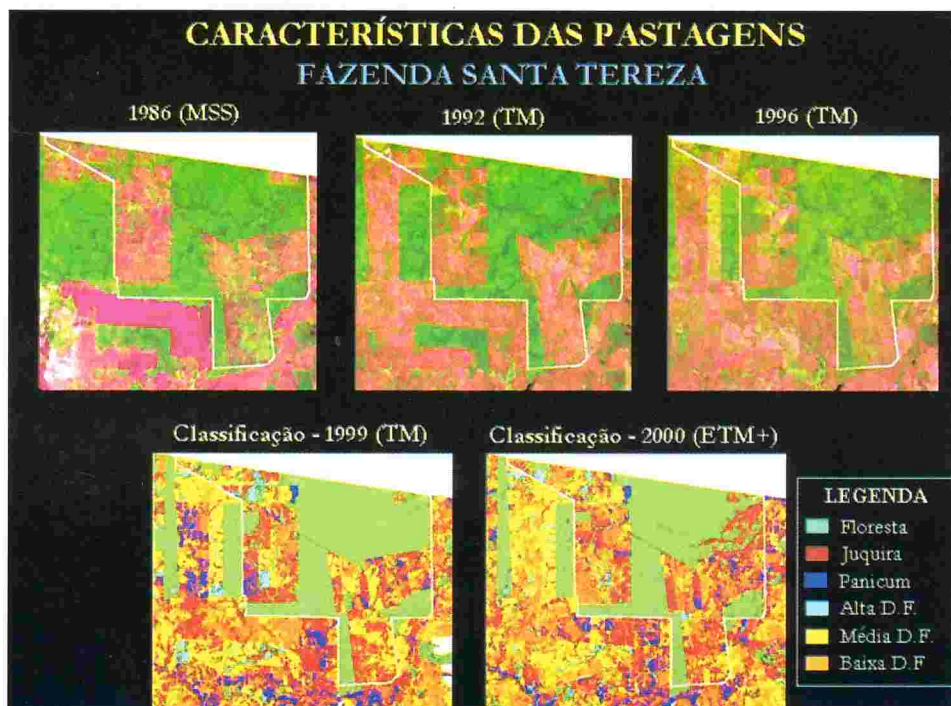
As análises na escala macro incluem organização espacial regional e dinâmica macroeconômica, na base de estudo de cadeias produtivas, fluxos de mercadorias, pessoas, serviços, estruturação de sistemas (centros, periferias, eixos, redes etc.) e desenvolvimento de infra-estruturas. Essas informações foram integradas em um SIG (*software* Arcview 3.2), com a finalidade de caracterizar as relações, analisar como os fatores interagem para produzir determinadas configurações e privilegiar tal processo na construção do espaço, com consequências no avanço da fronteira.



## Resultados esperados e resultados alcançados



O primeiro resultado é o conjunto de ferramentas para monitorar o processo de construção regional a ser utilizado pelos representantes do poder público e da sociedade civil nos municípios e na microrregião. Essas ferramentas incluem SIG, modelos estatísticos espaciais e modelos paisagísticos de uso da terra, ambos adequados para simulação de cenários. O fato de serem utilizados na elaboração do Plano Diretor de Uruará para diagnóstico (foto das unidades de paisagem), modelagem e monitoramento, testemunham a qualidade do resultado obtido. Entretanto, o esforço deve continuar, uma vez que a equipe municipal pode adquirir maior autonomia para usar essas ferramentas.



O segundo resultado esperado foi a caracterização da cobertura da terra, a partir de imagens de sensoriamento remoto, e de videografia numérica, e de dados levantados no campo.

A ilustração ao lado apresenta os resultados obtidos em área de fazenda de corte no sul do Pará. O principal avanço dessa metodologia foi a discriminação de tipos de pastagens, além de formações florestais e outras. No entanto, a dificuldade para diferenciar área de culturas perenes e capoeira/juqira relativiza a relevância da metodologia para ser aplicada à caracterização de estabelecimentos familiares.



Além desses resultados, o projeto contribuiu na elaboração de uma nova metodologia de coleta de informações com os atores. Trata-se de uma abordagem interdisciplinar baseada em conversas/discussões com informantes-chaves, priorizando a qualidade e não a quantidade dos dados, permitindo obter informações rele-

vantes sobre diversos grupos de atores em uma determinada região. A foto a seguir mostra um informante-chave dos produtores leiteiros da agricultura familiar na propriedade, conversando com a equipe interdisciplinar de pesquisadores constituída por uma socióloga, um agrônomo e um geógrafo.



Foto: Marcelo de Breyne

*Alta tecnologia na seleção das frutas para atender o mercado*

## Treinamento/Capacitação

Uma das prioridades do projeto, identificada desde a fase de elaboração da proposta, sempre foi a formação de recursos humanos em nível de pós-graduação. Com oito doutorados e sete mestrados no quadro do projeto, considera-se que o objetivo foi alcançado. Algumas teses já foram defendidas, outras estão em fase de redação, outras na pesquisa de campo. A diversidade das disciplinas dos mestrandos e doutorandos confirma a relevância da questão da interdisciplinaridade no projeto.

### Estudantes do projeto

Adriano Venturieri; Ailce Margarida Alves; Christiane Saumade; Cláudia Khawage; Isabel Escada; João Roberto Dias Oliveira; Laura A. Ferreira; Marcelo C. Thales; Nathalie Hostiou; Pablo Pacheco; René Pocard-Chapuis; Rodrigo Lorena; Ronei Santana Menezes, Thierry Bonaudo; Viviane Veras Oliveira.

## Disseminação

O seminário final do projeto foi o principal evento das *1<sup>as</sup> Jornadas Amazônicas* organizadas no CDS da Universidade de Brasília (UnB) em Brasília (3-7 de junho de 2002) e no sul do Pará (8-15 de junho 2002). Aproximadamente 80 cientistas de nove países e de

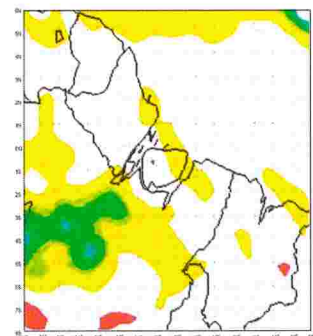
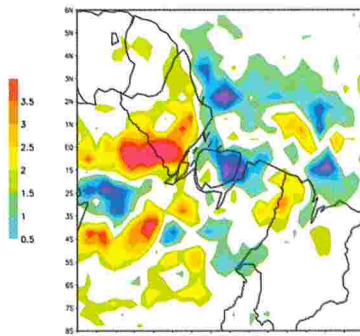
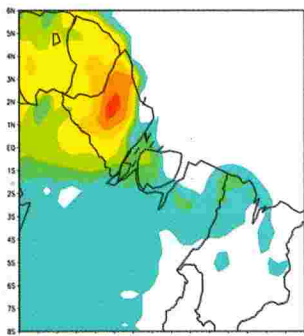
15 cursos de pós-graduação participaram do seminário final do projeto e 35 na fase de campo no sul do Pará. Durante a fase de campo, os resultados referentes ao município de Redenção foram novamente apresentados no quadro do *Primeiro Seminário de Direito Ambiental de Redenção – PA*.



### A produção científica do projeto em 2001 e 2002

- Publicações com comitê de leitura – 5
  - Capítulos de livros – 2
  - Livros (em andamento) – 2
- Trabalhos apresentados em congressos internacionais – 10
- Trabalhos apresentados em congressos nacionais – 2





# Impacto do desmatamento junto ao litoral atlântico da Amazônia

**Autores:** *Júlia Cohen, Adilson W. Gandu, Antônio Carlos Lola da Costa*

**Instituição:** *Departamento de Meteorologia – Centro de Geociências – UFPA*

**U.F. da instituição:** *Pará, PA*

**Coordenação:** *Júlia Clarinda Paiva Cohen*

**E-mail da coordenadora:** *jpcohen@ufpa.br*

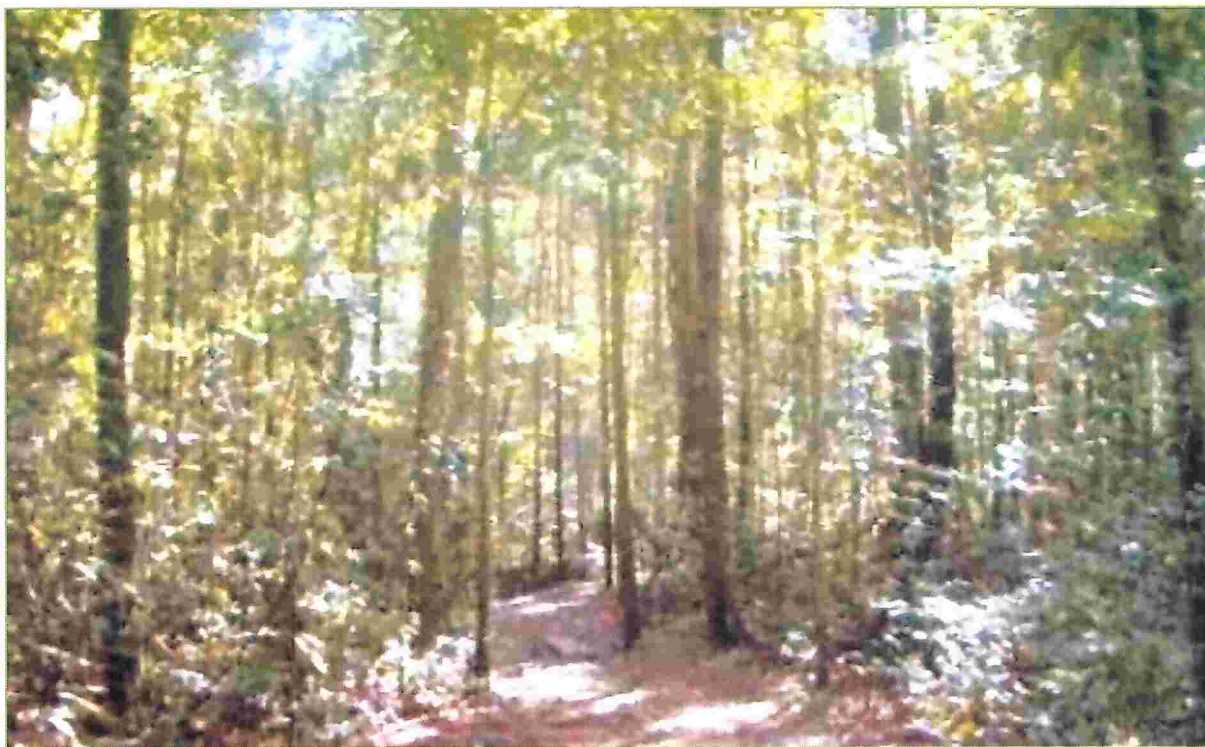
## Equipe

Midori Makino; Antônio Carlos Lôla da Costa; José Ricardo de Souza Santos; Edson José Paulino da Rocha; Hernani José Brazão; José Danilo da Costa Souza Filho; Paulo Fernando de Souza Souza; José Maria Nogueira da Costa; Aristides Ribeiro; Marcos Heil Costa; Maria Assunção F. da Silva; Adilson Wagner Gandu; Regina Célia dos Santos Alvalá.

## Sumário

O objetivo geral deste projeto foi avaliar a relação dos ecossistemas de manguezal (Bragança), floresta (Caxiuanã) e campo (Soure) sobre o clima no leste da Amazônia, utilizando como ferramenta principal o modelo atmosférico de mesoescala RAMS.

As simulações numéricas com o modelo atmosférico mostraram que, em simulações de mais alta resolução, a topografia, o litoral e os sistemas de grandes rios têm um importante papel nos padrões anômalos de precipitação, ventos e energia na simulação de desmatamento na região leste da Amazônia.



*Floresta*



## Introdução

---

A comunidade meteorológica mundial vem tentando definir quais seriam as mudanças climáticas devidas à ação antropogênica, estudando os efeitos do desmatamento e da modificação no uso da terra em diversas regiões do planeta. A Amazônia é uma dessas áreas, especialmente a região litorânea, uma das mais povoadas e que apresenta os mais diversos tipos de ecossistemas. O objetivo geral deste projeto foi avaliar a relação dos ecossistemas de manguezal (Bragança), floresta (Caxiuanã) e campo (Soure) sobre o clima no leste da Amazônia, utilizando como ferramenta o modelo de previsão numérica RAMS.



## Metodologia

---

A presente pesquisa consistiu em medições contínuas do vento, da precipitação, da radiação solar, da temperatura do ar e do solo, da umidade do ar e do solo nos ecossistemas acima citados. Além dessas medições na escala dos ecossistemas, foram realizados experimentos de campo na escala regional, por meio de lançamento de radiossondas sobre continente e oceano. Esses experimentos de campo foram feitos nos períodos chuvoso de 2002 e menos chuvoso de 2001. Esses dados foram utilizados para caracterizar o clima na escala local e regional, durante o projeto, assim como para inicializar e calibrar o modelo de mesoescala RAMS (Liston e Pielke, 2000), utilizado para alcançar os objetivos do projeto.

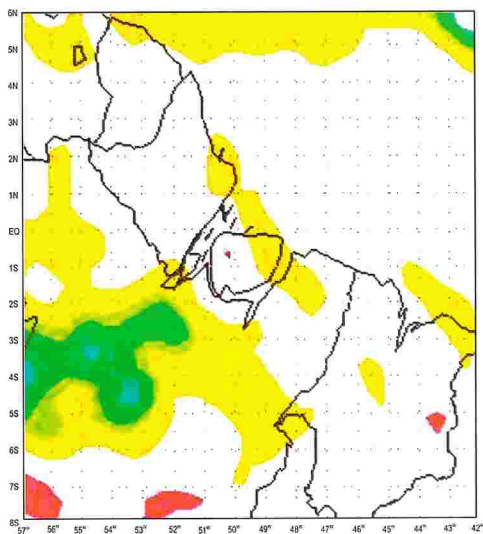
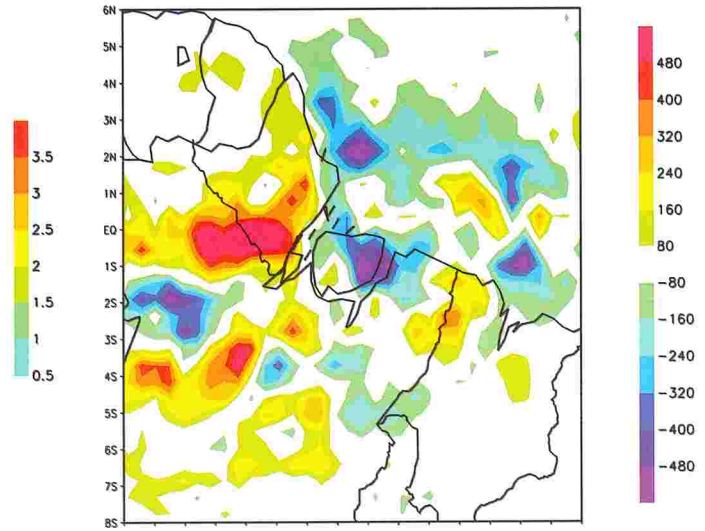
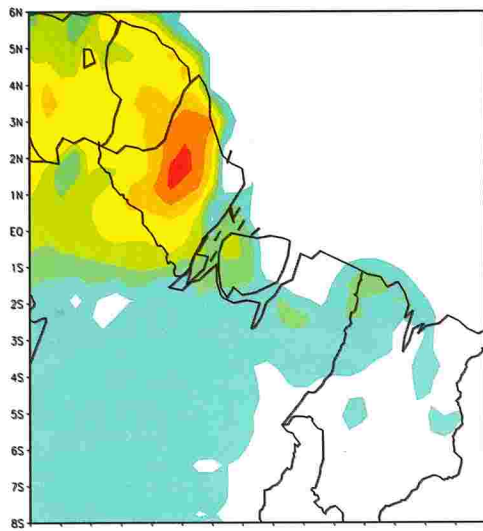
Apresentam-se duas simulações numéricas para um ano, denominadas: (i) simulação “controle”, na qual foi utilizada a distribuição de tipos de vegetação e os respectivos parâmetros biofísicos, montada a partir de recentes estudos sobre a região amazônica; (ii) simulação “desmatada”, no qual os parâmetros biofísicos da floresta foram substituídos pelos de pastagem.



## Resultados esperados e resultados alcançados

Os resultados mostram que a simulação com modelos regionais revela importantes aspectos do processo de desmatamento, ressaltando efeitos que não são comumente simulados em Modelos de Circulação Geral da Atmosfera. Ao contrário de estudos com modelos de grande escala (Nobre *et al.*, 1991; Lean, *et al.*, 1996; Manzi *et al.*, 1996; Costa *et al.*, 2000; Foley *et al.*, 2000), o desmatamento não provoca uma diminuição generalizada na precipitação pluviométrica. Nas regiões litorâneas e ao longo dos grandes rios, o desmatamento é realmente responsável por um decréscimo na nebulosidade e na precipitação. Por outro lado, as regiões montanhosas, principalmente as encostas em vales de rios, apresentam um aumento de nebulosidade e de precipitação. Também, os fluxos de calor sensível e calor latente da superfície apresentam tanto regiões de anomalias negativas quanto positivas, sendo esses efeitos mais pronunciados na estação menos chuvosa da região. A variável que sofre mudança mais significativa com o desmatamento é a velocidade do vento próximo à superfície. A diminuição do coeficiente de rugosidade da floresta para pastagem permite que os ventos próximos ao litoral aumentem de intensidade, diminuindo a convergência de umidade no litoral e a chuva sobre a região.





Diferença entre o experimento desmatado e experimento controle durante os meses de fev-mar-abril:  
 (a) precipitação pluviométrica (mm); (b) vento(m/s) .

Campo



## Treinamento/Capacitação —

O projeto contou com 10 bolsistas de IC e 6 bolsistas de DTI/CNPq/LBA. Duas dissertações de mestrado foram concluídas com dados do projeto.

Foram feitos vários treinamentos: lançamento de radiossondas; instalação e operação de estações meteorológicas automáticas; sistema Eddy Correlation; modelo RAMS.

Assim, este projeto facilitou a formação de vários cientistas, contribuindo para a formação de recursos humanos que darão continuidade aos estudos de problemas que ensejam novas pesquisas.



## Disseminação

A produção científica do projeto até o momento foi: 47 trabalhos em eventos nacionais e internacionais; dois artigos em revistas internacionais; dois artigos em uma revista brasileira; dois artigos sendo submetidos em dezembro de 2002; duas dissertações de mestrado.





# Pesquisa e monitoramento participativos em áreas de conservação gerenciadas por populações tradicionais

**Instituição:** *Associação dos Seringueiros e Agricultores da Reserva Extrativista do Alto Juruá*

**U.F. da instituição:** *Acre, AC*

**Coordenação:** *Mauro W. Barbosa de Almeida*

**Coordenadora-adjunta:** *Eliza M. L. Costa*

**Coordenadores associados:** *Mariana Pantoja e Augusto Postigo*

**E-mail dos coordenadores:** *malmeida@unicamp.br; eliza@unicamp.br; augustopostigo@hotmail.com; maripantoja@yahoo.com.br*

## Equipe

Mauro W. B. Almeida; Eliza M. L. Costa; Mariana C. Pantoja Franco; Manuela Carneiro da Cunha; Augusto A. Postigo; Andréa Martini; Gabriela Araújo; Marisa B. A. Luna; Carla de Jesus; Cristina S. Wolff; Liana Souza; Keith Brown S. Jr.; Bruce Nelson; Douglas Daly; Marcos Silveira; Moisés Barbosa de Souza; Márcia C. C. Souza; José Marcelo Torezan; Rossano Marchetti; Tatiana Mello; Jesus Rodrigues.

## Sumário

O objetivo do projeto é testar uma metodologia participativa de monitoramento do estado dos ecossistemas, dos efeitos da ação antrópica e da qualidade de vida. O projeto visa desenvolver métodos de pesquisa e monitoramento dos ecossistemas e da qualidade de vida na Reserva Extrativista do Alto Juruá, sob a responsa-

bilidade da população local. Pretende-se, assim, gerar métodos e procedimentos que possam ser empregados em outras áreas de conservação habitadas por populações tradicionais. Espera-se que tais métodos aumentem a capacidade das populações tradicionais para administrar o uso dos recursos naturais de maneira sustentável.

## Introdução

O sucesso das reservas extrativistas como alternativa de desenvolvimento sustentável depende, entre vários fatores, da capacidade dos moradores para gerir os territórios, visando melhorar o bem-estar humano e conservar os ecossistemas dos quais depende esse bem-estar. Essa capacidade inclui a de monitorar o estado dos ecossistemas e o impacto humano sobre eles, bem como a de administrar os conflitos sociais ligados ao uso humano. Entre as condições necessárias

para consolidar essas capacidades, estão a existência de informações confiáveis sobre o estado dos ecossistemas e o envolvimento das instituições locais no processo de monitoramento e de gerenciamento dos recursos naturais. O projeto visa desenvolver métodos participativos de pesquisa e monitoramento dos ecossistemas e da qualidade de vida, e com isso contribuir para fortalecer a capacidade das populações tradicionais para administrar o uso dos recursos naturais e da biodiversidade. Visa, em particular, gerar conhe-



cimentos e métodos participativos para monitorar o impacto humano sobre a cobertura vegetal (por meio de imagens de satélite), o uso humano da fauna (por meio do monitoramento da atividade

de caçadores), a diversidade da flora (estudos de grupos utilizados por extrativistas), a qualidade de vida (diários de alimentação) e, finalmente, a capacidade organizacional e institucional.

## Metodologia

A base da metodologia são o desenvolvimento e o teste de métodos de monitoramento, tendo como aspecto comum a combinação entre a pesquisa e o treinamento dos moradores. A pesquisa e o monitoramento combinam diferentes métodos, destacando-se o registro em diários por moradores da Reserva Extrativista do Alto Juruá, cujos resultados são analisados e discutidos em reuniões com as equipes.

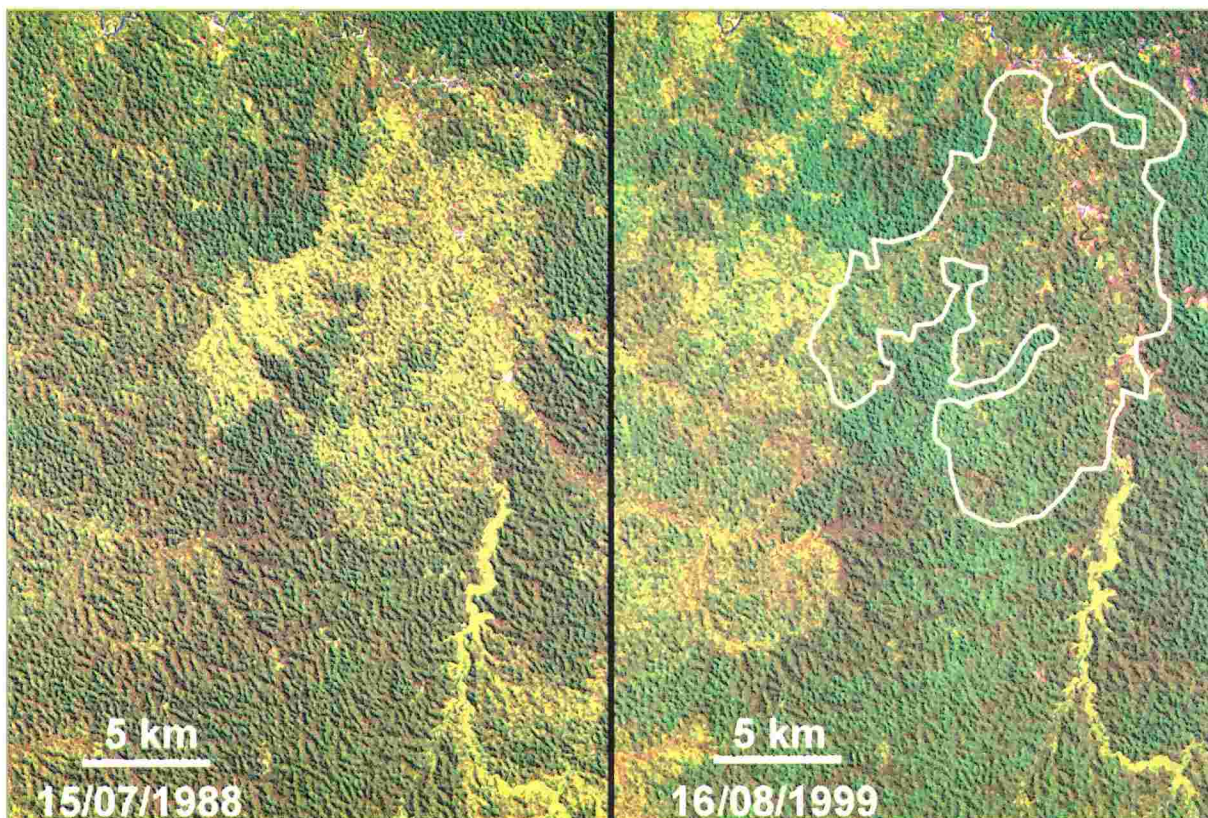


Figura 2 – Mudanças na floresta: morte do tabocal e clareiras para a agricultura.

## Resultados esperados e resultados alcançados

### Principais metas do projeto:

**Monitoramento da cobertura vegetal** – Com uma cartilha elaborada por Bruce Nelson (Inpa), e participação de Andréia Alechandre (Parque Zoobotânico), foram realizadas reuniões de treinamento para análise de imagens de satélite e elaboração de mapas visando diagnosticar mudanças na cobertura florestal. Um estudo em colaboração de Manuel Ruiz Pérez (Universidad Autónoma de Madrid) e Sonya Dewi (Cifor) permitiu acompanhar o processo de desmatamento de 1998 a 2000. Durante o período, 98,7% do território permaneceu sob cobertura florestal e apenas 0,2% sofreu desmatamento permanente.

**Pesquisa e monitoramento de ecossistemas** – Uma equipe formada por Marcos Silveira (Ufac), Douglas Daly (NYBG) e outros realizaram pesquisa e treinamento de monitores (morfologia e técnicas de coleta e conservação). Entre as espécies que são fontes potenciais de renda alternativa (murumuru, cipó-titica, pupunha e unha de gato), chamou a atenção a pressão sobre cipó-titica (e também sobre algumas



palmeiras). O professor Keith S. Brown Jr. (Unicamp) e o professor Moisés Barbosa (Ufac) realizaram treinamentos com monitores de insetos e anfíbios ("monitores de borboletas" e "monitores de sapos"). As expedições confirmam resultados anteriores sobre a altíssima diversidade biológica da área (cerca de 1.600 espécies de borboletas e 120 de anuros).

**Uso dos recursos da fauna** – Uma equipe de monitores de diferentes partes da reserva está registrando diariamente dados de caçadas (horários, esforço de captura, resultado). Os dados são georreferenciados e quantificados. Houve, a partir de 1995, um sensível aumento de caititus e queixadas e, em menor quantidade, de veados – mudança que monitores atribuem à proibição do uso de cães para caçada. Os dados, em fase de análise, cobrem dois anos de observações.

**Monitoramento institucional e cultural** – Francisco Barbosa de Melo (CNS – Regional Vale do Juruá), Mariana P. Franco, Eliza M. L. Costa, Augusto Postigo e Marisa B. Araújo (IFCHumanas – Unicamp) realizaram relatórios apoiados na observação de conflitos locais em torno de recursos naturais. Exemplos são "conflitos por estradas de seringa" e "conflitos por terrenos agrícola".

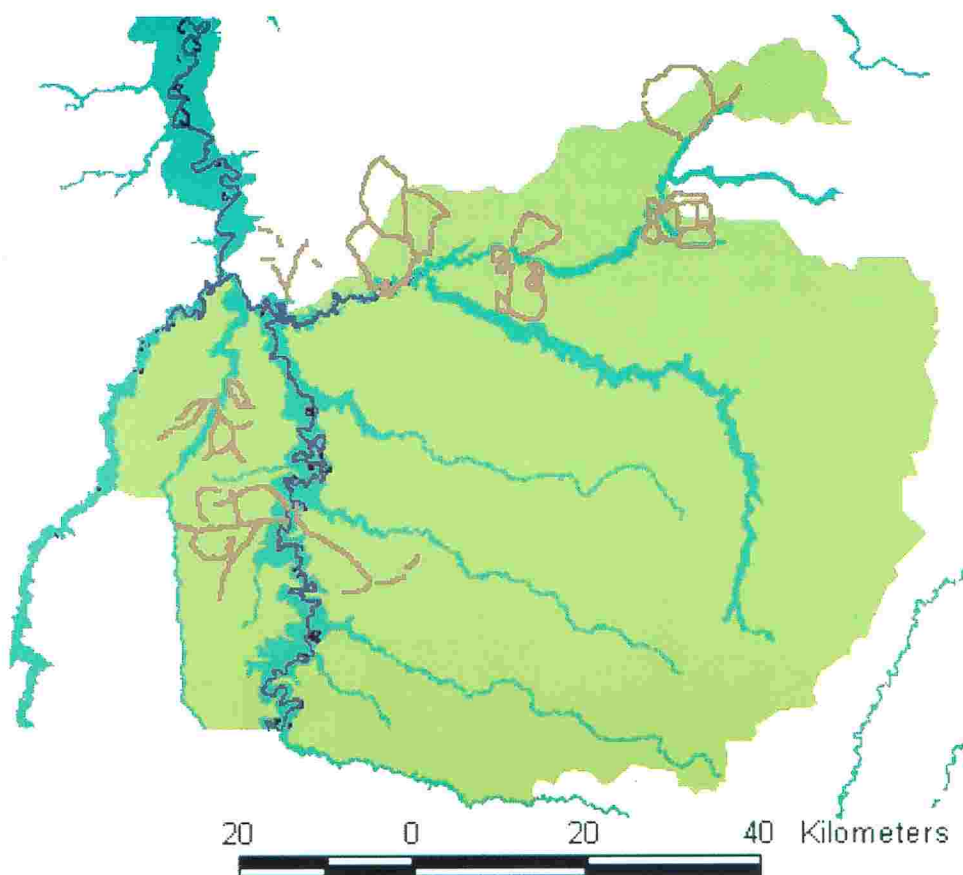


Figura 3 – Alguns trajetos de caçada na Reserva Extrativista do Alto Juruá

## Treinamento/Capacitação

### Atividades realizadas

Reuniões de treinamento na Reserva, acompanhamento individual de monitores nas residências, participação em assembléias, análise de resultados e início da produção de cartilhas e manuais.

### Alunos, bolsistas, teses

Três teses de doutorado (duas em Biologia, uma em antropologia); duas teses de doutorado em andamento; quatro dissertações de mestrado em andamento (duas em antropologia, duas em biologia).

### Pesquisadores treinados/capacitados

Um total de 50 moradores participaram das atividades. Desse total, cerca de 30 monitores ganharam experiência suficiente para continuar atividades de pesquisa e apoio à pesquisa, gerando dados de qualidade satisfatória e sendo capazes de interpretá-los (sobretudo, rios Tejo e Bagé).



## Disseminação

- Manuela Carneiro da Cunha e Mauro W. Barbosa de Almeida (organizadores). *A Enciclopédia da Floresta: o Alto Juruá. Conhecimentos, Práticas e Populações*. São Paulo, Companhia das Letras, Ibama e Secretaria da Amazônia, 2002, 700 pp. Contém artigos da maioria dos colaboradores do projeto, inclusive seringueiros e monitores. Foram apresentadas comunicações em congressos especializados (antropologia, biologia) e publicados artigos, estando outros em preparo.
- Farias, Raimundo Adelino (Caboré), Augusto Postigo, Carla de Jesus Dias, Rossano Marchetti Ramos, Mauro W. B. Almeida e Tatiana Figueira de Mello. *Aplicação de diários de caça como estratégia de monitoramento socioambiental na Reserva Extrativista do Alto Juruá, AC*. Comunicação ao Primeiro Encontro da Anppas (Associação Nacional de Pesquisa em Pós-Graduação em Ambiente e Sociedade), Indaiatuba, SP – GT Biodiversidade e Recursos Naturais, 6 a 9 de novembro de 2002.
- Ruiz Pérez, Manuel, Mauro Almeida, Sonya Dewi, Eliza Costa Lozano, Atie Puntodewo, Mariana Pantoja Franco, Augusto Postigo. *Conservation and Development in Amazonian Extractive Reserves: the case of Alto Juruá*. AMBIO. A Journal of the Human Environment. The Royal Swedish Academy of Science. (aceito para publicação).
- Almeida, Mauro W. B. de 2002. *The Politics of Amazonian Conservation: The Struggles of Rubber Tappers*. The Journal of Latin American Anthropology 7(1):170-219, 2002.
- Carneiro da Cunha e Mauro W. Barbosa de Almeida. 2002. *Populações Tradicionais e Conservação Ambiental*. Em João P. R. Capobianco *et al.* (orgs.). Biodiversidade Amazônica – Avaliação e Ações Prioritárias para a Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios. Estação Liberdade/ Instituto Socioambiental, 2001, pp. 184-193.



Monitores e pesquisadores em reunião na colação Volta do Lago, rio Tejo







# Tecnologias inovadoras na agricultura familiar da Amazônia oriental visando à sustentabilidade

**Instituição:** *Embrapa Amazônia Oriental*

**U.F. da instituição:** *Pará, PA*

**Coordenação:** *Tatiana Deane de Abreu Sá*

**E-mail da coordenadora:** *tatiana@cpatu.embrapa.br*

## Equipe

Maria do Socorro Andrade Kato; Osvaldo Ryohei Kato; Sílvio Brienza Júnior; Ricardo de Oliveira Figueiredo; Cláudio José Reis de Carvalho; Noemi Vianna Martins Leão; Sônia Helena Monteiro dos Santos; Jorge Alberto Gazel Yared; Helenice Moia Coimbra; Geórgia Silva Freira; Nademir Cunha Sousa; João Roberto Pinto Feitosa; Homero Reis de Melo Júnior; Steel Silva Vasconcelos; Waldiléia Rendeiro da Silva; Carlos Douglas Sousa Oliveira; Eliane Constatinov Leal; Paulo Choji Kitamura; Geraldo Stachetti Rodrigues; Francisco de Assis Costa; Thomas Hurtienne; Eliene Lopes de Souza; Luís Alfredo C. Guimarães; Lilliane Maia Lima; Luciene Mota de Leão; Fernando Michelotti; Leandro Frederico Ferraz Meyer; Patrícia Chaves de Oliveira; Flávio Jesus Luizão; Konrad Vielhauer; Albertus Johannes Wickel; Validere Costa Oliveira; Eric Atlas Davidson; Ima Célia Guimarães Vieira.

## Sumário

A busca de alternativas sustentáveis à agricultura familiar na Amazônia oriental, onde predomina o sistema de cultivo rotacional conhecido como agricultura migratória ou itinerante (*shifting cultivation*), com base no manejo da vegetação secundária em pousio (capoeira), e o preparo de área via derruba-e-queima (*slash-and-burn*), tem apontado opções promissoras, como é o caso do preparo de área sem queima via corte-e-trituração (*chop-and-mulch*), intensificando o sistema na fase de preparo de área, e da melhoria da capoeira pelo plantio de árvores de rápido crescimento, intensificando o sistema na fase de pousio. Essas duas intervenções no sistema são abordadas pelo projeto, por meio de ações voltadas a: aperfeiçoar

técnicas de enriquecimento de capoeira e preparo de área sem queima; valorar essas tecnologias visando oferecer subsídios a políticas públicas que viabilizem sua adoção; implantar ações participativas de validação e teste das tecnologias em estudo, visando levantar a percepção dos produtores sobre as tecnologias e obter coeficientes técnicos realistas; e implantar estudo visando avaliar o impacto da técnica de corte-e-trituração em nível da microbacia do Igarapé Cumarú, em Igarapé-Açu, PA. Com essas ações espera-se contribuir à melhoria na qualidade de vida e na qualidade ambiental no âmbito da agricultura familiar na Amazônia oriental, pela oferta de tecnologias agrícolas passíveis de contribuir ao incremento da sustentabilidade do uso da terra nesse relevante cenário.

## Introdução

A Amazônia oriental, em especial o nordeste do Pará, exibe extensas áreas ocupadas há

mais de um século pela agricultura familiar, adotando o tradicional sistema rotacional com base no manejo da capoeira, que utiliza o preparo de



área via corte-e-queima. Esse sistema de uso da terra vinha mantendo níveis aceitáveis de estabilidade, enquanto os níveis de pressão sobre a terra permitiam o período de pousio entre dois períodos de cultivo (ocasião em que a capoeira cresce, acumulando nutrientes para os cultivos subsequentes). Com a redução do pousio para menos de cinco anos, e a adoção, em alguns cultivos, de mecanização agrícola não adaptada à região, que acarreta o desaparecimento de espécies arbóreas e arbustivas da capoeira, que tem a reprodução predominantemente vegetativa, esse sistema torna-se instável, repercutindo na produtividade dos cultivos e no potencial produtivo do solo. Entre as diversas tentativas de lidar

## Metodologia

O estudo está centrado no município de Igarapé-Açu, nordeste do Pará, e inclui: (1) seleção de espécies arbóreas e arbustivas de rápido crescimento visando à melhoria na disponibilidade de fósforo, nitrogênio e no acúmulo de carbono, via enriquecimento de capoeiras, incluindo coletas de material em capoeiras da região, análise laboratorial do material e implantação de plantios experimentais; (2) avaliação de aspectos biofísicos e biogeoquímicos em áreas submetidas às técnicas de preparo de área sem queima e de enriquecimento de capoeira, com ênfase no monitoramento da umidade do solo (sonda de nêutrons) e do fluxo de gases associados ao efeito estufa ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{No}$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ); (3) valoração de tecnologias de preparo de área sem queima e enriquecimento de capoeira, com ênfase na valoração não-monetária, utilizando resultados ge-

com essa realidade com vistas a aumentar a sustentabilidade no uso da terra nessas condições, encontra-se a de intensificar esse sistema via intervenções, nas épocas de preparo de área e de pousio, que a Embrapa Amazônia oriental vem encetando, em parceria com instituições da Alemanha, dos Estados Unidos e do Brasil, e que este projeto contribui em segmentos voltados a: aperfeiçoar a técnica de enriquecimento de capoeira associada ao preparo de área sem queima; valorar essas tecnologias visando aplicar a abordagem participativa de validação e teste das tecnologias em estudo; avaliar o impacto da técnica de corte-e-trituração em nível de microbacia hidrográfica.

rados sobre o desempenho das tecnologias, painel de especialistas e aplicação da metodologia de Emergia (Odum, 1996); (4) aplicação de abordagem participativa em comunidades de agricultores familiares quanto às técnicas de preparo de área sem queima e enriquecimento de capoeiras, envolvendo o levantamento da percepção dos produtores acerca das tecnologias propostas, que atinge cerca de 50 produtores em 13 comunidades; (5) implantação de monitoramento hidrogeoquímico na microbacia do Igarapé Cumarú, envolvendo o monitoramento da vulnerabilidade dos aquíferos, do nível e de características químicas da água em transecto ao longo das áreas submetidas a diferentes preparos de área (rede de 80 piezômetros) e em braços do Igarapé (construção de três barragens, coleta automática de amostras de água e monitoramento do nível do Igarapé).





## Resultados esperados e resultados alcançados

### Esperados

- Identificação de espécies arbóreas ou arbustivas encontradas em capoeiras com potencial de utilização no enriquecimento de capoeiras.
- Identificação de níveis de tolerância hídrica e luminosa de espécies voltadas ao enriquecimento de capoeiras.
- Determinação de métodos de propagação e de plantio para as espécies selecionadas.
- Caracterização de variáveis biofísicas em pousio enriquecido.
- Implantação de módulos de pesquisa participativa com pousio enriquecido.
- Valoração das tecnologias de preparo de área sem queima e enriquecimento de capoeira determinada em caráter preliminar.
- Experimento participativo em nível da microbacia do igarapé Cumaru implantado.
- Implantação de estrutura para monitoramento biofísico e biogeoquímico em nível da microbacia do igarapé Cumaru implantada e operando.



### Alcançados

- Identificação de um grupo de 24 espécies, com atributos promissores para uso em enriquecimento de capoeiras, onde *despontou a espécie Neea sp., seguida das espécies Cecropia palmata, Cecropia obtusa e Wulfia bacata.*
- Foi evidenciado que, em situações de preparo de área sem queima, ocorre maior armazenamento de água no solo, em especial até 60 cm de profundidade, e esse efeito é amplificado se o pousio tiver sido enriquecido.
- Foi evidenciado que os solos de capoeiras, enriquecidas ou não, funcionam predominantemente como fontes de CO<sub>2</sub>, NO e N<sub>2</sub>O e como sumidouros de CH<sub>4</sub>.
- Foram realizadas aplicações de técnicas visando à valoração não-monetária de serviços associados à adoção das tecnologias alternativas avaliadas, que estão contidas em artigos gerados (Rodrigues *et al.*, 2001).
- Foram implantados e encontram-se em avaliação cerca de 50 módulos de pesquisa participativa, em 13 comunidades, onde está sendo acompanhado o desempenho das técnicas alternativas.
- Foi implantada estrutura de monitoramento biofísico e hidrogeoquímico na microbacia do igarapé Cumaru, que vem operando rotineiramente. Os resultados preliminares do monitoramento e modelagem indicam que o balanço de água nessa área é principalmente determinado pelo fluxo de água subsuperficial e que ocorre forte fixação de nutrientes através do perfil do solo e da zona de vegetação ciliar, sugerindo a importância do papel da rede protetora representada pelas raízes de capoeiras, evitando a lixiviação de água e nutrientes, mesmo durante o período de cultivo, quando as raízes dessa vegetação secundária são mantidas (Sommer, 2000). O índice de vulnerabilidade obtido para o aquífero livre variou entre baixo a alto na área da bacia hidrográfica.





## Treinamento/Capacitação

- Participação de Leandro F. F. Meyer no Curso sobre Análise Emergética de Projetos para Desenvolvimento Sustentável, Unicamp, Campinas, SP, 7-11/2/2000.
- Seminário Regional de Capacitação de Monitores em Prevenção e Alternativas a Produção sem Fogo – Proteger II, Capanema, PA, 2001.
- Turmas de Primavera e Verão 2001 do Curso Ecologia Amazônica e Manejo de Recursos Naturais, SIT/Ibeca/CCBEU, Belém e Igarapé-Açu, PA, 2001.
- Curso de Mestrado em Agriculturas Familiares Amazônicas – Neaf–UFPA/Embrapa AOR, 2000, 2001, 2002.
- Elaboração de três teses de mestrado.





## Disseminação

---

Algumas palestras e alguns trabalhos apresentados em eventos:

- Seminário Interno sobre Avaliação Ambiental Estratégica nos Eixos da Amazônia e Eixo Oeste, Secretaria de Planejamento e Investimentos Estratégicos – SPI do MOC, Brasília, DF, 2001.
- XII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, Fortaleza, CE, 2001.
- The Global Change Open Science Conference, Amsterdam, Holanda, 2001.
- Biennial Emery Research Conference: Theory and Application of the Emery Methodology, Gainesville, FL, EUA, 2001.
- VIII Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal, Ilhéus, BA, 2001.
- Agricultura sem queima, Campanha das queimadas – Mapa/Embrapa em Marabá, Altamira, Redenção, PA, 2001.
- Palestra na Feira Agropecuária de Tomé-Açu, PA, 2001.
- Alternativa ao uso do fogo: experiências implantadas – Campanha das queimadas, Fetagri – Proteger II, 2001.
- Palestra – Campanha das queimadas da Fetagri – Proteger II, Altamira, 2001.
- Ciclo de palestras para agentes comunitários, agentes de saúde, técnicos da Secretaria de Meio Ambiente do Município de Igarapé-Açu, PA, 2001.
- Exposição na Feira Agropecuária de Castanhal, PA, 2001.
- Deutscher Tropentag – Conference on International Agricultural Research for Development, Bonn, Alemanha, 2001.
- Seminário Regional de Agroecologia, Fase, Belém, 2002.
- II Conferência Científica do LBA, Manaus, AM, 2002.
- Realização de seis dias de campo voltados a agricultores familiares.
- Elaboração de: 1 capítulo de livro; 5 trabalhos completos, 5 resumos expandidos; 10 resumos; 1 vídeo; 2 calendários ilustrados com material levantado com estudantes da rede pública.





# Desenvolvimento e avaliação participativa de sistemas agroflorestais

**Instituição:** Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – Inpa

**U.F. da instituição:** Amazonas, AM

**Coordenação:** Johannes van Leeuwen

**E-mail do coordenador:** [leeuwen@internext.com.br](mailto:leeuwen@internext.com.br) ou [leeuwen@inpa.gov.br](mailto:leeuwen@inpa.gov.br)

## Equipe

Johannes van Leeuwen; Charles R. Clement; João Batista Moreira Gomes; Joanne Régis da Costa; Patrícia Miranda Dresch; Paulino Viana Filho; José Maria Thomaz Menezes; Raimundo Cajueiro Leandro; Ricardo Shiota; Mário Jorge C. dos Santos; Lenoir A. dos Santos; Newton Paulo de Souza Falcão; Flávio Jesus Luizão; Davi Said Aidar; Rosalee Albuquerque Coelho Netto; Luís Augusto Gomes de Souza; Eva Stukenbrock; Pieter Vranckx.

## Sumário

Objetivando desenvolver propostas agroflorestais adequadas à realidade dos agricultores, trabalhou-se com pesquisa participativa, implantando, em áreas de pequenos produtores, plantios agroflorestais piloto, delineados em conjunto por pesquisadores e produtores, e executados pelos últimos. Os plantios piloto se encontram em 90 propriedades

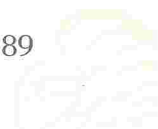
de três regiões (terra-firme e várzea, do Estado do Amazonas, e terra-firme do Estado de Rondônia), representam diferentes sistemas agroflorestais e avaliam o potencial de mais de 70 espécies. Ensaiou-se o uso de leguminosas para a cobertura do solo e para a produção de adubo verde. Foram visitados agricultores e comerciantes para estudar o cultivo e aproveitamento de diferentes espécies pouco conhecidas.

## Introdução

A maioria dos solos de terra-firme da Amazônia são quimicamente muito pobres e têm baixa capacidade de retenção de nutrientes, o que os torna pouco aptos às culturas anuais e ao pasto sem árvores. A riqueza química do meio ambiente encontra-se armazenada na floresta (biomassa) e não no solo (Jordan, 1987). Os plantios agroflorestais, com grande quantidade de biomassa por unidade de superfície, são adaptados a essas condições e constituem, em muitos casos, a única opção de uso sustentável da terra. A várzea da Amazônia também apresenta grande interesse para sistemas agroflorestais (Padoch *et al.*, 1987). Nesse ambiente, o cultivo

de árvores é menos arriscado que o de espécies anuais e semiperenes, enquanto a intensiva exploração madeireira aumentou a atração por esse cultivo.

No fim dos anos 80, surgiu um grande interesse por plantios agroflorestais e começaram os projetos promovendo-os (Smith *et al.*, 1998). Muitos plantios não deram bons resultados uma vez que não estavam adaptados às condições dos produtores. O projeto aqui apresentado desenvolve tecnologia agroflorestal que se coaduna com o uso da terra pelos habitantes da Amazônia e é a continuação do projeto PPD “Desenvolvimento e Avaliação de Sistemas Agroflorestais para a Amazônia” do período 1996-1999 (anônimo, 1999).





## Metodologia

As atividades centrais do projeto foram o delineamento, a instalação, o acompanhamento e a avaliação de plantios agroflorestais pilotos em estabelecimentos agrícolas, numa colaboração criativa entre agricultores e pesquisadores. Os agricultores se beneficiam das informações da pesquisa sobre novas espécies e técnicas, enquanto os pesquisadores se enriquecem com os conhecimentos, critérios, preferências e técnicas dos produtores. Para cada propriedade, pesquisadores e agricultores delinearam uma proposta para o plantio agroflorestal, cabendo as decisões finais aos agricultores. Estes últimos disponibilizaram o terreno e a mão-de-obra. Esse aspecto foi importante para forçar adaptações dos plantios às realidades. Quando necessário, parte das mudas foram doadas aos agricultores. Os plantios foram visitados periodicamente para a avaliação do desenvolvimento e manejo, com o produtor, que ficou responsável

## Resultados

### Sistemas e espécies agroflorestais

O método de pesquisa participativa, por meio de plantios agroflorestais pilotos em áreas de produtores, mostrou-se eficaz para adaptar as propostas agroflorestais à realidade do agricultor. Os resultados obtidos permitem formular recomendações para programas agroflorestais adaptados à realidade dos produtores, que podem optar por uma diversidade de sistemas e espécies. Algumas espécies como castanheira

(*Bertholletia excelsa*), sorvinha (*Couma utilis*), bacabinha (*Oenocarpus mapora* ssp. *mapora*) e tucumã (*Astrocaryum vulgare*) mostraram bom desenvolvimento no solo pobre de terra-firme, esgotado pela cultura da mandioca (*Manihot esculenta*). O crescimento da castanheira nos plantios foi muito bom. Além de produzir castanhas, essa espécie é uma alternativa mais interessante para a produção de madeira de lei.



O agricultor aproveita as folhas de *Gliciridia sepium* para adubar suas hortaliças. Ele está aumentando seu plantio desta leguminosa arbórea

pela tomada das decisões e pela execução do manejo (anônimo, 1999). Em parte dos plantios, estudaram-se a fertilidade do solo, a pedologia e os aspectos econômicos.

Novas espécies foram testadas em áreas de agricultores, entre elas, onze espécies nativas de várzea e de igapó de interesse potencial para a piscicultura e o manejo da pesca. A introdução experimental do uso de leguminosas para melhorar a fertilidade do solo, técnica desconhecida pelos agricultores, precisou de maior apoio inicial. Aos agricultores com plantios piloto solicitou-se autorização para instalar essas leguminosas, o que foi aceito pela maioria. O projeto cuidou do plantio e da manutenção inicial, o manejo foi entregue ao agricultor.

Visitas a outros agricultores e a comerciantes permitiram estudar o cultivo e o aproveitamento de diferentes espécies arbóreas pouco conhecidas.

Em Rondônia, o açaí (*Euterpe oleracea* e *E. precatória*) apenas sobreviveu à seca do verão quando se encontrava no meio da capoeira emergente. Para o bom desenvolvimento, é necessário o desbaste da capoeira ao redor.

Numa amostra de 36 agricultores, o interesse no plantio de árvores na várzea apresentou as seguintes preferências: (*Cedrela odorata*) 64%; louro-inamuí (*Ocotea cymbarum*) 61%; jacareúba (*Calophyllum brasiliense*) 50%; macacaúba (*Platimiscium duckei*) 33%; andiroba (*Carapa guianensis*) 22%; ucuúba (*Virola surinamensis*) 22%; jenipapo (*Genipa americana*) 11%. A obtenção de sementes de algumas espécies foi difícil pela quase inacessibilidade das matrizes remanescentes. As perdas nos plantios piloto da várzea, em razão das grandes enchentes anuais e das dificuldades de acompanhamento, foram muito maiores que as de terra-firme. Os plantios de várzea, nas capoeiras e no pasto, perderam-se. Os plantios nos pomares, campos agrícolas e divisas entre terrenos tiveram mais êxito. As árvores que restaram têm um crescimento rápido e desenvolvem um fuste reto. Apenas a macacaúba mostra problemas na forma do fuste. A possibilidade de financiar o reflorestamento da várzea, por intermédio do projeto ProVárzea do PPG7, aumentou a procura para a experiência do projeto com as espécies para esse ambiente.



As visitas aos agricultores mostraram que a produção de tucumã não é tanto extrativista, como informa a literatura (FAO, 1987), mas agrícola. O produto ganhou maior importância com a popularização do sanduíche de tucumã, uma inovação recente que surgiu nos cafés regionais de Manaus (Costa, 2000). Para novos plantios, é fundamental usar sementes selecionadas, uma vez que, em função da qualidade dos frutos, o preço pode variar com fator cinco. Com a ajuda de agricultores, iniciou-se a identificação de matrizes de alta qualidade.

### Leguminosas para a cobertura do solo e a produção de adubo

O método usado para a introdução de leguminosas nas propriedades mostrou-se eficaz. As espécies de cobertura tiveram, geralmente, boa aceitação, especialmente *Desmodium ovalifolium*. A continuidade das pesquisas permitirá definir as espécies e o manejo adequados para as diferentes situações. A introdução de leguminosas arbóreas para produção de adubo verde, por meio da poda drástica, mostrou-se mais difícil. O investimento de mão-de-obra na poda foi aceito apenas para culturas de grande valor. A *Gliricidia sepium*, geralmente recomendada para a Amazônia, desenvolveu-se bem apenas em locais adubados, por exemplo, onde o agricultor produzia hortaliças. Ingá-de-metro (*Inga edulis*) mostrou boa adaptação em solos pobres.

Três produtores de Rondônia, com plantios de café consorciados com leguminosas arbóreas, mostraram-se satisfeitos com o resultado: a produção do café foi mais uniforme, com plantas mais viçosas.

Com a introdução de leguminosas, surgiu a necessidade de entender como o agricultor maneja a matéria orgânica. Certos produtores capinam os plantios perenes com a enxada, eliminando as invasoras. Outros usam o terçado, cortando a vegetação não desejada, em vez de eliminá-la, mantendo mais matéria vegetal sobre o solo. As leguminosas de cobertura levaram à troca do uso da enxada pelo terçado, melhorando o manejo do solo.

### Treinamento/Capacitação

Noventa famílias de agricultores, em 33 comunidades de 10 municípios, que possuem plantios agroflorestais piloto, foram treinadas nas diferentes técnicas introduzidas nas propriedades. Para um treinamento mais formal, está sendo preparado o programa de ensino agroflorestal de uma escola da Associação da Casa Familiar Rural.



*A transferência de um ninho de abelhas sem ferrão para uma caixa. Essas abelhas constituem uma fonte promissora de alimento e renda para o homem do interior*

### Abelhas sem ferrão

A criação de abelhas sem ferrão, que precisa de insumos extremamente simples, permite aumentar a produção de frutos e fornece mel, que tem preço alto e é de fácil armazenamento e transporte. Alguns agricultores já criam essas abelhas, mas, por falta de técnica, perdem muitas colônias e produzem mel de baixa qualidade. As técnicas disponíveis para difusão mostram-se sofisticadas demais para o pequeno produtor da Amazônia. Em colaboração com esses criadores tradicionais, o projeto iniciou o desenvolvimento de técnicas adaptadas a suas condições.

O projeto apoiou o ensino agroflorestal do Curso de Mestrado de Ciências em Florestas Tropicais do Inpa e da Escola Agrotécnica Federal de Manaus, ligando a ciência à realidade dos agricultores com aulas teóricas e práticas sobre: os sistemas e as espécies agroflorestais para a Amazônia; como escolher entre eles; como analisar o uso da terra do agricultor; como delinear



propostas agrofloretais. Quatro estudantes de instituições de ensino superior européias estagiaram no projeto.

Os plantios agrofloretais piloto constituem um elo de ligação da pesquisa com a realidade agrícola. Pesquisadores podem utilizar os plantios para estudos em condições reais da produção e interpretar seus dados à luz de informações detalhadas sobre o uso do local. Assim, não ficam limitados aos ensaios

agrofloretais das estações experimentais, que costumam ser diferentes das condições dos produtores em relação ao uso anterior do local, composição das espécies, maior intensidade de manutenção e muito maior uso de insumos externos. Dois estudantes de doutorado desenvolvem as teses com dados do projeto: um sobre o desenvolvimento dos plantios piloto de Rondônia; outro sobre os aspectos econômicos de treze plantios piloto do Amazonas.



*Agricultores, técnicos e pesquisadores durante um dia de campo*

## Disseminação

Participantes do projeto foram procurados com frequência por técnicos e agricultores à procura de informações sobre espécies e sistemas agrofloretais. Os plantios piloto receberam visitas de pessoas e instituições de dentro e fora do Estado. Diversas publicações sobre sistemas e espécies agrofloretais estão em preparação.

### Publicações geradas

ANÔNIMO, 2000. *A volta do verde na Amazônia. Desperta!*, 22 de novembro de 2000: 24-27 (tiragem de 20.381.000 exemplares em 82 idiomas).

\_\_\_\_\_, 2000. *Sistemas agrofloretais têm êxito*. Rondônia Rural, edição de lançamento: p.19.

CLEMENT, C.R.; VAN LEEUWEN, J., 2001. *Por que o fruto da pupunheira (Bactris gasipaes Kunth, Palmae) é subutilizado após 25 anos de pesquisa no Brasil?* Resumos do 52º Congresso Nacional de Botânica, julho de 2001. João Pessoa, PB: Soc. Bras. Botânica: 322-323.

COSTA, J.R.D.; PEREIRA, M.M. e VAN LEEUWEN, J., 2000. *Aproveitamento do babaçu (Orbignya phalerata Martius) para uso caseiro*. Resumos expandidos, III Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, novembro de 2000. Manaus, Embrapa: 416-417.

- COSTA, J.R.D. 2000. *O tucumã (Astrocaryum aculeatum G.F.W. Meyer): uma espécie de potencial agroflorestal para a terra-firme do Estado do Amazonas-Brasil*. Resumos expandidos, III Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, novembro de 2000. Manaus: Embrapa: 232-234.
- COSTA, J.R.D.; VAN LEEUWEN, J.; FERREIRA, S.A.D.N.; ANUTE, J. (no prelo). Tucumã-do-amazonas, *Astrocaryum aculeatum* Meyer. In: Shanley, P.; Medina, G.; Gaia, G. (eds.). *Árvores e plantas úteis na vida amazônica*. Belém: Imazon/Cifor.
- GOMES, J.B.M.; VAN LEEUWEN, J.; FERREIRA, S.A.N., 2000. *Espécies frutíferas da várzea e do igapó para cultivo associado à criação de tambaqui, matrinxã e tartaruga*. Resumos expandidos, III Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, novembro de 2000. Manaus: Embrapa: 165-167.
- GOMES, J.B.M.; OLIVEIRA, L.A.D.; VAN LEEUWEN, J., 2000. *Produtividade e rendimento econômico de pupunheira consorciada com algumas espécies semiperenes em SAFs na região de Manaus, AM*. Resumos expandidos, III Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, novembro de 2000. Manaus: Embrapa: 258-260.
- LUIZÃO, F.J.; LUIZÃO, R.C.C.; DESJARDINS, T.; SARRAZIN, M.; PALHETA, C. 2000. *Qualidade do solo sob sistemas agroflorestais instalados em áreas de florestas e de capoeira na Amazônia Central*. Resumos expandidos, III Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, novembro de 2000. Manaus: Embrapa: 271-273.
- MENEZES, J.M.T.; VALERI, S.V.; PAULA, R.C.D.; CRUZ, M.C.PD. (no prelo). *Influência de características físicas e químicas do solo no crescimento da pupunheira em sistemas agroflorestais*. Resumos expandidos, IV Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, Ilhéus, BA, outubro de 2002.
- MITJA, D.; VAN LEEUWEN, J.; MOTA, M.D.S.S.D.; GOMES, J.B.M. 2000. *Cipós nas capoeiras: uma ameaça para os sistemas agroflorestais (Manacapuru, Estado do Amazonas, Brasil)*. Resumos expandidos, III Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, novembro de 2000. Manaus, Embrapa: 91-93.
- ROOS, A.A. 2001. *Het vermeerderen en planten van boomgewassen door kleine boeren in het centrale Amazonegebied bij Manaus [A multiplicação e o plantio de culturas arbóreas por pequenos agricultores da região de Manaus, Amazonas]*, Universidade Agrária de Wageningen, Holanda, 93 p. + anexos (tese de mestrado, Holandês, resumo em inglês).
- ROULIER, G. 2001. *Le projet agroforestry. Biocontact n° 101*, março de 2001: 4-8 (revista mensal gratuita, tiragem de 129.000 exemplares).
- VALERI, S.V.; MENEZES, J.M.T.; PAULA, R.C.D.; CRUZ, M.C.PD. (no prelo). *Análise de trilha entre características físicas e químicas do solo e crescimento do cedro em sistemas agroflorestais*. Resumos expandidos, IV Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, Ilhéus, BA, outubro de 2002.
- VAN LEEUWEN, J.; MOTA, M.D.S.S.D.; ALFAIA, S.S.; GOMES, J.B.M.; COSTA, F.C.T.D.; PEREIRA, M.M.; CATIQUE, F.A.; DRESCH, P.M.; VIANA FILHO, P. 2000. *Variability in farmer-managed agroforestry pilot (Manacapuru, AM, Brazil)*. Resumos expandidos, III Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, novembro de 2000. Manaus, Embrapa: 403-404.





# Avaliação silvicultural, agronômica e socioeconômica de sistemas agroflorestais em áreas desmatadas de ecossistemas de mata e cerrado de Roraima

**Instituição:** *Embrapa – Roraima*

**U.F. da instituição:** *Roraima, RR*

**Coordenação:** *Marcelo Francia Arco-Verde*

**E-mail do coordenador:** *arcoverd@cpafrr.embrapa.br*

## Equipe

Marcelo Francia Arco-Verde; Dalton Rorberto Schwengber; Otoniel Ribeiro Duarte; Haron Abrahim Magalhães Xaud; Carlos Eugênio Vitoriano Lopes; Moisés Mourão Júnior; Gilmar Lucas Santos.

## Sumário

O principal objetivo deste projeto foi desenvolver sistemas e componentes agroflorestais para recuperação de áreas alteradas em ecossistemas de cerrado e floresta de Roraima, proporcionando o desenvolvimento socioeconômico para o agricultor. A pesquisa com Sistemas Agroflorestais (SAFs) no Estado de Roraima é recente e, devido à crescente demanda, há necessidade de realização de estudos específicos em relação aos aspectos biofísicos, componentes, arranjos, manejo e viabilidade econômica. Os modelos agrosilvicultural e agrosilvipastoril foram implantados com dois níveis de fertilização, em estação experimental e em propriedades rurais, ambos na região de floresta. A escolha dos componentes dos sistemas foi realizada com a partici-

pação dos produtores rurais, extensão rural e pesquisadores. A pesquisa de SAFs nas comunidades rurais conta com um programa de capacitação para os produtores, por meio de palestras, cursos e aulas práticas, no qual toda a comunidade é beneficiada pelo projeto. Desenvolveram-se modelos agrosilviculturais e agrosilvipastoris, indicaram-se espécies arbóreas, arbustivas, madeiráveis, leguminosas, frutíferas, forrageiras e culturas anuais como componentes para incluir nos sistemas agroflorestais para o Estado de Roraima; realizou-se análise financeira para os modelos agroflorestais, comparando-os com diversos monocultivos; estudou-se o ingresso de matéria orgânica nos sistemas, por meio das diferentes combinações entre as espécies, nas diferentes épocas do ano.

## Introdução

A falta de alternativas para a agricultura itinerante, a busca de componentes para sistemas agroflorestais (SAFs) aliada às interações entre os mesmos, levaram à condução do presente estudo. O principal objetivo deste projeto foi desenvolver sistemas e componentes agroflorestais para recuperação de áreas alteradas.



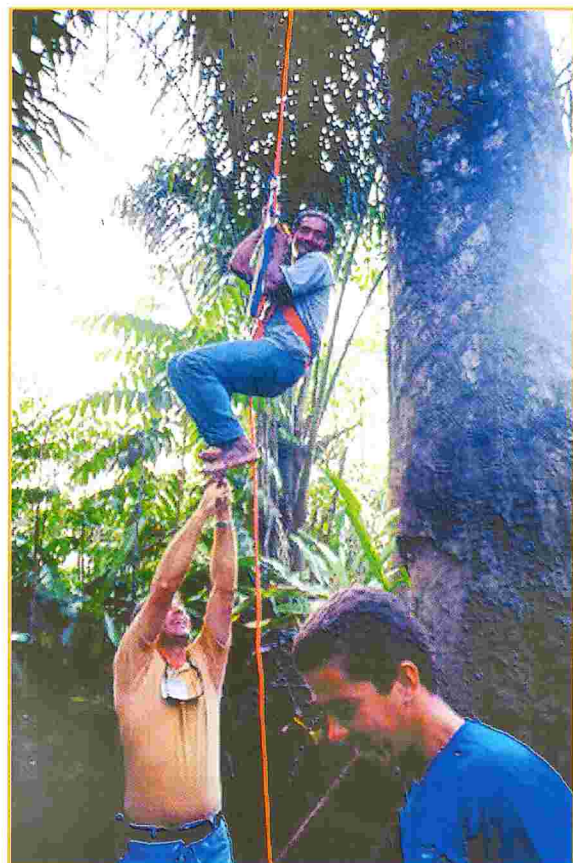
## Metodologia

Os estudos foram realizados no campo experimental Confiança, localizado a 90 km de Boa Vista. As características edafoclimáticas foram as seguintes: vegetação de floresta, com clima AMI (Koeppen), com precipitação anual média de 1.900 mm, onde a época chuvosa está definida no período de abril a setembro, sendo o mês de junho o mais chuvoso do ano, representando cerca de 19% do total anual. O solo é do tipo podzólico vermelho amarelo com textura argilosa. O tratamento do sistema agrosilvicultural, com altos insumos, incluiu calagem de 2 t/ha (PRNT 100%), aplicação inicial de 40 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 50 kg.ha<sup>-1</sup> de FTE BR 12; com baixos insumos, sem essa correção inicial. Os sistemas agroflorestais foram implantados em 1995 e, atualmente, estão compostos das seguintes espécies: *Bertholletia excelsa*, *Coupia glabra*, *Bactris gasipaes* para produção de palmito e fruto, *Theobroma grandiflorum* e *Inga edulis* como árvores adubadoras e *Gliricídia sepium* como cerca viva. As espécies foram plantadas no espaçamento geral de 3 m x 2 m. Cada parcela possui área total de 2.304 m<sup>2</sup> (48 x 48 m).

Para os estudos de ciclagem de nutrientes, foram selecionadas 6 interações definidas em: 1) pupunha + cupuaçu; 2) ingá + cupuaçu + pupunha; 3) cupiúba + cupuaçu, 4) gliricídia + ingá; 5) gliricídia + pupunha; 6) castanha + cupuaçu. O delineamento estabelecido no modelo agrosilvicultural foi em blocos casualizados, com três repetições e com esquema fatorial de 2 níveis de insumos x 6 interações (2 x 6). A produção de matéria orgânica será avaliada durante um ano, nos meses de abril/02 a março/03, compreendendo o período chuvoso e seco. Estão sendo utilizados coletores com área de 1 m<sup>2</sup>, abertos para aporte de material. A coleta é realizada quinzenalmente e o material é seco em estufa com ventilação forçada a 65°C, até atingir peso constante. Após secagem, o material é identificado em folhas, galhos, flores, frutos e material não identificado.

Os estudos em áreas de produtores foram desenvolvidos na colônia do Apiaú, Roraima, onde vivem 1.200 famílias assentadas, localizadas a 50 km da sede do município de Mucajaí. Essa região é de grande importância para o município, tanto em termos do número de famílias assentadas, quanto de produção. Em 1999, foram selecionados cinco produtores rurais da Associação de Preservação Ambiental do Apiaú, para iniciarem a implantação de sistemas agroflorestais em áreas de florestas

alteradas, chegando a um total de 12 produtores selecionados no ano de 2000. O tamanho dos lotes está compreendido entre 15 e 60 hectares. Entre as características edafoclimáticas dos lotes envolvidos no projeto, o clima da região está classificado como tropical úmido, do tipo Aw1, com temperaturas médias anuais entre 28°C e 38°C, com período chuvoso de abril a agosto, com precipitação média de 2.000 mm anual. Os solos apresentam pH médio de 4,8; textura areno-argilosa; ausência de pedregosidade. Para definição dos perfis socioeconômicos foram utilizados questionários elaborados com ênfase em dados sobre família, propriedade e expectativas dos produtores em relação ao projeto implantado. O preenchimento de cada questionário foi de aproximadamente duas horas e meia. Dez produtores rurais participaram da pesquisa, na qual o perfil de cada entrevistado foi evidenciado por meio de frequência nas seguintes categorias: a) origem; b) faixa etária; c) tempo de permanência no lote; d) tempo de ocupação mensal do lote; e) composição familiar; f) tipo de mão-de-obra utilizada; g) área cultivada; h) área com potencial para expansão dos plantios; i) área de preservação permanente; j) recursos hídricos; l) renda familiar. Os dados foram analisados a partir de tabelas de frequência de ocorrência únicas ou cruzadas, tendo como auxílio os *softwares* Statistica 5.5 e MVSP 2.0.





## Resultados

Observou-se que a maioria dos produtores é procedente do Nordeste, oriundos principalmente do Estado do Maranhão. A faixa etária está situada entre 37 a 62 anos e média de 49,5 anos. Os fluxos migratórios indicam, na maioria dos casos, uma parada em outro Estado e depois migração para o Estado de Roraima. Em cada família, o número médio de filhos foi 3,3, podendo chegar até 8 filhos. Nesse caso o produtor poderia utilizar seus filhos como mão-de-obra familiar, uma vez que a faixa etária variou de 15 a 25 anos. As famílias ocupam os lotes em um período que varia de 2 a 11 anos. No caso das famílias que chegaram mais recentemente nas propriedades, entre 2 e 4 anos, ainda há uma grande possibilidade de abandono das mesmas. Devido às dificuldades de comercialização dos produtos na região, os produtores necessitam viajar aproximadamente 100 km até a capital do Estado, Boa Vista, para vendê-los. Com isto, as famílias permanecem cerca de 25% do mês ausentes das atividades da propriedade. Os sistemas de produção ocupam cerca de 3 a 30 hectares do total da área, chegando a uma média de 9,3 hectares. Devido ao baixo índice de desmatamento das propriedades, onde as áreas de preservação permanente continuam intocadas, há a possibilidade de expandir os plantios de 2 a 10 hectares em cada lote, com interesse em implantar espécies perenes como açaí, pupunha e cupuaçu.

Geralmente a mão-de-obra utilizada é familiar, constituída pelo pai, mãe, filhos e agregados. Eventualmente, ocorre o mutirão entre os produtores nos períodos de preparo do solo,

plantio, conservação e colheita onde há maior necessidade de mão-de-obra. Os recursos hídricos naturais existentes nas propriedades geralmente são os igarapés e as cachoeiras, sendo que existe a construção de reservatórios de água e açudes utilizados para o consumo familiar, irrigação e manutenção de pequenos animais. A maior parte dos recursos hídricos existentes na região são temporários, sendo utilizáveis durante oito meses do ano. Em relação à adoção de tecnologia, os produtores que optaram pela adoção imediata das tecnologias propostas pela equipe apresentaram maior renda mensal ( $p < 0,05$ ) [R\$ 200] do que os produtores mais reticentes à adoção [R\$ 110]. Uma ressalva é feita ao fato de que a disponibilidade dos produtores, com relação à adoção de tecnologia, foi fortemente influenciada pela credibilidade e confiança na equipe de trabalho, o que é devido especialmente a maior constância da assistência disponibilizada por esta para com a comunidade de trabalho.

Quanto ao ingresso de biomassa, as interações e as espécies foram avaliadas no sistema agroflorestal, indicando o peso seco do ingresso de biomassa e as proporções. O arranjo proposto assinala distinção entre as interações “Cupuaçu + Cupiúba” e “Gliricídia + Ingá”, com valores superiores de matéria orgânica, quando comparadas às demais. As espécies adubadoras, gliricídia e ingá, cumprem seu papel ao contribuir em mais de 60% do total do ingresso de biomassa no sistema. Aos 7 anos de idade, as espécies madeiráveis, castanheira e cupiúba, também aportam satisfatoriamente para a entrada de matéria orgânica, auxiliando nas interações com o cupuaçu e a pupunha.





A análise financeira demonstra que, para implantar os modelos agroflorestais, foram necessários R\$ 1.662,90 e R\$ 1.912,85 para o primeiro e segundo ano, respectivamente. Durante os 15 anos de avaliação do sistema, os custos totais somaram R\$ 10.180,96. Entre as culturas permanentes, a pupunheira foi a cultura que demandou as maiores despesas, enquanto as espécies florestais (cupiúba e castanha-do-brasil) apresentaram os menores custos de manutenção. Entretanto, as receitas geradas pela pupunheira foram de R\$ 10.415 durante os 15 anos do estudo. Foi a mais alta receita das espécies, representando aproximadamente 30% da receita bruta total. A renda líquida apresentou resultados negativos nos primeiros 4 anos de implantação, entretanto, o plantio das culturas anuais (arroz e mandioca)

contribuíram para minimizar os custos de implantação. A renda líquida total foi de R\$ 20.389,38, gerando uma renda líquida média anual de R\$ 1.359,29. Utilizando-se uma taxa de juros de 10%, para um período de 15 anos, obteve-se o VPL de R\$ 4.794,18, TIR de 23,08%, valor atualizado dos custos de R\$ 6.332,77, valor atualizado das receitas de R\$ 11.126,94, gerando uma relação benefício-custo de 1,76. Sugere-se intensificar o plantio de culturas anuais como arroz, feijão caupi e milho e das semiperenes como mandioca e banana, visando minimizar a renda líquida negativa nos 4 primeiros anos de implantação. As espécies florestais, castanha-do-brasil e cupiúba, mostraram importância no 15º ano ao gerar uma receita de R\$ 11.000, representando aproximadamente 30% da receita bruta.

## Treinamento/Capacitação —

1. *Agricultura sem fogo: técnicas sustentáveis*, no Fórum de Prevenção e Controle de Queimadas, promovido pelo DFID/Dema-RR. Carga horária: 1,5 hora.

2. *Uso de Sistemas Agroflorestais em Roraima*. 23.11.2001. Local: Boa Vista, RR – Amazontech. Carga horária: 1,5 hora.

3. *Sistemas agroflorestais para os produtores da Associação do Chacareiros de Alto Alegre*, em 29.4.2001. Carga horária: 2 horas.

4. *Desenvolvimento sustentável no auditório Paulo VI*, em 22 de junho de 2001. Carga horária: 2 horas.

5. Curso *Sistemas Agroflorestais*. Carga horária: 64 horas. Local: Roxinho – Iracema, RR. Período: de 10 a 13 e 17 a 20.1.2001.

6. Curso *Sistemas Agroflorestais – desenho, manejo e interações de seus componentes*. Carga horária: 40 horas. Período: de 23 a 27.7.2001. Local: Palmas, TO.

7. Coordenar e ministrar o Curso *Sistemas Agroflorestais – reflorestamento e florestamento*. Carga horária de 16 horas. Período: de 21 a 24.11.2001. Local: Boa Vista, RR – Amazontech.

8. Coordenar e ministrar o Curso *Sistemas Agroflorestais*. Carga horária: 64 horas. Período: 14 a 20.10.2001. Local: Nova Colina, RR.

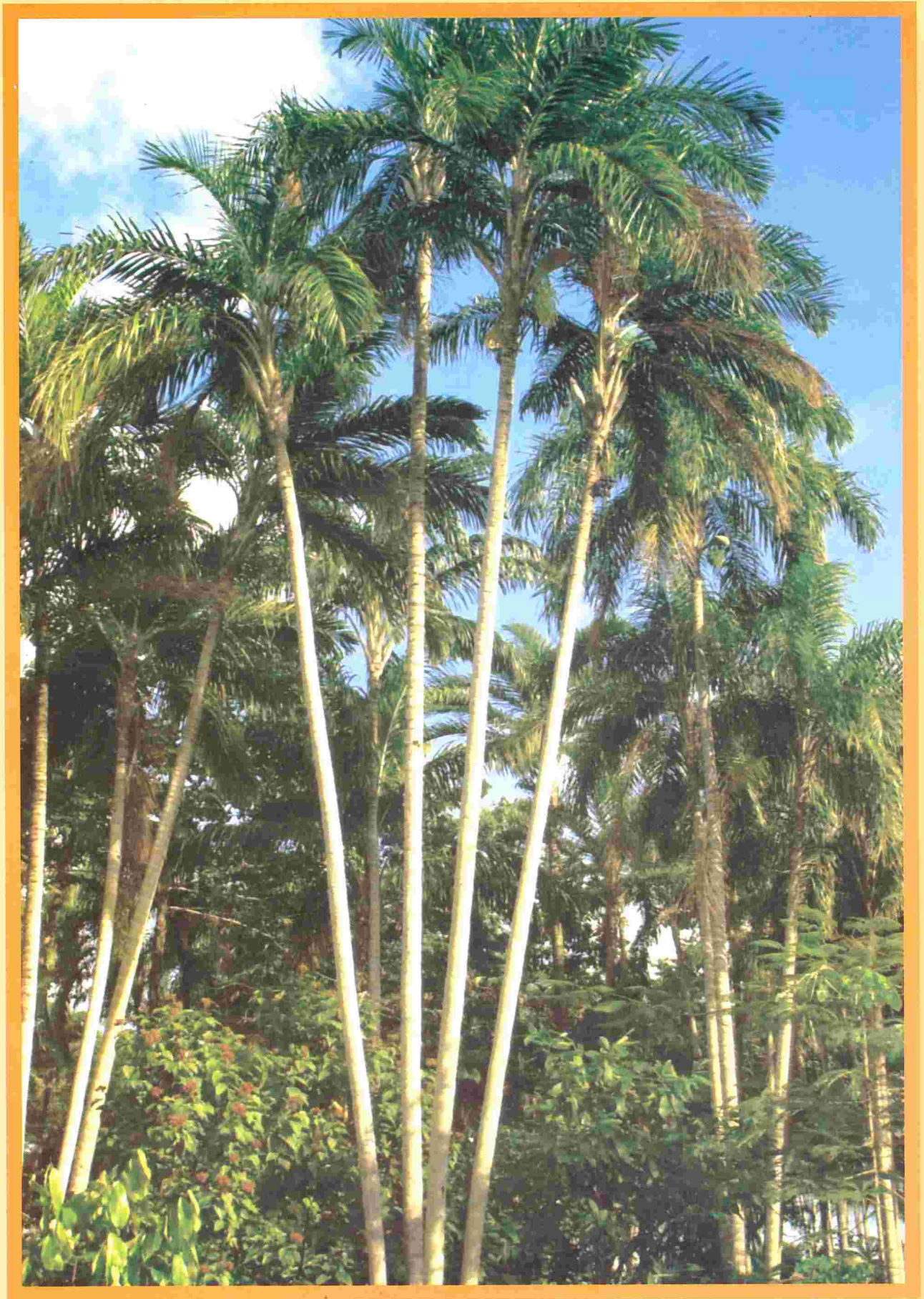
9. Curso sobre permacultura e sustentabilidade em uma propriedade rural, de 25 a 26 de agosto, 31 de agosto a 2 de setembro de 2001, em propriedade rural no município de São João da Baliza. Carga horária: 40 horas.



## Disseminação

- ARCO-VERDE, M.F.; SCHWENGBER, D.R.; XAUD, H.M. *Avaliação silvicultural de espécies florestais nativas e introduzidas em região de floresta no Estado de Roraima*. VI Congresso e Exposição Internacional sobre Florestas – Forest 2000. Instituto Ambiental Biosfera. Porto Seguro, BA. p. 33-34, out. 2000.
- ARCO-VERDE, M.F.; SCHWENGBER, D.R.; XAUD, H.M.; LUCAS, J.G. *Comportamento de espécies florestais em arboreto, no Estado de Roraima*. Sexto Congresso e Exposição Internacional sobre Florestas – FOREST 2000. Instituto Ambiental Biosfera. Porto Seguro, BA. p.67-68, out. 2000.
- ARCO-VERDE, M.F.; SCHWENGBER, D.R.; DUARTE, O.R.; LUCAS, J.G. *Avaliação silvicultural da castanha-do-brasil (Bertholletia excelsa) e cupiúba (Goupia glabra) em sistemas agroflorestais no Estado de Roraima*. III Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais: Manejando a Biodiversidade e Compondo a Paisagem Rural. Embrapa Amazônia Ocidental. Manaus – AM. p. 61-62, nov. 2000.
- ARCO-VERDE, M.F.; SCHWENGBER, D.R.; XAUD, H.M. *Alterações químicas do solo após a implantação de sistemas agroflorestais no Estado de Roraima*. III Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais: Manejando a Biodiversidade e Compondo a Paisagem Rural. Embrapa Amazônia Ocidental. Manaus, AM, p. 21-23, nov. 2000.
- ARCO-VERDE, M.F.; MOREIRA, M.A.B. *Viveiros Florestais – construção, custos, cuidados e atividades desenvolvidas para a produção de mudas*. Embrapa – Série Documentos, 1998.
- MOREIRA, M.A.B.; SCHWENGBER, D.R.; ARCO-VERDE, M.F.; WANDELLI, E. *Análise da macrofauna do solo como bioindicador de sustentabilidade em diferentes usos da terra em Roraima*. III Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais: Manejando a Biodiversidade e Compondo a Paisagem Rural. Embrapa Amazônia Ocidental. Manaus, AM. p. 24-25, nov. 2000.
- MOREIRA, M.A.B.; SCHWENGBER, D.R.; MORAIS, J.W. *Caracterização da macrofauna do solo em diferentes usos da terra em Roraima*. In: *FertBIO 98*. Resumos da XXIII Reunião Bras. Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas. Resumos da VII Reunião Brasileira sobre micorrizas. Resumos do V Simpósio Brasileiro de Microbiologia do Solo. E, Resumos da II Reunião Brasileira de Biologia do Solo, 11 a 16 de outubro de 1998. Lavras: UFLA/SBCS/SBM, 1998. p. 646.
- SCHWENGBER, D.R.; ARCO-VERDE, M.F.; DUARTE, O.R.; XAUD, H.A.M. *Comportamento inicial de espécies madeiráveis e leguminosas em sistema agrosilvipastoril em ecossistema de cerrado em Roraima*. III Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais: Manejando a Biodiversidade e Compondo a Paisagem Rural. Embrapa Amazônia Ocidental. Manaus, AM. p. 110-111, nov. 2000.
- SILVA, R.L.; WANDELLI, E.V.; SOUZA, S.A.G.; ARCO-VERDE, M.F.; PERIN, R.; MATOS, J.C.S.; FERANDES, E.C.M. *Demanda de mão-de-obra em quatro modelos de sistemas agroflorestais implantados em áreas de pastagens abandonadas na Amazônia Ocidental*. III Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais: Manejando a Biodiversidade e Compondo a Paisagem Rural. Embrapa Amazônia Ocidental. Manaus, AM. p. 442-444, nov. 2000.







# Avaliação do potencial de sustentabilidade de sistemas agroflorestais em pequenas propriedades agrícolas na Amazônia

**Instituição:** Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – Inpa

**U.F. da instituição:** Amazonas, AM

**Coordenação:** Sônia Alfaia

**E-mail da coordenadora:** [sonia@inpa.gov.br](mailto:sonia@inpa.gov.br)

## Equipe

Neliton Marques da Silva; Gilberto de Assis Ribeiro; Luiz Antônio de Oliveira; Maria Eleusa de O. Barros; Thierry Desjardins; Flávio Jesus Luizão; Regina Celi Costa Luizão; Elisiana Pereira de Oliveira; René Boulet; Marta Iria da Costa Ayres; Tânia Pimentel; Daniela Maria Santos Nery; Arnaldo M. G. dos Santos; Patrícia Miranda Dresch, Nemésio Soares Ferreira; Alexandro Q. dos Santos; Jonas de O. M. Filho; Thiago M. de Araújo Lima; Mariléa Silva de Freitas; Afrânio Ferreira N. Júnior; Andréa R. L. do Nascimento.

## Sumário

Os sistemas agroflorestais (SAFs) vêm se destacando como uma das formas de agricultura sustentável mais adequadas às condições edafoclimáticas da Amazônia. No entanto, ainda não existem estudos a respeito da sustentabilidade desse sistema de uso da terra a longo prazo. O Projeto Reca (Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado) é uma Associação de Pequenos Agrossilvicultores que adota os SAFs como principal modelo de uso e manejo do solo. Embora inicialmente os SAFs do Reca tenham apresentado alta produtividade, os agricultores atualmente estão preocupados com a sustentabilidade do projeto, pois, nos últimos anos, tem-se observado uma queda na produtividade do sistema. O fato do sistema agroflorestal Reca estar sendo adotado por outras comunidades da Amazônia reforça a importância de determinar se o sistema em questão oferece uma alternativa ecologicamente sustentável ao cultivo de pousio.

O projeto de pesquisa participativa, discutido com a comunidade de agricultores, previu inicialmente obter informações sobre as possíveis mudanças relacionadas ao uso da terra nos

principais ramais do Projeto Reca. Para tanto, vários grupos de especialistas estudaram simultaneamente as mudanças relacionadas aos aspectos físicos, químicos e biológicos do solo nos diferentes sistemas de uso da terra. Da mesma forma estudou-se a biologia e o comportamento da broca-do-fruto-do-cupuaçu. Esses estudos forneceram informações para que, numa segunda etapa, fossem testadas possíveis formas de manejo do solo, visando à manutenção e recuperação do potencial produtivo do solo nos consórcios agroflorestais. Nessa fase, priorizou-se, principalmente, alternativas de baixo custo que fossem compatíveis com as condições econômicas dos agricultores. Também foram estudadas práticas de controle para a broca-do-fruto-do-cupuaçu por meio do manejo integrado.

Na primeira fase do projeto, foram concluídos os estudos relacionados com a caracterização das características químicas e físicas do solo, com a macro e a mesofauna, com a dinâmica da mineralização do N no solo, com a biomassa microbiana, com ocorrência de micorrizas arbusculares e bactérias solubilizadoras de fosfato nas raízes das plantas, além de se estimar a con-



tribuição da liteira, produzida pelos SAFs, para o estoque e a disponibilidade de nutrientes no solo. Da mesma forma, estudou-se a biologia e o comportamento da broca-do-fruto-do-cupuaçu.

Na segunda fase do projeto, vários ensaios foram instalados visando recuperar a produtividade dos SAFs. Foi detectado que, nos solos sob plantios agroflorestais, o P e o K foram os principais nutrientes limitantes. A adição ao solo de matéria orgânica rica em K, como a

## Introdução

Embora os sistemas agroflorestais venham se destacando como uma das formas de agricultura sustentável mais adequada às condições edafoclimáticas da Amazônia, ainda não existem estudos a respeito da sustentabilidade desses sistemas de uso da terra a longo prazo (Alfaia & Souza, 2002). O Projeto Reça (Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado) é uma Associação de Pequenos Agrossilvicultores que surgiu em 1987 na cidade de Nova Califórnia, na divisa do Estado de Rondônia com o Acre. Os agricultores implantaram, nos anos de 1988/1989, um projeto que adota os SAFs como principal modelo de uso e manejo do solo, tendo como culturas-base três espécies nativas da Amazônia: o cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*); a pupunheira (*Bactris gasipaes*); a castanheira (*Bertholletia excelsa*). Trata-se de uma das experiências de SAFs, com produção consorciada de espécies regionais de

## Metodologia

O projeto de pesquisa participativa, discutido com a comunidade de agricultores, foi de inicialmente obter informações sobre as possíveis mudanças relacionadas ao uso da terra nos principais ramais do Projeto Reça. Para tanto, vários grupos de especialistas estudaram simultaneamente as mudanças relacionadas aos aspectos físicos, químicos e biológicos do solo nos diferentes sistemas de uso da terra. Da mesma forma, estudou-se a biologia e o comportamento da broca-do-fruto-do-cupuaçu (Nery, 2002). Esses estudos forneceram informações para que, em uma segunda etapa, fossem testadas possíveis formas de manejo do solo, visando à manutenção e recuperação do potencial produtivo do solo nos consórcios agroflorestais. Nessa fase, têm se estudado alternativas de baixo custo, compatíveis com as condições econômicas dos agri-

casca do fruto de cupuaçu, rica em N e P, como a folha da pupunha, foi aproveitada como fonte alternativa de adubo orgânico. A utilização da casca do cupuaçu apresentou um resultado bastante promissor para reposição do potássio ao solo, desde que seja efetuada a correção da acidez do solo. Métodos alternativos de controle da broca-do-cupuaçu foram propostos, tendo sido adotados por alguns agrossilvicultores, com resultados bastante promissores.

valor econômico, mais bem-sucedidas que se conhece, porém pouco divulgada e estudada no âmbito acadêmico. Embora inicialmente os consórcios agroflorestais tenham apresentado alta produtividade, os agricultores estão preocupados com a sustentabilidade do projeto, pois, nos últimos anos, têm observado uma queda na produtividade do sistema. Por outro lado, a sustentabilidade também fica comprometida à medida que se agravavam os problemas relacionados à ocorrência de pragas e doenças. Ultimamente, a broca-do-fruto-do-cupuaçu passou a se constituir em um dos principais problemas fitossanitários dos SAFs, encontrando-se disseminada em todos os plantios (Figura 3, pág. seguinte). O fato do sistema agroflorestal Reça estar sendo rapidamente adotado por outras comunidades da Amazônia reforça a importância de se determinar se o sistema em questão oferece uma alternativa ecologicamente sustentável ao cultivo de pousio.

cultores. Além de testar doses econômicas de fertilizantes químicos, priorizou-se também a obtenção de fontes alternativas de adubos orgânicos por meio de estudos que incluem a adição e mineralização da matéria orgânica nos solos (Alfaia *et al.*, 2001; Barros *et al.*, 2001). Também foram estudadas alternativas de controle para a broca-do-fruto-do-cupuaçu por meio do manejo integrado (Silva *et al.*, 2002).





Figura 3 – Aspecto da broca-do-fruto-do-cupuaçu



## Resultados esperados e resultados alcançados

### Esperados

1. Caracterizar os parâmetros químicos, físicos e biológicos dos solos, nos diferentes sistemas de uso da terra, com o objetivo de se compreender e explicar as causas do estado atual das áreas estudadas, para finalmente propor soluções que visem criar condições para o aproveitamento e manejo sustentados dos solos.

2. Aplicar métodos de controle cultural, mecânico, físico, biológico e por comportamento visando à redução da densidade populacional das pragas-chaves (broca-do-cupuaçu e moscas-das-frutas) e doenças das principais frutíferas.

3. Definição de sistema de manejo adequado aos sistemas agroflorestais na Amazônia.

### Alcançados

1. Os solos do projeto Reca foram classificados. Entre esses, os mais representativos são os latossolos vermelhos e os cambissolos álicos pouco espessos. Uma cartilha está sendo elaborada, indicando a aptidão dos principais solos para agricultura. Um mapa de solos, englobando todos os ramais da comunidade do Reca, também está sendo confeccionado. Nessa primeira fase, foram concluídos os estudos relacionados com a caracterização das propriedades químicas (Alfaia *et al.*, 2002) e físicas do solo (Neves Junior & Barros, 2002) com a macro e mesofauna (Nascimento *et al.*,

2002; Oliveira, 2002), com a dinâmica da mineralização do N no solo (Dresh *et al.*, 2002), com a biomassa microbiana (Freitas *et al.*, 2002; Luizão *et al.*, 2002), com ocorrência de micorrizas arbusculares e bactérias solubilizadoras de fosfato nas raízes das plantas (Moreira *et al.*, 2002), além de se estimar a contribuição da liteira produzida pelos SAFs para o estoque e a disponibilidade de nutrientes no solo (Luizão *et al.*, 2002).

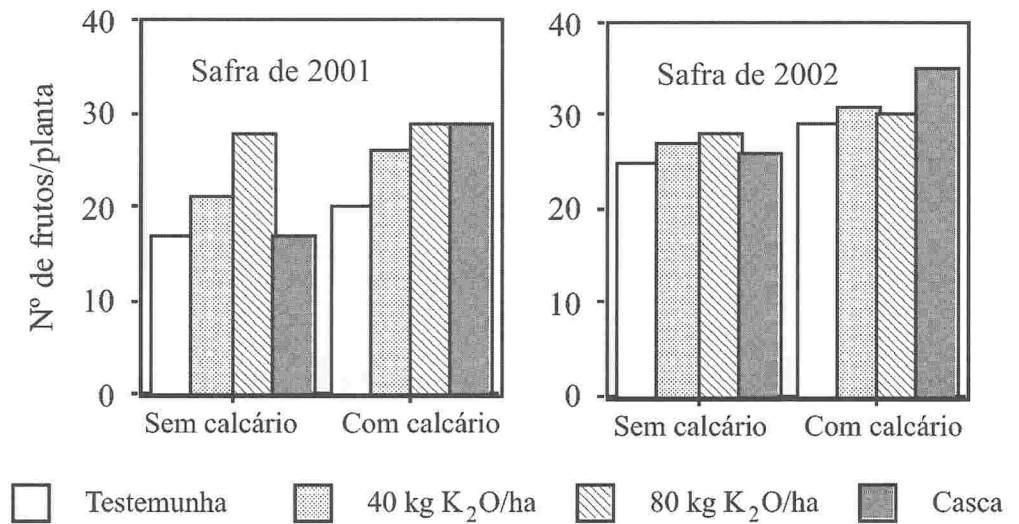
2. Métodos alternativos de controle da broca-do-cupuaçu foram propostos, tendo sido adotados por alguns agrosilvicultores, com resultados bastantes promissores (Nery, 2002; Silva *et al.*, 2002).



3. Baseado nos resultados dos estudos pedológicos, vários ensaios foram instalados visando recuperar a produtividade dos SAFs. Foi detectado que nos solos sob plantios agroflorestais o P e K foram os principais nutrientes limitantes. A adição ao solo de matéria orgânica rica em K, como a casca do fruto de cupuaçu, rica em N e P, como a folha da pupunha, foi aproveitada como fonte alternativa de adubo orgânico (Barros *et*

*al.*, 2001). A utilização da casca do cupuaçu apresentou um resultado bastante promissor para reposição do potássio ao solo, desde que seja efetuada correção da acidez do solo (Figura 4). Por outro lado, a introdução de diversas espécies de leguminosas arbóreas florestais, como componentes dos SAFs, podem também contribuir para a sustentabilidade dos sistemas agroflorestais na região (Alfaia *et al.*, 2001).

Figura 4 - Efeito da adubação com casca de cupuaçu e com cloreto de potássio na produção de cupuaçu nos consórcios agroflorestais Reca.



Aproveitamento da casca de cupuaçu como adubo orgânico

## Treinamento/Capacitação

Para as pesquisas mais aplicadas, cujos resultados podem ser utilizados de imediato pelos agricultores, são efetuados treinamentos por meio de oficinas e dias de campo com ampla participação da comunidade (Figuras 5 e 6). No

meio acadêmico, o projeto tem atuado ativamente na formação de recursos humanos, por meio do financiamento de 2 teses de doutorados, 4 dissertações de mestrado, 6 bolsistas de Pibic, 3 bolsistas do Basa, além de 2 bolsistas de PCI/Inpa/MCT.



*Figura 5 – Oficina sobre o controle da broca-do-fruto-do-cupuaçu*



*Figura 6 – Dia de campo sobre identificação de solos mais adequados para plantios*

## Disseminação

Até o momento, os principais resultados alcançados foram divulgados por meio de uma dissertação de mestrado concluída, dois capítulos de livros, seis comunicações em eventos internacionais e 17 comunicações em congressos nacionais.





# Alternativas de sistemas de produção de caititu (*Tayassu tajacu*) para a pequena agricultura na Amazônia

**Instituição:** *Embrapa Amazônia Oriental*

**UF da instituição:** *Pará, PA*

**Coordenação:** *Natália Inagaki de Albuquerque*

**E-mail da coordenadora:** *natalia@cpatu.embrapa.br*

## Equipe

Natália Inagaki de Albuquerque; Otávio Mitio Ohashi; Diva Anélie Guimarães;  
Yvonnick Le Pendu; Hilma Dias; Benigno.

## Sumário

O projeto abordou aspectos biológicos e zootécnicos, vinculados à criação do caititu, de maneira pluridisciplinar, fazendo convergir estudos sobre sanidade, alimentação, reprodução, comportamento e manejo da espécie, levando em conta a relação com o meio. Quanto à alimentação, foram realizadas análises químicas e classificação botânica de frutos, flores e sementes sazonais, ao longo do ano, de áreas de matas primárias que servem de alimento para o caititu, que são geralmente pouco estudados. O objetivo foi de, por meio da obtenção dessas análises, elaborar uma dieta balanceada para o caititu, incentivando o produtor a utilizar áreas de mata na propriedade para a criação desses animais. Das 56 amostras que foram testadas para o extrato etéreo, 19,64% destacaram-se em gordura e pigmentos, resultando em fonte significativa de energia para compor a dieta dos animais (abacatinho – *Ocotea sp.* 20,22%, semente andiroba – *Carapa guianensis* 40,4%, pitomba-peluda – *Sloanea guianensis* 12,13%, abiu-grande – *Pouteria sp.* 15,55%, abiu-pequeno – *Pouteria sp.* 18,11%, tauari-folha – *Couratari sp.* 17,55%, carvão-vermelho – *Pouteria sp.* 13,69%, frutão – *Pouteria sp.* 23,29% e cajuzinho – *Anacardium giganteum* 21,50%). O rendimento em gordura de 24,53% das amostras variou de 12,13% a

43,83%, sendo que 33,9% obtiveram proteína bruta de 9% a 20,62%, bons indicadores para elaboração de dietas. O cálcio, magnésio e fósforo foram, respectivamente, 0,07% a 0,99%, 0,02% a 0,40% e 0,05% a 0,40%. Quanto à sanidade, em relação às parasitoses, foram realizadas coletas de endoparasitos de animais em vida livre e em cativeiro para conhecer a flora parasitária mais comum nos animais. Os parasitos identificados foram de espécies semelhantes às que acometem suínos domésticos. Foram realizados também diagnósticos sorológicos para doenças infecciosas como tuberculose, brucelose e leptospirose, que são zoonoses importantes, pelo fato de existirem relatos na natureza de diversas espécies de animais silvestres portadores dessas doenças. Quanto à reprodução, foram feitas as análises colpocitológicas das fêmeas de caititu, durante os dois primeiros ciclos dos animais, para conhecer o ciclo reprodutivo do animal e facilitar o manejo reprodutivo. Os resultados obtidos foram: ciclo estral: 22 +/- 3,82 dias; 16,16 +/- 2,63 dias (n=6); 15,88 +/- 3,14 dias (n=9). A média do número de produtos por parto foi de 2 crias (1-3 filhotes), a proporção macho/fêmea de animais nascidos em cativeiro foi de : 46,66% (n= 14) machos, e 53,33% (n=16) fêmeas. O intervalo entre partos foi de: 168,54 +/- 30,71 dias (145-235 dias), n=11.



## Introdução

A pressão sobre as populações da fauna silvestre, na Amazônia, tem crescido nas últimas décadas até ao ponto de fazer desaparecer espécies vegetais e animais. Assim, os animais silvestres, que representam uma fonte alimentar importante para as populações de baixa renda, tornam-se cada vez mais raros, prejudicando ainda mais a qualidade de vida dessas. Uma alternativa para solucionar esse problema seria a possibilidade de criar animais silvestres, em colaboração com agricultores, permitindo, desse modo, não só valorizar as zonas agrícolas como também proteger a fauna de uma pressão da caça predatória ao extremo, favorecendo a

biodiversidade da região. A fauna silvestre é um recurso natural que faz parte da economia da Amazônia, mas que, na falta de gerenciamento, poderá ser drasticamente reduzida. Se for razoavelmente explorada, porém, poderá se tornar uma fonte de desenvolvimento substancial, que além de fornecer uma fonte alternativa de proteína, também poderá ser explorada por meio da utilização de subprodutos animais como gordura, couro, pêlos etc.

O objetivo geral deste projeto é o de estudar e avaliar a criação de caititu (*Tayassu tajacu*) em cativeiro para obter uma produção viável, seja para subsistência familiar, seja para comercialização.

### Os objetivos específicos são:

- identificar os principais agentes etiológicos das doenças dos caititus na natureza e em cativeiro;
- determinar as principais doenças parasitárias, infecciosas e mecânicas que influenciam a performance econômica das criações;
- estudar a alimentação do caititu, em vida livre e em cativeiro, elaborando dieta balanceada;
- estabelecer o primeiro cio pós-parto da fêmea de caititu;
- determinar o ciclo sexual, duração do estro, número de produtos p/parto, intervalo entre partos, período de gestação.

## Metodologia

No primeiro ano de execução do projeto PPG7, foram reformadas cinco baias experimentais de 2 m x 12 m e ampliado 1 piquete de 18 m x 25 m no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Oriental. Após a infra-estrutura montada, começaram-se a formar os grupos de animais a serem estudados. Os primeiros 12 animais do criatório foram oriundos de mata primária em Uruará, no Pará. No segundo semestre de 2000, reformaram-se mais 12 baias experimentais de 1,5 m x 3 m e foram obtidos mais 15 animais oriundos de criadouro científico da Escola Superior de Agricultura de Mossoró, RN. Após três anos, o plantel inicial de 27 animais se multiplicou para 52 animais.

Para estudar a criação, foi necessária uma série de estudos envolvendo desde a biologia, comportamento, reprodução, adaptação ao cativeiro, sanidade, alimentação e biometria, para se conseguir chegar a uma conclusão quanto à viabilidade da produção. Cada animal foi pesado, medido e marcado com um brinco numerado de plástico, tipo de marcação mais eficaz segundo Neal (1958). Antes de se começar a criação propriamente dita, treinaram-se os tratadores e estagiários para o bom manejo e desempenho do trabalho. Como se trata de espécies silvestres que não estão habituadas à presença do homem, houve a necessidade de domesticá-las por manipulação freqüente e contínua, particularmente a de filhotes pelos cuidadores.



### Resultados esperados e resultados alcançados

- Possibilitar a criação de caititu para obter uma produção viável, seja para sustentabilidade ou para comercialização. Ao final do projeto, conseguiu-se atingir a meta por meio dos dados obtidos em relação à sanidade, alimentação, reprodução, comportamento e manejo da espécie.



- Estudar o ciclo reprodutivo da fêmea de caititu – primeiro cio pós-parto, duração do ciclo estral, caracterização do estro, número médio de produtos por parto, intervalo entre partos e período de gestação. Foram feitas as análises colpocitológicas das fêmeas de caititu, durante os dois primeiros





ciclos dos animais, para conhecer o ciclo reprodutivo do animal e facilitar o manejo reprodutivo. Os resultados obtidos foram: ciclo estral: 22 +/- 3,82 dias; 16,16 +/- 2,63 dias (n=6); 15,88 +/- 3,14 dias (n=9). A média do número de produtos por parto foi de 2 crias (1-3 filhotes), a proporção macho/fêmea de animais nascidos em cativeiro foi de: machos: 46,66% (n=14), fêmeas: 53,33% (n=16). O intervalo entre partos foi de: 168,54 +/- 30,71 dias (145-235 dias), n=11.

- Estudar a alimentação do caititu, em vida livre e em cativeiro, por meio da análise química do alimento e experimentos com dietas balanceadas. Foram analisados, quimicamente, frutos, flores e sementes de que o caititu se alimenta em mata primária, com o objetivo de elaborar testes com dietas balanceadas. Com os frutos, foi coletado o material botânico para identificação taxonômica e organização de uma coleção botânica de plantas que servem de alimento para o animal. Das 56 amostras que foram testadas, para o extrato etéreo, 19,64% destacaram-se em gordura e pigmentos, resultando em fonte significativa de energia para compor a dieta dos animais (abacatinho – *Ocotea sp.* 20,22%, semente andiroba – *Carapa guianensis* 40,4%, pitomba-peluda – *Sloanea guianensis* 12,13%, abiu-grande – *Pouteria sp.* 15,55%, abiu pequeno – *Pouteria sp.* 18,11%, tauari folha – *Couratari sp.* 17,55%, carvão vermelho – *Pouteria sp.* 13,69% , frutão – *Pouteria sp.* 23,29% e cajuzinho – *Anacardium giganteum* 21,50%). O rendimento em gordura de 24,53% das amostras variou de 12,13% a 43,83%, sendo que 33,9% obtiveram proteína bruta de 9% a 20,62%, bons indicadores para elaboração de dietas. O cálcio, magnésio e fósforo foram, respectivamente, 0,07% a 0,99%, 0,02% a 0,40% e 0,05% a 0,40%. Posteriormente, experimentos de alimentação foram realizados testando diferentes níveis de energia em dietas balanceadas, trocando ingredientes comuns como o milho por espécie regional.

Quanto à sanidade, em relação às parasitoses, foram realizadas coletas de endoparasitos de animais, em vida livre e em cativeiro, para conhecer a flora parasitária mais comum nos animais. Foram encontradas as seguintes espécies *Strongilídeos*, *Ascaris Suum*, *Balantidium coli*, *S. rançoni* e *Eimeria*, que são também encontradas em suínos domésticos. Além das parasitoses, foram realizados também diagnósticos sorológicos para doenças infecciosas como tuberculose, brucelose e leptospirose, já que os animais vivem em contato com o homem e podem transmitir possíveis zoonoses. Na natureza, existem relatos de várias espécies de animais silvestres portadoras dessas zoonoses. Os diagnósticos foram negativos para tuberculose e leptospirose. Quanto à brucelose, dois animais foram soropositivos, ou seja, são portadores da doença, mas não manifestam a mesma, sendo que esses foram isolados do plantel.

## Treinamento/Capacitação

O projeto deu suporte à obtenção de teses de mestrado e doutorado por meio do trabalho de estudantes de pós-graduação, com um total de três dissertações de mestrado e, em andamento, uma tese de doutorado. Além dis-

so, um trabalho de conclusão de curso, quatro estágios curriculares e um bolsista do Pibic. São eles: Jurupyta Viana da Silva; Thierry Bonaudo; Bianca Venturieri; Celso; Irina; Marcilene, Vanessa S.; Deise; Anderson José Orio; Thierry Bonaudo.

## Disseminação

Foram realizadas palestras, aulas, pôsteres e confeccionados material audiovisual para pequenos produtores e alunos.

### Publicações

- SILVA, J.V.; DIAS, H.L.T.; ALBUQUERQUE, N.I. DE; NEGRÃO, A.M.G. *Brucelose, Leptospirose e Tuberculose em Caititu (Tayassu tajacu) criados em cativeiro*. In: XXVIII Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária, 2001, Salvador. Apresentação de painel, 2001.
- BONAUDO, T.; LE PENDU, Y.; ALBUQUERQUE, N.I. *Exploração da fauna silvestre na Transamazônica*. Belém, Revista do Congresso da IUFRO (*Integrate management of new tropical rainforest by industries and community*), 2000.
- BONAUDO, T.; LE PENDU, Y.; ALBUQUERQUE, N.I. *A caça numa frente pioneira: práticas e consequências ecológicas*. In: IV Semana Científica do Laboratório de Psicologia Comportamento: Natureza e Cultura, 2001, Belém. Anais da V Semana Científica do Laboratório de Psicologia Comportamento: Natureza e Cultura. Belém: Universidade Federal do Pará, 2001. p.7-7.
- ALBUQUERQUE, N. I.; HUHN, S. *Avaliação química e físico-química de flores, frutos e sementes de mata primária da região da Transamazônia (Amazônia-Brasil) utilizados na alimentação do caititu (Tayassu tajacu)*. In: V Congresso Internacional de Manejo de Fauna Silvestre em Amazonia y Latinoamerica, 2001, Cartagena. Anais, 2001. p.110.
- BONAUDO, T.; JORI, F.; LE PENDU, Y., ALBUQUERQUE, N. I. *Caza de subsistencia en la frontera agrícola de la carretera transamazonica (Pará, Brasil)*. In: V Congresso Internacional de Manejo de Fauna Silvestre en Amazonia y Latinoamerica, 2001, Cartagena. Anais, 2001. p.166-167.
- ALBUQUERQUE, N.I.; HUHN, S. *Avaliação físico-química de espécies vegetais utilizadas na alimentação do caititu*. CPAP – Boletim de Pesquisa Embrapa, Belém, em fase de publicação, 2001.
- ALBUQUERQUE, N.I. *Aumenta o rebanho de caititu na Embrapa*. Comunicações Internas da Embrapa Amazônia Oriental, Embrapa Amazônia Oriental, v.n. 145, p.1-1, 2000.





*Dia de campo, troca de experiências entre grupos de agricultores do Projeto de Assentamento Dirigido Humaitá – Porto Acre, Acre. Agosto de 2002.*



# Monitoramento, manejo e recuperação de paisagens no leste do Estado do Acre

**Instituição:** *Universidade Federal do Acre – Ufac*

**U.F. da instituição:** *Acre, AC*

**Coordenação:** *Irving Foster Brown*

**Coordenadora administrativa:** *Silvia Helena Costa Brilhante*

**E-mail dos coordenadores:** *fbrown@uol.com.br; pz@ufac.br*

## Equipe

Ana Maria Alves de Oliveira; Andréa Alechandre da Rocha; Elsa Mendoza; Eufra do Amaral; Evandro José Linhares Ferreira; Fabiana Mongeli Peneireiro; Flávio Rodrigues Quental; Francisca Cristina Moura Boaventura; Francisco Kennedy de Souza; João Lopes Firmino; Marcos Silveira; Nívia Maria de Paula Fernandes; Paulo Henrique Costa de Andrade; Pedro de Albuquerque Ferraz (estão listados apenas os responsáveis pelas áreas de estudo. A equipe é composta por 48 pessoas, entre pesquisadores, técnicos e estudantes).

## Sumário

O Estado do Acre situa-se no limite ocidental do Arco do Fogo, região de ocorrência da maior parte do desmatamento na Amazônia brasileira. As paisagens do leste do Estado experimentam uma transformação progressiva nos padrões de uso da terra, caracterizadas pela conversão das florestas primárias em paisagens formadas por pastagens, áreas agrícolas e florestas secundárias.

Neste projeto, foram desenvolvidas atividades cuja meta básica é o conhecimento da evolução das paisagens do leste do Estado nos últimos dez anos, dos possíveis cenários para os próximos dez anos e as implicações para o desenvolvimento regional. As ações para o cumprimento dessa meta envolveram atividades de:

- monitoramento das mudanças nas paisagens da parte leste do Estado;
- desenvolvimento de modelos para o manejo de recursos naturais e recuperação de áreas degradadas;
- difusão dos resultados para a sociedade, a fim de apoiar novas políticas públicas.

Dentre as ações do projeto, três já foram adotadas como política pública estadual: 1) Pro-

jeto Ilhas de Alta Produtividade (IAPs) – atualmente atende a 14 seringais, 65 colocações, 72 famílias de seringueiros, totalizando 90 IAPs implantadas; 2) Projeto Arboreto – por intermédio de uma parceria com a Secretaria de Produção do Governo do Estado do Acre (Sepro), capacitaram-se em sistemas agroflorestais técnicos extensionistas de dez municípios acreanos; 3) Projeto Copaíba – pesquisou e difundiu técnicas de extração sustentável do óleo de copaíba (*Copaifera* spp.) nas comunidades de seringueiros e capacitou pessoas da comunidade nessa tecnologia e no mapeamento dos recursos naturais das áreas, sendo que o governo do Estado ampliou esse estudo para incluir 14 espécies florestais. Atualmente, são 900 pessoas capacitadas no mapeamento dos recursos naturais sustentáveis, 540 famílias extrativistas envolvidas na produção de Planos Florestais de Não-Madeireiros e 50 comunidades de seringueiros, índios, ribeirinhos e colonos em oito municípios do Estado.

O carbono oriundo do desflorestamento do Estado tem um fluxo anual variando na faixa de 3 a 24 milhões de toneladas. A região leste do Acre é a fonte principal desse carbono. Queimadas são as catalisadoras desse fluxo e



ocorrem na magnitude de 10 mil focos por ano, do qual só uma fração é detectada por satélites. A extrapolação linear dos últimos dez anos de desflorestamento resultaria em 15% do Acre desflorestado em 2010, porém extrapolação de dados mais recentes acoplada a um aumento populacional resultaria em uma área desflorestada maior do que 15%.

O forte compromisso em difundir os resultados deste projeto também está refletido na quantidade de pessoas capacitadas. De 2000 a 2002, foram ministrados 64 cursos, totalizando

## Introdução

Este projeto fornece conhecimentos para que a sociedade regional possa decidir qual a forma de desenvolvimento integrado a ser adotada. Assim, agiu-se em duas perspectivas: a de paisagem e a de município. A paisagem estudada constitui um mosaico de ecossistemas que interagem entre si e estende-se por centenas de hectares a dezenas de milhares de hectares. O município é a unidade administrativa que mais se aproxima da escala de paisagens, facilitando uma melhor aplicação dessa proposta e a difusão do conhecimento à sociedade.

Dois aspectos associados com mudanças nas paisagens cresceram em importância: queimadas (uma fonte de mudança) e fluxo de carbono (um resultado de mudança). As queima-

1.300 participantes e 1.900 horas de aula. Essa difusão ocorre em vários níveis: 1 – local: por meio da capacitação de alunos, comunidades, pesquisadores, técnicos do Estado e de ONGs; 2 – estadual: envolvendo interações com prefeituras e comunidades dos municípios no leste do Estado, por meio de cursos, seminários e assessorias técnicas; 3 – regional: pela participação em eventos internacionais, envolvendo países da fronteira (Peru e Bolívia) e intercâmbio de informações, visando a futuras pesquisas em conjunto.

das influenciam nos fluxos de carbono à atmosfera, que devem ser quantificados em função da política exterior do Brasil, integrante da Convenção de Mudanças Climáticas. Este projeto fornece subsídios para quantificar esse fluxo, via desflorestamento, e para fixar carbono e recuperar áreas degradadas via sistemas agroflorestais.

O enfoque das atividades propostas nas florestas primárias e na interação com populações tradicionais baseou-se no conceito de neoextrativismo que visa à utilização diversificada de florestas primárias. A questão central nessa abordagem é a necessidade de quantificar os recursos florestais, especificamente a abundância e os aspectos biológicos de espécies com valor econômico para manejo florestal comunitário.



*Curso de Educação Ambiental para lideranças comunitárias, agentes jovens, professores e técnicos do município de Brasiléia, AC, maio de 2002*

Foto: Ernilton Pereira de Souza

## Resultados alcançados

A dinâmica de uso da terra no leste acreano, nos últimos dez anos, foi o foco de dois capítulos no Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre (ZEE), influenciando política pública estadual (Amaral *et al.*, 2000a; Sassagawa e Brown, 2000). Em relação aos eixos de integração, Brown *et al.* (2002) analisaram os impactos da estrada do Pacífico, fazendo sugestões para políticas públicas regionais de como maximizar os benefícios e minimizar os prejuízos desse empreendimento.

Para ajudar a visualização das tendências de transformações das paisagens e da dinâmica do uso da terra do leste acreano para os próximos dez anos, SOUZA (em prep.) elaborou um cenário futuro da região, incluindo os departamentos de Pando/Bolívia e Madre de Dios/Peru. Esse cenário foi apresentado no encontro trinacional sobre desenvolvimento sustentável na Região MAP (Madre de Dios/Acre/Pando) em setembro de 2002. O fluxo de carbono oriundo de desflorestamento varia entre 3 e 24 milhões de toneladas por ano. Nos municípios de Assis Brasil, Brasiléia e Epitaciolândia, o fluxo normalizado por pessoa ficou em torno de 30 toneladas de C por ano por pessoa, durante o período de 1986 a 1999 (Rocha *et al.*, 2002), resultados apresentados na reunião do LBA em Manaus, em julho 2002.

Dentro do projeto de *Aspectos Florísticos e Botânica Econômica do Acre* que tem apoio do PDD, foram realizadas cerca de 6 mil coletas de espécimes vegetais, no leste do Estado, e 12 mil coletas em todo o Estado. Esses conhecimentos subsidiaram a identificação de áreas de alta diversidade e prioritárias para conservação. O professor Marcos Silveira analisou a dinâmica de florestas de bambu que ocupam cerca de 40% do Estado do Acre, com apoio do PPD (Silveira, 2001, tese de doutorado).

Para o manejo florestal na Reserva Extrativista Chico Mendes (RECM), Andréa Alechandre e outros realizaram estudos de densidade, frequência e estrutura populacional de espécies-chaves, em diferentes ambientes, e confeccionaram mapas em várias escalas em relação à densidade de espécies-chaves (Alechandre Rocha, 2001, dissertação de mestrado). Os moradores da RECM foram treinados na metodologia adotada para mapear os recursos, utilizando material didático também desenvolvi-

do pela equipe (Leite *et al.*, 2002). Foi elaborada uma cartilha sobre o uso de GPS

e confeccionados mapas (Serrano e Brown, 2002), auxiliando a comunidade no manejo florestal. Todas as informações resultantes desta meta subsidiam políticas públicas para o uso sustentável dos recursos naturais.

O grupo do PPD da Ufac/Inpa/Embrapa organizou um seminário trinacional, em setembro de 2001, sobre a atividade madeireira na região de fronteira, envolvendo 80 pessoas de 37 instituições brasileiras, peruanas e bolivianas. Como recomendação desse evento, foi proposta a realização de um diagnóstico da atividade madeireira na região trinacional, o qual já foi realizado (Mendoza e Brilhante, eds. 2002). A base desse programa foi a dissertação sobre atividade madeireira no Acre, apoiada pelo PPD (Brilhante, 2000) que também resultou em um capítulo do ZEE (Vicente *et al.*, 2000).

A professora Nívia Fernandes defendeu sua tese de doutorado sobre a ecologia e uso do buriti (*Mauritia flexuosa* L. F.) com o apoio deste projeto (Fernandes, 2002, tese de doutorado). Também foi elaborado um calendário fenológico de 28 espécies arbóreas como resultado das observações realizadas no primeiro PPD e complementado com o atual. Investigamos sementes de três espécies florestais em laboratório (Firmino *et al.* submetido) e produzimos, em média, 20 mil mudas/ano para subsidiar os projetos de recuperação de áreas degradadas e para comunidades locais. Integramos a Rede Norte de Sementes e participamos na elaboração do projeto de lei federal de uso e comercialização de sementes. Também foram obtidas medidas microclimáticas e do índice de infestação por fungo em *Hevea* spp. (Furtado *et al.*, 2002).



A equipe do projeto capacitou técnicos dos governos estadual e municipais em agrofloresta, e realizou pesquisa participativa com produtores rurais (Brilhante *et al.*, 2002; Peneireiro *et al.*, 2002a; Peneireiro *et al.*, 2002b; Pinho e Peneireiro, 2002; Rodrigues *et al.*, 2002a; Rodrigues *et al.*, 2002b). Um grande número de

produtores rurais, organizações governamentais e não-governamentais e a equipe deste projeto, organizaram-se para formar a Rede Agroflorestal Acreana que já promoveu alguns eventos dentre os quais: I Oficina de Implantação de SAFs no Acre e I Feira Nativa de Produtos Agroflorestais e Extrativistas.



Foto: Fabiana Mongeli Peneireiro

*Curso de Pós-Colheita e Princípios para a Produção de Café em Agrofloresta. Seu João está ministrando o curso. Ele é produtor rural e multiplicador agroflorestal em parceria com o trabalho apoiado por este projeto. Acrelândia, AC, julho de 2002*

## Treinamento/Capacitação

Considerando o período de 2000 a 2002, foram ministrados 64 cursos de curta, média e longa duração, totalizando 1.300 participantes e 1.900 horas de aula. Foram capacitadas, nas estratégias do uso sustentável de recursos florestais não-madeireiros e uso de novas tecnologias, lideranças comunitárias, técnicos dos governos estadual e municipais e de ONGs. Esses cursos incluem: Sistemas Agroflorestais;

Pós-Colheita de Café e Princípios para a Produção de Café em Agrofloresta; Barreiras Vivas contra o Fogo; Implantação de Ilhas de Alta Produtividade; Viveiro e Produção de Mudas; Arborização e Plantio de Árvores; Cercas Vivas; Agricultura Orgânica; Noções Básicas de Uso de GPS; Mapas, Bússola e Imagens de Satélite; Manejo de Sementes; Mapeamento de Recursos Naturais por Populações Tradicionais; Carbono; entre outros.

## Disseminação

No início do projeto, as tentativas de disseminação não foram bem-sucedidas e optou-se por uma abordagem mais proativa. Visitas aos municípios (prefeituras e secretarias municipais) para ouvir os problemas locais mostraram-se efetivas. Entender melhor as necessidades e preocupações das sociedades locais

propiciou a formulação de estratégias de como compartilhar mais efetivamente os resultados deste estudo.

Em decorrência dessas visitas, a demanda por informações provenientes do PPD/PPG7 por parte de prefeituras e do sistema escolar aumentou. Para atender algumas dessas demandas, as cartilhas elaboradas pelo projeto mostraram-se eficazes.

Vários dos resultados deste projeto serviram como base para propostas de pesquisas apresentadas em um encontro trinacional sobre desenvolvimento sustentável – MAP COBIJA 2002 (Madre de Dios/Peru, Acre/Brasil e Pando/Bolívia), apoiado parcialmente por este PPD.

Essa iniciativa resultou em 12 propostas, todas envolvendo instituições dos três países, constituindo uma rede interdisciplinar, interinstitucional e internacional. A construção dessa rede nos deu um indicativo de que para formar uma relação dessa magnitude, faz-se necessário o conhecimento mútuo entre as partes de seus objetivos e interesses, estabelecendo laços de confiança, para então se trabalhar de forma integrada. As pesquisas dirigidas, apoiadas pelo Programa Piloto, também serviram para subsidiar discussões no Seminário Internacional sobre o Futuro do Tratado de Cooperação Amazônica, organizado pelo Ministério de Relações Exteriores do Brasil, em agosto de 2002.

Várias destas atividades contaram com o apoio de comunidades e prefeituras na região leste do Acre. A avaliação desses grupos talvez seja a mais importante de todas, pois pesquisas como essas do PPD são somente meio e não fim, como foi lembrado pela Ivanir Oliveira de Lima, secretária de Educação do município de Assis Brasil que faz fronteira com Bolívia e Peru, e pelo João Sebastião Flores da Silva, prefeito de Epitaciolândia, em cartas de agradecimento:

“...gostaria de continuar contando com apoio e colaboração... para que possamos concretizar os projetos de integração dos países e assim termos (quem sabe) um modelo de desenvolvimento na fronteira diferenciado, com pessoas sabendo respeitar as diferenças e produzindo uma cultura de paz.” *Ivanir Lima*

MADRE DE DIOS ACRE PANDO

MAP

El futuro está aconteciendo

Cobija 2002  
9 al 12 de septiembre

Fonte: Juan Fernando Reyes

“... temos a grata satisfação de realizar parceria com seu grupo... o qual estamos realizando um excelente trabalho em prol do desenvolvimento de nosso município, com o objetivo de melhorar cada vez mais a qualidade de vida de nossa população.” *Sebastião Flores*

O projeto PPD no leste do Estado do Acre obteve alguns resultados positivos, ajudando na implantação de políticas públicas e na capacitação de segmentos da sociedade regional. No entanto, ele deve ser combinado com outras iniciativas locais, regionais, nacionais e internacionais para que um desenvolvimento regional mais equitativo e sustentável possa ser alcançado visando também a proteção das florestas da Amazônia Sul-Occidental.

Carta confeccionada pela ONG Herencia, da Bolívia, divulgando o III Encontro Trinacional MAP (Madre de Dios/Peru, Acre/Brasil, Pando/Bolívia) realizado em Cobija, Pando, em agosto de 2002.

Criação de Juan Fernando Reyes





# Crescimento e incremento de uma floresta de terra-firme manejada experimentalmente e ecofisiologia de suas espécies comerciais

**Instituição:** *Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – Inpa*

**U.F. da instituição:** *Amazonas, AM*

**Coordenação:** *Niro Higuchi*

**E-mail do coordenador:** *niro@inpa.gov.br*

## Equipe

Joaquim dos Santos; Gil Vieira; Paulo T.B. Sampaio; Ralf J. Ribeiro; Ires P.A. Miranda; Edelcílio M. Barbosa; Luiz C. M. Bonates; Zilvanda L.O. Melo; Ângela M.C. Leite; Celso P. Azevedo; Luiz M.B. Rossi; John Grace; Yadvinder Malhi; Patrick W. Meir; Bart Kruijt; Fiona E. Carswell; Maurizio Mencuccini; Jeffrey Q. Chambers; Roseana P. Silva; Rosana M. Rocha; Érika V. Miranda; Alberto C. M. Pinto; Adriano J. Nogueira.

## Sumário

Este projeto é a continuação de uma pesquisa florestal, iniciada em 1980, que tinha como objetivo responder, experimentalmente, às questões relacionadas com o manejo da floresta amazônica de terra-firme, no momento em que a diminuição das reservas de madeira dura tropical de outros países começou a ficar evidente, concomitantemente à crescente conscientização coletiva sobre as questões ambientais. A preparação da área – incluindo demarcações dos blocos experimentais, inventário florestal, inventário diagnóstico da regeneração natural e análise estrutural – iniciou-se em 1980. A intervenção na floresta natural usando diferentes intensidades de corte começou a partir de 1987. Em 1992, o manejo florestal passou a ser um componente do projeto Bionte (Biomassa e Nutrientes Florestais), que foi financiado por meio de um Convênio entre MCT-Inpa/DFID. Sob os auspícios

desse projeto, foram executados estudos para avaliar os efeitos da exploração seletiva de madeira sobre: nutrientes do solo e da vegetação, mesofauna do solo, serapilheira fina e grossa, micorriza, matéria orgânica do solo, hidrologia e hidroquímica do sistema, banco e chuva de sementes, N do solo, raízes, cupins, plantas de sub-bosque, répteis e anfíbios, mamíferos terrestres, aves e fenologia das espécies arbóreas. Apesar do grande avanço proporcionado pelo Bionte, em direção à definição de indicadores de sustentabilidade ecológica para o manejo florestal, falta ainda um melhor entendimento das causas das diferentes respostas às diferentes intensidades de corte. Este projeto pretende relacionar a dinâmica da floresta, do ponto de vista de crescimento e incremento, com as variáveis climatológicas, de hábitos reprodutivos, fisiológicas das espécies manejadas e estruturais do dossel.

## Introdução

Até fins dos anos 80, a madeira era considerada como subproduto de projetos agropecuários

da Amazônia. Depois da Rio-92, os incentivos fiscais praticamente desapareceram para a agropecuária. A expectativa era, então, manter



as taxas de desmatamento inferiores às de 1990 e 1991, mas a madeira começou a ter mais liquidez, chegando a substituir os extintos subsídios, e essas taxas foram recrudescidas. A área de floresta primária é de mais de 250 milhões de hectares, mas não se pode perder de vista que a fartura, em si, nem sempre foi uma boa conselheira para o adequado aproveitamento dos recursos florestais e a sociedade, em geral, tem sido pouco eficiente para antecipar a escassez (Lanly, 1995).

O pano de fundo deste projeto é o cenário “a produção do sudeste asiático alcançará o seu pico em meados dos anos 90, sendo, a seguir, substituída pela América Latina, especialmente a Amazônia, para suprir os mercados da Europa, Japão e América do Norte” (Grainger, 1987). Tem-se, de um lado, um mercado internacional anual de madeira tropical praticamente estável, em torno de 65 milhões de m<sup>3</sup>; de outro, uma diminuição inexorável das reservas florestais dos principais fornecedores; e, entre esses dois lados, a Amazônia brasileira, praticamente intacta, porém sem uma participação significativa nesse mercado.

Os avanços resultantes da pressão ambientalista sobre o mau uso do solo da Amazônia estão, hoje, traduzidos em vários instrumentos de medida. A ITTO, por exemplo, estabeleceu que, a partir do ano 2000, somente seriam comercializados produtos oriundos de pla-



nos de manejo florestal sustentável (MFS). No Brasil, o artigo 15 do Código Florestal foi regulamentado pelo Decreto 2.788, de 27.9.98. De um modo geral, há pressões para que essas exigências sejam efetivamente cumpridas, gerando uma grande expectativa em torno das informações resultantes desta proposta de pesquisa, tanto por parte do poder público, como dos produtores e consumidores. Há um consenso geral de que a definição de indicadores de sustentabilidade e a comprovação técnica da viabilidade do MFS na Amazônia são urgentes e somente por meio do conhecimento será possível produzir madeira e outros produtos não-madeireiros de ecossistemas tão heterogêneos, complexos e frágeis como os da região.

## Metodologia

As variáveis dependentes serão as mesmas do Bionte (incremento em área basal, volume e biomassa), alterando apenas as variáveis



independentes, com a inserção de variáveis climatológicas, de hábitos reprodutivos, fisiológicas e estruturais do dossel. A metodologia de cada experimento do Bionte, inclusive as informações sobre exploração e monitoramento, está detalhada no seu relatório (Bionte, 1997).

A hipótese de que as diferentes intensidades de corte não influenciam a área basal, o volume, o incremento periódico anual e as taxas de recrutamento e mortalidade, com o passar do tempo, será testada através da Análise de Medidas Repetidas, de acordo com Gurevitch e Chester Jr. (1986) e von Ende (1993). Os experimentos introduzidos sob o PPD foram: (i) biologia reprodutiva (fenologia); (ii) desenvolvimento das mudas em relação aos tratamentos silviculturais; (iii) crescimento de árvores emergentes; (iv) seqüestro de carbono pelas florestas manejadas e não-manejadas, (v) biomassa abaixo do nível do solo.



## Resultados esperados e resultados alcançados

### Esperados

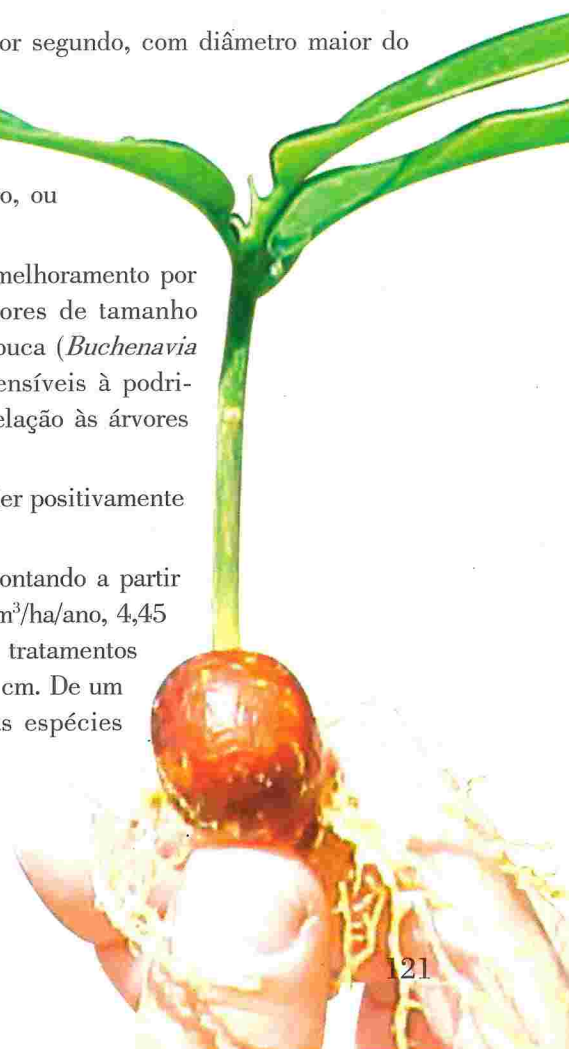
- 1) Metodologia para avaliação do estoque de raízes e concentrações de água e carbono das mesmas, da floresta amazônica.
- 2) Estimativa do ciclo de corte para florestas de terra-firme da região de Manaus, quando submetidas à exploração seletiva de madeira.
- 3) Indicadores de sustentabilidade ecológica do manejo florestal.

### Alcançados

- 1) Do peso total de uma árvore: o tronco contribui com 47%, a copa, com 25% e as raízes, com 23%.
- 2) De uma árvore viva em pé, 40% de seu peso é água.
- 3) Do peso seco de uma árvore, 48% é carbono.
- 4) O diâmetro à altura do peito (DAP) tem as seguintes correlações:  $r = 0,85$  ( $p < 0,001$ ) com o peso das raízes;  $r = 0,95$  ( $p < 0,001$ ) com o peso da parte aérea (tronco e copa);  $r = 0,94$  ( $p < 0,001$ ) com o peso total de uma árvore (raízes e parte aérea).
- 5) A floresta primária da área de estudo não está em equilíbrio, do ponto de vista de dinâmica de carbono da vegetação: as acumulações de carbono são significantes ( $p = 0,039$ ) nos últimos 15 anos. Essa floresta tem acumulado uma média de 1,2 t de carbono por hectare por ano.
- 6) Baseado num modelo estocástico, assim que a produtividade cessa (resultante de outros fatores limitantes), as árvores maiores continuam a acumular carbono por mais 100 anos.
- 7) O crescimento anual de uma árvore (individual) é de 1,6 mm por ano, ou seja, para alcançar 1 m em diâmetro, uma árvore pode levar 625 anos. O padrão de crescimento individual das árvores é determinado pela sazonalidade.
- 8) Na Amazônia brasileira, morrem, em média, 24 árvores por segundo, com diâmetro maior do que 20 cm, equivalendo a 750 milhões árvores por ano.
- 9) Para manter o equilíbrio, a região precisa recrutar para a primeira classe de diâmetro (20 cm), no mínimo, o dobro, ou seja, 48 árvores por segundo ou 1,5 bilhão por ano.
- 10) O primeiro corte tem de ser considerado como corte de melhoramento por causa da quantidade de árvores ocas, em torno de 30% das árvores de tamanho comercial (DAP > 50 cm), nesse tipo florestal. Espécies como tanimbuca (*Buchenavia parvifolia*) e angelim-pedra (*Dinizia excelsa*) são extremamente sensíveis à podridão, atingindo 73% e 66%, respectivamente, de árvores ocas em relação às árvores abatidas.
- 11) De um modo geral, a floresta residual só começa a responder positivamente à abertura do dossel no terceiro ano após a exploração florestal.
- 12) Os incrementos periódicos anuais da floresta manejada, contando a partir do momento da reação positiva da floresta residual, são:  $5,57 \pm 0,8$  m<sup>3</sup>/ha/ano,  $4,45 \pm 2,6$  m<sup>3</sup>/ha/ano e  $5,75 \pm 0,6$  m<sup>3</sup>/ha/ano, respectivamente para os tratamentos leve, médio e pesado – considerando todas as árvores com DAP = 10 cm. De um modo geral, o incremento é de aproximadamente 1 m<sup>3</sup>/ha/ano das espécies comerciais, portanto, o ciclo de corte pode ser de 30 anos.
- 13) A taxa de respiração do tronco é uma importante variável a ser usada na prescrição de tratamentos silviculturais.



*Maquira* sp. *Moraceae*





## Treinamento/Capacitação —

O projeto ajudou a manter as atividades de rotina dentro do programa de pós-graduação do Inpa, tanto para as aulas teóricas das disciplinas dos cursos de Botânica e de Ciências de Florestas Tropicais como na orientação de alunos. Houve também participações em disciplinas e orientações no mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia da Ufam. Essas contribuições resultaram em 5 disciplinas ministradas e 1 doutor e 8 mestres orientados. Participamos ainda de bancas examinadoras: 2 de doutorado; 1 aula de qualificação para doutorado; 10 de mestrado e 8 aulas de qualificação para mestrado.



Orientamos também 4 alunos do Pibic e colaboramos na elaboração de 3 monografias para conclusão da graduação. Tem aumentado o número de estagiários voluntários, de Manaus e de outras regiões; do início do projeto até o momento, orientamos 9 estagiários da UFV, 3 da UnB, 2 da UFPE e um da Universidade de Blumenau.



Em colaboração com o Sebrae, foi oferecido um curso de manejo florestal para o Acre e para Roraima. Agora em 2002, estamos colaborando com o grupo de Educação Ambiental do Inpa (projeto “Jovem Pesquisador” para alunos de escolas públicas de 11 a 16 anos) sob o tema “floresta e vida”. Durante 6 meses, 70 alunos estão tendo atividades conosco em salas de aulas, laboratórios e na estação experimental.





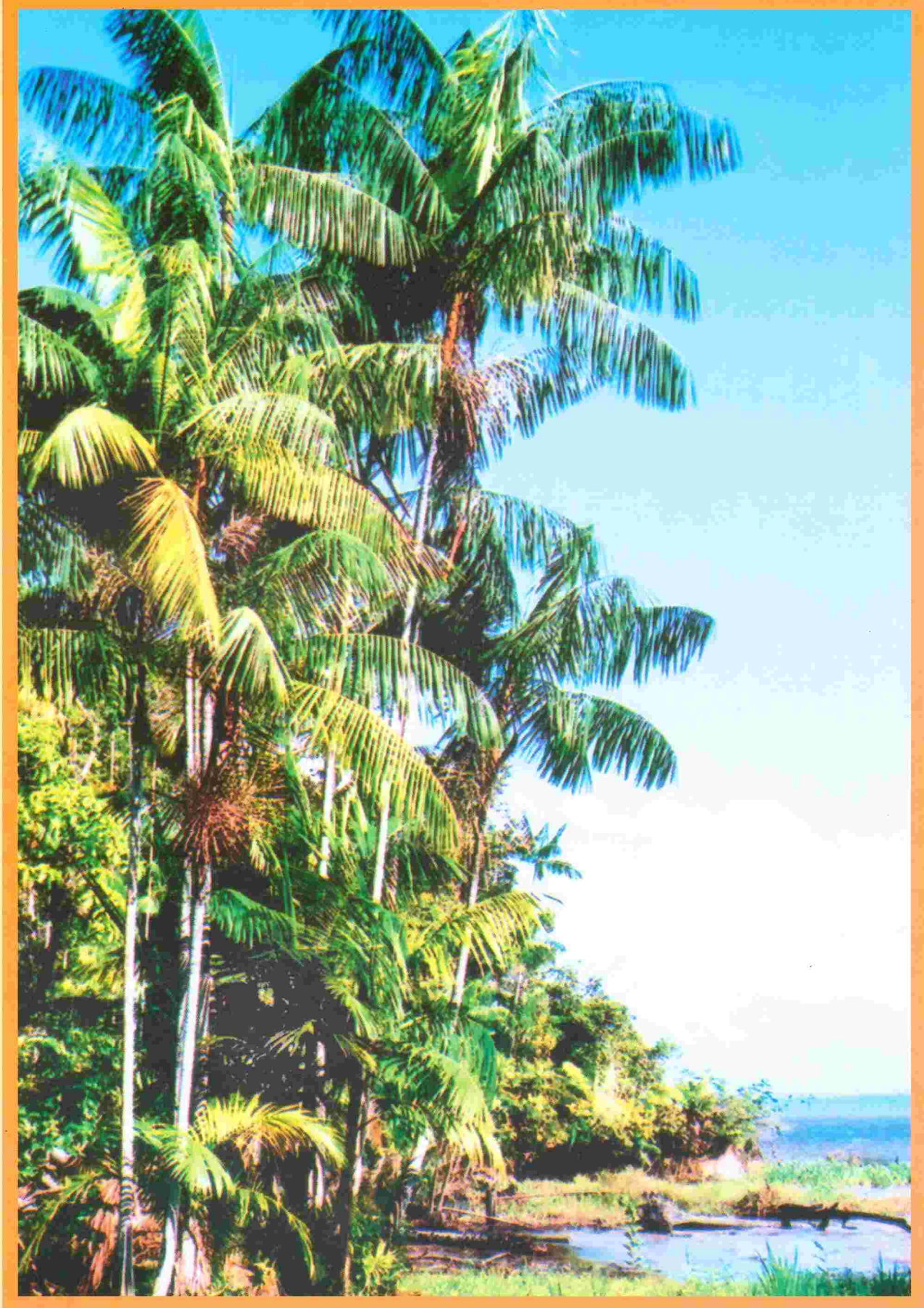
## Disseminação

As nossas atividades foram disseminadas da seguinte forma: 11 artigos em revistas com *referees*; 5 capítulos de livros; 3 trabalhos completos em anais de congressos; 15 resumos; artigos em jornais de circulação diária. As principais repercussões dos trabalhos publicados foram: matérias no *Jornal Nacional* durante 4 dias (primeira semana de outubro/2000) e comentários na *Folha de S. Paulo* (21.3.2001) sobre o artigo da *Nature*.

O grupo ainda apresentou 15 palestras em congressos e seminários e participou de 8 reuniões técnicas fora de Manaus. Como consultor *ad hoc* (Capes, CNPq, Fapesp, Fundação Ford), foram 15 participações. E, como *referees*, foram 2 participações em análise de projetos de pesquisas e 17 em revisão de artigos científicos.







# Desenvolvimento de tecnologias para o manejo e cultivo de açaizais para produção de frutos

**Instituições executoras:** *Embrapa Amapá e Iepa*

**Beneficiário:** *Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá – Iepa*

**U.F. da instituição:** *Amapá, AP*

**Coordenação:** *Silas Mochiutti*

**E-mail do coordenador:** *silas@cpafap.embrapa.br*

## Equipe

Ana Lúcia Campos Ferreira; André de Siqueira Mendes Amaral; Aristóteles Viana Fernandes; Ediluci do Socorro L. Tostes Malcher; João da Luz Freitas; Joffre Kouri; José Antonio Leite de Queiroz; Mary de Fátima Guedes dos Santos; Raullyan Borja Lima e Silva; Silas Mochiutti; Tereza C. Marques de Queiroz Dias.

## Resumo

Este projeto de pesquisa tem como objetivo desenvolver tecnologias para a produção sustentável dos açaizais, com ênfase no aumento da renda das populações ribeirinhas do estuário amazônico. Estão sendo conduzidas as seguintes linhas de pesquisa: a) melhoramento genético; b) recuperação e manejo de açaizais; c) cultivo de açaizais; d) estudo da cadeia produtiva; e) colheita e processamento de frutos. Os experimentos de campo são realizados em pesquisa participativa com produtores.

Os principais resultados alcançados são: estabelecimento de um programa de melhoramento genético e fornecimento de sementes e mudas selecionadas para produtores; geração de tecnologia para a recuperação e o manejo de açaizais para produção de frutos, com técnicas de inventário e intervenção florestal, facilmente

adotadas por ribeirinhos, que permitem a manutenção da diversidade florestal das áreas manejadas e o aumento da produção de frutos; implantação de sistemas agroflorestais para a recuperação de áreas degradadas; determinação da importância socioeconômica do extrativismo do açaí para as comunidades ribeirinhas e a inserção na economia local; avaliação de técnicas de colheita e transporte que evitam a contaminação dos frutos; desenvolvimento de novos produtos da polpa do açaí e técnicas de congelamento e pasteurização.

Os resultados alcançados estão sendo transferidos para produtores e técnicos por meio de treinamentos, unidades de validação, dias de campo e fornecimento de sementes e mudas selecionadas. Também foram geradas diversas publicações técnicas, destinadas a atender o público-alvo do projeto.

## Introdução

O estuário amazônico, formado por um emaranhado de rios, furos, ilhas, canais e igarapés, tem seu cotidiano ditado pelas marés de águas barrentas do rio Amazonas, que irrigam e fertilizam diariamente as florestas de várzeas, dando origem a ambientes altamente produtivos e diversificados, mas também frágeis



e incapazes de resistir ao desmatamento, à poluição e ao manejo predatório. Essa região apresenta uma diversidade de fruteiras nativas com potencial de exploração e industrialização. Entre essas fruteiras, o açaí destaca-se pela grande abundância, facilidade de manejo, importância social e mercado promissor. O “vinho do açaí” (suco da polpa) constitui-se num dos principais alimentos das populações ribeirinhas e vem rapidamente ganhando espaço no mercado de bebidas energéticas do país. A instalação de indústrias para atender a crescente demanda por polpa desse fruto é atualmente uma atividade em expansão, gerando renda e melhorando a qualidade de vida das populações ribeirinhas e urbanas.



Este projeto de pesquisa tem como objetivos desenvolver tecnologias para a produção sustentável dos açaizais, melhorar o processamento da polpa do fruto, procurando alternativas de manejo e domesticação da espécie, bem como estudar as variáveis socioeconômicas e aspectos relacionados aos diversos segmentos da cadeia produtiva.

## Metodologia

As ações deste projeto estão sendo realizadas nas áreas de florestas de várzeas do estuário amazônico, onde estão sendo conduzidas as seguintes atividades de pesquisa:

a) **melhoramento genético:** seleção de açaizeiros com maior produtividade, melhor qualidade de frutos e produção nos períodos de estiagem e chuvoso;

b) **recuperação e manejo de açaizais:** efeito das práticas de intervenção adotadas pelos produtores em diferentes tipos de exploração de frutos e palmito e avaliação de diferentes métodos de manejo sobre a fenologia das espécies, crescimento e produção dos açaizeiros e demais espécies florestais;

c) **cultivo de açaizais:** recuperação de áreas abandonadas pela agricultura migratória com o cultivo de açaí em sistemas agroflorestais;

d) **cadeia produtiva:** estudos socioeconômicos das unidades de produção, comercialização e beneficiamento e os elos de ligação;

e) **colheita e processamento de frutos:** caracterização física, química e microbiológica de frutos em toda a cadeia de comercialização, avaliação de técnicas apropriadas de colheita e transporte, adaptação de tecnologias para o processamento e armazenamento de polpa.



A metodologia utilizada para os trabalhos de campo é de pesquisa participativa, na qual os produtores participam com o conhecimento no planejamento, execução e avaliação dos resultados alcançados. Assim, as tecnologias geradas podem ser imediatamente adotadas no sistema de produção de frutos de açaí.



## Resultados esperados e resultados alcançados

### Melhoramento genético:

Os tipos de frutos preferidos pelo mercado consumidor são os de tamanho pequeno, pelo seu maior rendimento de polpa, e de coloração roxo intenso, que alcançam um preço até 100% maior que outros tipos de frutos. Para seleção de matrizes e coleta de sementes, foram identificadas duas regiões que apresentam frutos com essas características e produção de açaí no período chuvoso (oeste do Marajó) e de estiagem (leste do Marajó). Foram estabelecidos experimentos nos quais estão sendo avaliadas 300 progênies selecionadas nessas regiões. Essas progênies também estão sendo avaliadas por produtores nos sistemas tradicionais de produção. Com esse programa, espera-se desenvolver cultivares de açaizeiros mais produtivos, de melhor qualidade de frutos, e safras no período chuvoso e de estiagem, viabilizando o funcio-

namento das agroindústrias durante todo o ano.

### Recuperação e manejo de açaizais:

As práticas de intervenção utilizadas nos açaizais determinam uma grande variação na composição e estrutura dos açaizais, em decorrência da prioridade para produção de frutos e/ou palmito. Os diversos experimentos de manejo e recuperação de açaizais resultaram na geração da tecnologia de “manejo de mínimo impacto para a produção de frutos em açaizais nativos” (Queiroz e Mochiutti, 2001), que tem como principais características a manutenção da diversidade florestal do açaizal, aumento em até cinco vezes da produção de frutos e dos rendimentos dos produtores e baixo investimento para a implementação, sendo seu maior custo a mão-de-obra do próprio produtor. O manejo de mínimo impacto determinou a combinação e população de árvores folhosas e outras palmeiras adequadas para a produção de frutos em açaizais



nativos, eliminando os possíveis danos ambientais que vêm sendo observados em açaiçais explorados praticamente em monocultivo. Com a continuidade dos experimentos, espera-se aprimorar a tecnologia de manejo proposta, conciliando a produção de outros produtos como madeira, plantas medicinais, frutos, fibras, mel etc., para o aumento e a diversificação da renda dos produtores.

#### **Cultivo de açaiçais:**

As avaliações dos módulos agroflorestais, estabelecidos em áreas degradadas, indicaram o grande potencial de regeneração de espécies arbóreas nativas, sendo possível estabelecer sistemas bem diversificados pelo manejo da regeneração natural dessas plantas. A maioria das espécies arbóreas encontradas apresentou um grande potencial para a exploração econômica, seja para produção de madeira (pau-mulato, andiroba e macacaúba), frutas (taperebá), látex (seringueira) e sementes para uso medicinal (andiroba). Espera-se desenvolver tecnologias para o melhor aproveitamento das áreas abandonadas pela agricultura migratória, aumentando a renda dos produtores.

#### **Cadeia produtiva:**

Estudos indicaram que entre 60% a 90% da renda bruta familiar das famílias ribeirinhas vem do extrativismo, pela exploração de açaiçais, madeira e pesca. Entre essas atividades, destacou-se a produção de frutos de açaí, que representou de 50% a 75% da renda bruta total. Produtores de regiões com maior tradição na produção de frutos apresentaram renda bruta anual média de R\$ 7.898, enquanto produtores que tiveram maior extração do palmito apresentaram renda bruta anual média de apenas R\$ 5.465 (Kouri *et al.*, 2001). Estudos dos segmentos de comercialização, beneficiamento e prospecção de mercados deverão propiciar diretrizes às políticas públicas para a cadeia produtiva do açaí, minimizando seus pontos de estrangulamento e promovendo o desenvolvimento do setor.

#### **Colheita e processamento de frutos:**

Estudos de contaminação de frutos indicaram a necessidade da utilização de técnicas de Boas Práticas de Fabricação, na cadeia de comercialização, para evitar a aceleração da contaminação dos frutos até as unidades de despulpamento. Estão sendo desenvolvidos um xarope de açaí, para servir como matéria-prima de indústrias de sorvetes, sucos e outros alimentos e um néctar para pronto consumo; e estudadas técnicas de congelamento e pasteurização. Com esses trabalhos, espera-se a geração de novos produtos de polpa de açaí para o mercado.





## Treinamento/Capacitação

Grande ênfase está sendo dada às atividades de transferência e validação de tecnologias, sendo essas ações financiadas para duas áreas piloto pelo Proem/MMA. As principais atividades executadas foram as seguintes:

- seleção, coleta e distribuição de 1.500 kg de sementes de açazeiros;
- produção e distribuição de 36 mil mudas de açazeiros selecionados;
- estabelecimento de 35 unidades de validação de tecnologia;
- realização de 45 treinamentos para 935 produtores e técnicos;
- realização de dois dias de campo para 350 produtores;
- apoio a 358 produtores com *kits* de manejo de açazeisais.



## Disseminação

O projeto gerou principalmente publicações destinadas a técnicos de extensão rural, estudantes e produtores rurais. Para difundir a tecnologia de “manejo de mínimo impacto para a produção de frutos em açazeisais nativos”, foi produzida uma cartilha, com linguagem simples

e ilustrada por desenho e fotos. Os trabalhos publicados no âmbito do projeto, foram: um artigo em periódico (dois em revisão); duas cartilhas para produtores; um *folder* de divulgação do projeto; sete publicações técnicas; quatro artigos em anais de congresso, e 20 resumos em congressos.





# Piscicultura extensiva de tambaqui na floresta de várzea

**Instituição:** Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – Inpa

**U.F. da instituição:** Amazonas, AM

**Coordenador:** Carlos A. R. M. Araújo Lima

**E-mail do coordenador:** calima@inpa.gov.br

## Equipe

Carlos A. R. M. Araújo Lima; Vera Maria F. de Almeida e Val; Kai Lorenzen; Rodrigo Roubach; José Celso Oliveira Malta; Rosseval Galdino Leite; Hemógenes Rabelo; Levy C. Gomes; Jorge Ivan Sánchez Botero; Álvaro Carvalho Lima; Sandro Loris Pereira; José Vagner Valente da Silva; Heitor Martins Jr.; Michele F. Façanha.

## Sumário

O tambaqui é um dos mais conhecidos peixes da Amazônia e atinge um bom preço nos mercados urbanos. Nessa região, existem muitos lagos de várzea, onde a vegetação natural está parcialmente conservada. Como o tambaqui é uma espécie que se alimenta de frutos das árvores e arbustos da várzea, os ribeirinhos poderiam utilizar esses recursos florestais para produzir tambaqui em piscicultura extensiva. Este projeto pretendeu testar se o tambaqui poderia ser produzido na floresta de várzea utilizando essa técnica. O experimento consistiu de adicionar juvenis (5 cm) de tambaqui em cinco lagos de várzea e comparar a mudança na abundância desse peixe nos lagos antes, durante e depois

da adição por faixa etária. Os números de peixes residentes após esses períodos também foram estimados por marcação e recaptura. Os resultados indicaram que a abundância de tambaqui aumentava quando os lagos recebiam tratamento e diminuía quando este cessava ( $p < 0,01$ ). Entretanto, apenas 3% dos peixes estavam nos lagos um ano após o tratamento devido à baixa sobrevivência ou à alta emigração. A conclusão foi de que a adição de jovens de tambaqui aumenta a abundância nos lagos, mas considerando o custo total da piscicultura extensiva, o processo não é economicamente viável. Entretanto, certamente essa técnica pode ser utilizada, no futuro, para repovoamento, com intuito de conservação da espécie.

## Introdução

O tambaqui é uma das espécies de peixes amazônicos mais famosas e de maior valor de mercado (5 reais/kg). O tambaqui é também um importante produto da várzea e, enquanto jovem, é relativamente sedentário. Como se alimenta principalmente de frutos, ele transfere a produção da floresta para o homem diretamente por intermédio da pesca, aumentando assim o valor agregado da vegetação natural. O caboclo da Amazônia sabe pescar o tambaqui na floresta e o faz com habilidade.

Há indícios fortes de que a população natural de tambaqui está deprimida em razão de um esforço de pesca exagerado. Em 1976, o desembarque dessa espécie no porto de Manaus alcançava 16 mil toneladas anuais e, em uma redução continuada, atingiu apenas 4 mil toneladas recentemente. O tamanho médio dos peixes desembarcados também está bem menor do que era no passado. Esses fatores contribuem para o alto preço alcançado por essa espécie e sugerem que a depressão na produção de tambaqui seja um efeito de sobrepesca e não da redução de *habitat*.



Apesar de ocorrer atividade agropastoril nas margens do rio Solimões/Amazonas, ainda existem grandes áreas de floresta de várzea, mesmo próximo a Manaus, e que poderiam ser usadas para piscicultura extensiva de tambaqui. A piscicultura intensiva é altamente dependente de rações, cujos custos podem atingir 75% da receita. A piscicultura extensiva, por outro lado, alimenta o peixe com ração apenas no início de sua vida, quando a mortalidade natural é muito alta, depois libera o peixe no ambiente natural, onde ele obtém o alimento para o crescimento.

## Metodologia

Para testar se a piscicultura extensiva poderia aumentar a produção de tambaquis na várzea, foi realizado um experimento que foi repetido duas vezes. Esse experimento consistia em adicionar juvenis de tambaqui criados em piscicultura em cinco lagos de várzea e, após um período de seis meses e um ano, foi comparada a quantidade de peixes restantes nos lagos antes, durante e após o tratamento. Foram também utilizados lagos controle, para avaliar como as populações silvestres variaram no mesmo período. Como lagos controle foram considerados cinco a sete lagos que sofreram as mesmas condições socioambientais dos lagos experimentais, exceto receber juvenis de piscicultura. A hipótese testada era de que se a abundância de tambaqui nos lagos experimentais aumentasse com o tratamento, ela deveria ser causada pela adição de juvenis criados em piscicultura, caso o mesmo aumento não ocorresse nos lagos controle. Os tambaquis de piscicultura mediam 5 cm de comprimento no momento em que foram soltos. Foram usadas taxas de estocagem de 900 e 1.500 peixes por hectare no primeiro e segundo ano,

A energia para o crescimento do peixe vem da produção do ecossistema. Assim, apesar do crescimento mais lento, o peixe da piscicultura extensiva pode ter um menor custo de produção.

O projeto pretendeu testar se a piscicultura extensiva pode ser usada na região amazônica para aumentar a produção de tambaqui em lagos de várzea e se essa atividade é economicamente sustentável. Foram também abordados aspectos genéticos, sanitários e de transporte de grandes volumes de peixe relevantes a essa técnica de manejo.

respectivamente. Os lagos foram escolhidos, antes do início do experimento, pelas características de acessibilidade e independência e estavam a uma distância máxima de 50 km de Manaus. As áreas foram medidas com imagens de satélite recentes. Uma etapa importante do experimento foi a montagem. Os peixes foram transportados para os lagos experimentais procedentes de fazendas distantes 150 km dos lagos e um cuidado extremo foi tomado para garantir que eles chegassem ao destino em condições ótimas de saúde. A cada transporte uma testemunha era tomada, mantida em aquários no laboratório do Inpa, onde foram avaliadas as condições de saúde pós-transporte. Assim, tentou-se minimizar artefatos experimentais e garantir que apenas as condições ecológicas dos lagos afetassem a resposta dos peixes ao processo. Ao todo, 200 mil peixes foram adicionados aos lagos experimentais, durante os dois anos. Finalmente, durante a montagem do experimento acima mencionado foram coletadas amostras para análise genética e parasitológica das populações de peixe de piscicultura e silvestres.



Figura 2 – Localização dos lagos experimentais (azul) e controle (vermelho)



## Resultados esperados e resultados alcançados

Esperava-se, ao final do projeto, responder às seguintes questões:

1) A adição de juvenis de tambaqui nos lagos de várzea aumenta a abundância dessa espécie nesses lagos;

2) Caso o aumento na abundância ocorra, este pode reverter em uma atividade economicamente atrativa para as populações rurais;

3) Os peixes de piscicultura são geneticamente diferentes das populações silvestres;

4) A fauna de parasitas das populações silvestres são afetadas pela adição de peixes juvenis.

Os resultados do experimento mostraram que ocorre de fato um aumento na abundância de tambaqui nos lagos de várzea com a adição de peixes de piscicultura. Esse aumento, entretanto, é relativamente pequeno e parece variar entre anos.

O número de tambaquis que restaram no lago após um ano, já considerado o consumo pela população ribeirinha, foi de apenas 3% do que foi adicionado. Presentemente, não se pode dizer se esse baixo rendimento foi devido à emigração dos peixes para outros lagos ou se foi causado por uma alta mortalidade dos jovens devido à predação. A baixa taxa de residência reduz a rentabilidade e torna o preço do tambaqui produzido pela piscicultura extensiva muito alto,

sendo o custo de produção quatro a cinco vezes superior ao preço de mercado do peixe. Assim, essa não seria, hoje, uma atividade economicamente atraente para o ribeirinho.

Não foram encontradas diferenças entre a intensidade de parasitismo dos peixes de cativeiro e dos peixes silvestres e a intensidade de infestação dos peixes nos lagos tratados também não foi alterada. Notou-se que as populações criadas em cativeiro poderiam ser identificadas geneticamente nos lagos usando marcadores genéticos. Os peixes de cativeiro têm alelos para a enzima IDH que os diferem das populações silvestres. Se essa diferença terá efeito deletério sobre as populações silvestres ainda não se sabe, mas possivelmente devido à alta taxa de diluição dos peixes de cativeiro que foram adicionados ao sistema, esse efeito será dificilmente notado nos próximos anos.

A conclusão do projeto é que a utilização de jovens de 5 cm de tambaqui produzidos em piscicultura pode aumentar a abundância dessa espécie nos lagos de várzea. Entretanto, devido aos custos atuais dos peixes de cativeiro e do processo de “peixamento”, essa não é uma atividade economicamente sustentável. Esse resultado, porém, indica que essa técnica pode ser útil no futuro para a conservação da espécie, caso a abundância de tambaquis silvestres na Amazônia seja extremamente reduzida.





Figura 3 – Comparando-se a variação anual na abundância de tambaqui nos 5 lagos experimentais, nota-se que a abundância aumentava quando havia peixamento e reduzia quando esse cessava. Nos lagos controle, a abundância anual variava ao acaso.

## Treinamento/Capacitação

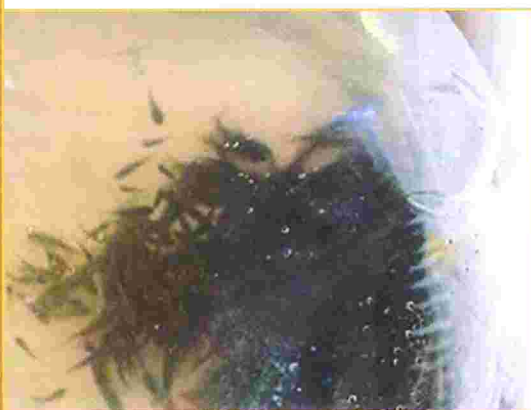
Três alunos de pós-graduação e um bolsista de iniciação científica foram treinados no projeto. Abaixo, estão listados os títulos dos trabalhos e os estádios de andamento.

Sandro L. A. Pereira. *Acompanhamento da fauna parasitária no repovoamento do tambaqui, Colossoma macropomum (Cuvier, 1818), em lagos de várzea da Amazônia*. M.Sc., concluído, 2001.

Levy C. Gomes. *Transporte de larvas, alevinos e juvenis de tambaqui (Colossoma macropomum)*. Dr., concluído, 2002.

Heitor Martins Jr., *Avaliação da piscicultura extensiva de tambaqui em lagos de várzea*. M.Sc., em andamento.

Michele F. Façanha. *Mortalidade de alevinos de tambaqui após o transporte*. IC, concluída, 2002.

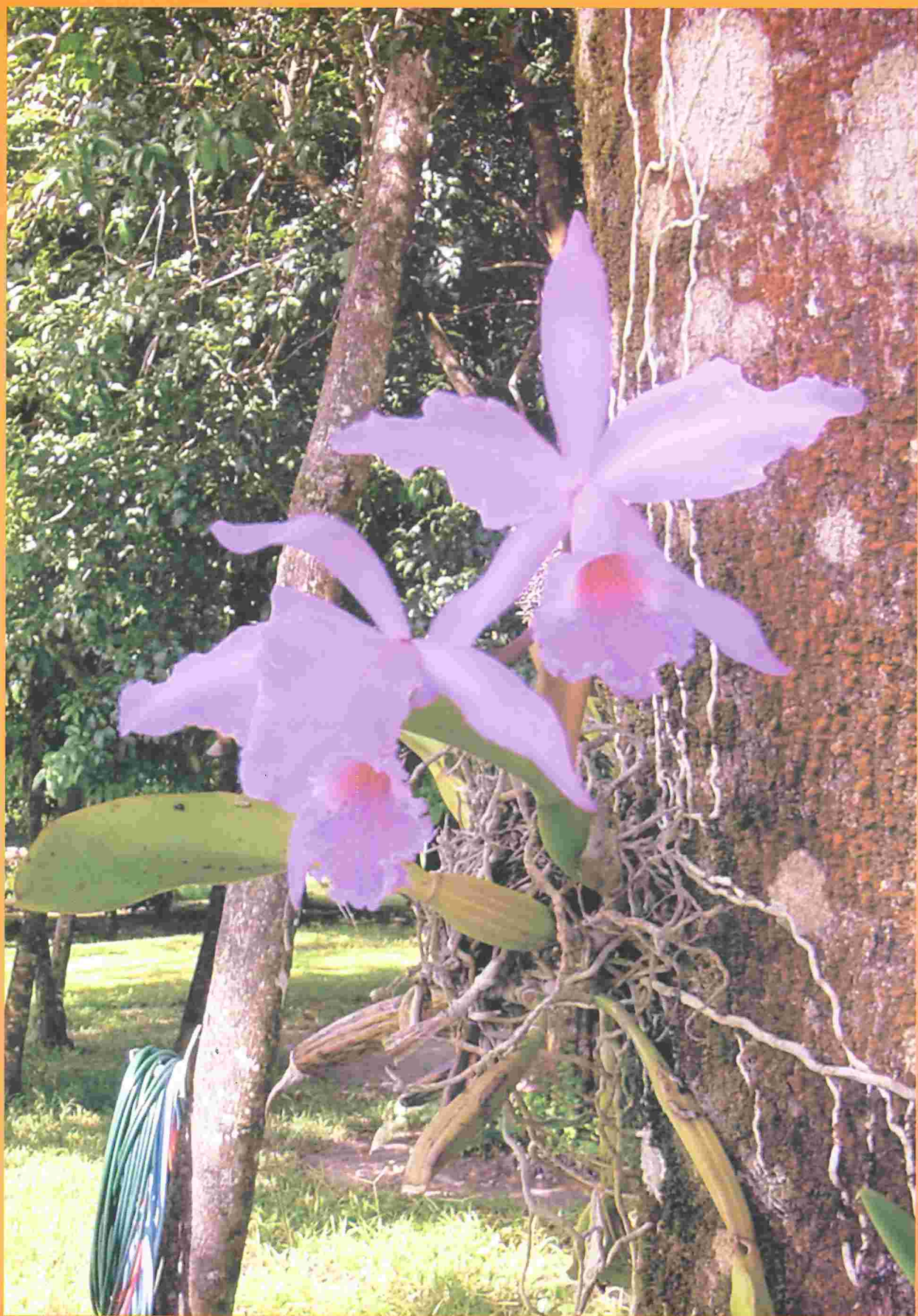


## Disseminação

- GOMES, L.C.; CHIPARI-GOMES, A.R.; LOPES, N.; ROUBACH, R.; ARAÚJO LIMA, C.A.R.M. 2001. *Efficacy of Benzocaine as an anesthetic in juvenile tambaqui Colossoma macropomum*. J. of World Aquaculture Soc. 32: 426-431.
- GOMES, L.C.; ROUBACH, R.; ARAÚJO LIMA, C.A.R.M. 2001. *Transportation of tambaqui juveniles*. World Aquaculture 32: 29-33.
- ROUBACH, R.; GOMES, L.C. 2001. *O uso de anestésicos durante o manejo de peixes*. Panorama da aqüicultura. 37: 37-41.
- GOMES, L.C.; ARAÚJO LIMA, C.A.R.M.; ROUBACH, R.; CHIPARI-GOMES, A.R.; LOPES, N.; URBINATI, E.C. *Effect of fish density during transportation on stress and mortality of juvenile tambaqui*. J. of World Aquaculture Soc. 33: 126-132.
- GOMES, L.C.; ARAÚJO LIMA, C.A.R.M.; ROUBACH, R.; URBINATI, E.C. *Transporte de tambaqui em sistema aberto*. Pesquisa Agropecuária Brasileira. No prelo.
- GOMES, L.C.; ARAÚJO LIMA, C.A.R.M.; CHIPARI-GOMES, A.R.; ROUBACH, R. *Transportation of tambaqui (Colossoma macropomum) juvenile in a closed system*. Submetido.
- ARAÚJO LIMA, C.A.R.M.; MALTA, J.C.O.; JEFFERSON, R.G.; VARELLA, A.M.; GOMES, L.C.; ROUBACH, R. *Efeito da taxa de infestação de Monogeneoidea na resistência de juvenis de Colossoma macropomum ao transporte*. Submetido.
- GOMES, L.C.; ROUBACH, R.; ARAÚJO LIMA, C.A.R.M. *Boas práticas de manejo durante o transporte*. Submetido.
- GOMES, L.C.; ROUBACH, R.; ARAÚJO LIMA, C.A.R.M. *Effect of temperature on the safest level of benzocaine as an anesthetic for juveniles of Colossoma macropomum*. World Aquaculture Society Annual Meeting. Orlando. USA, 2001.
- GOMES, L.C.; ROUBACH, R.; ARAÚJO LIMA, C.A.R.M. *Effect of density on survival and water quality for transporting Colossoma macropomum juveniles with CO<sub>2</sub> as an anesthetic*. World Aquaculture Society Annual Meeting. Orlando. USA, apresentado.
- ROUBACH, R.; LOURENÇO, J.N.P.; GOMES, L.C.; SIQUEIRA, J.B.; ARAÚJO LIMA, C.A.R.M. *Effect of feeding frequency on food consumption, growth and size variation of juvenile tambaqui*. World Aquaculture Society Annual Meeting. Pequim, China, apresentado, 2002.
- ARAÚJO LIMA, C.A.R.M.; MALTA, J.C.O.; JEFFERSON, R.G.; VARELLA, A.M.; GOMES, L.C.; ROUBACH, R. *Efeito da taxa de infestação de Monogeneoidea na resistência de juvenis*. SIMBRAQ, Goiânia, apresentado, 2002.
- GOMES, L.C.; ARAÚJO LIMA, C.A.R.M.; ROUBACH, R.; CHIPARI-GOMES, A.R.; LOPES, N.; URBINATI, E.C. *Effect of fish density during transportation on stress and mortality of juvenile tambaqui*. World Aquaculture Society Annual Meeting. Pequim, China, apresentado, 2002.
- ARAÚJO LIMA, C.A.R.M.; MARTINS JR.H.; ROUBACH, R. *Testing the effectiveness of stock-enhancement in the Amazon floodplain to increase Colossoma yield*. Large Rivers International Symposia. Enviado.







# Plantas aromáticas da Amazônia: propriedades inseticida, fungicida e usos na mediação do controle biológico

**Instituição executora:** *Museu Paraense Emílio Goeldi – MPEG*

**Instituição administrativa:** *Fundação de Amparo e Desenvolvimento da Pesquisa – Fadesp*

**Instituições colaboradoras:** *Universidade Federal do Pará – UFPA; Faculdade de Ciências Agrárias do Pará – FCAP; Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira – Ceplac*

**U.F. da instituição:** *Pará, PA*

**Coordenação:** *José Guilherme Maia*

**E-mail do coordenador:** *gmaia@museu-goeldi.br*

## Equipe

José Guilherme Maia; Léa Maria Carreira; Lênio José Faria; Pergentino José Sousa; Milton Guilherme Mota; Cléber N. Bastos; Antônio Euzébio Sant’Ana; Eloísa Helena Andrade; Milton Hélio L. da Silva; Carmen Célia C. da Conceição; Ana Carla M. da Silva; José Maria D. Gaia; Raimunda A. Pereira; Nelcy de Jesus Carvalho; Ferdinando C. do Nascimento; Bolsistas de IC (7), de mestrado (5) e de doutorado (1).

## Sumário

Dando continuidade às atividades executadas na primeira fase do Programa de Pesquisa Dirigida do PPG7, quando foi criado o Banco de Dados das Plantas Aromáticas da Amazônia, a equipe apresentou a proposta de projeto em questão, visando: (1) à comprovação da atividade biológica de vários óleos essenciais que foram previamente analisados; (2) à coleta de plantas aromáticas em

áreas específicas (campos naturais da Ilha de Marajó/PA, savanas e capoeiras pré-amazônicas/MA e cerrados da região do rio Araguaia/TO); (3) à publicação de livros, artigos científicos e informações técnicas tendo por base as plantas inseridas no banco de dados; (4) ao estabelecimento de um experimento agroflorestal com pimenta-de-macaco (*Piper aduncum* L.), cujo óleo essencial apresentou atividades inseticida, fungicida e bactericida.

## Metodologia

Para cada um dos objetivos propostos, adotou-se metodologia apropriada. Por exemplo, os bioensaios dos óleos essenciais com fungos e bactérias fitopatogênicas foram feitos com base no percentual de inibição de crescimento micelial e de germinação, usando-se discos de difusão em ágar e várias concentrações dos óleos testados. As atividades moluscicida e cercaricida foram feitas com

exposição de caramujos adultos a concentrações de 60 a 100 ppm dos óleos testados. A atividade larvicida foi conduzida com larvas de *Aedes aegypti* (4° instar), *Anopheles marajoara* (3° instar) e *Artemia salina* usando-se concentrações de 100 e 500 ppm dos óleos testados, para os dois primeiros e, de 1, 10, 100 e 1.000 ppm, para o último. As atividades inseticida e de repelência foram feitas em *hamsters*, usan-





*P. aduncum*

do-se gaiolas e concentrações de 10, 100, 500 e 1.000 ppm dos óleos testados, tendo etanol e dietiltoluamida) como controle. A atividade analgésica foi determinada pelos testes do ácido acético, indometacina e placa quente. A atividade antiinflamatória foi estabelecida pelo teste do edema de pata, induzido por dextrana. A atividade anticonvulsivante, testada para dois óleos, foi induzida por metrosol e PTZ. Os estudos de toxicidade aguda e subaguda de alguns óleos essenciais com atividade biológica foram conduzidos em ratos. A coleta de material botânico no campo utilizou metodologia tradicional em botânica, os óleos essenciais e aromas foram obtidos por hidrodestilação e arraste a vapor e analisados por cromatografia de gás, com ionização de chama (GC-FID) e com espectroscopia de massas (GC-MS), usando-se bibliotecas de substâncias-padrão. As técnicas de cultivo e de processamento para a pimenta-de-macaco (*Piper aduncum* L.) foram as mesmas usadas no trabalho de campo realizado com a pimenta-longa (*Piper hispidinervium*).

## Resultados esperados e resultados alcançados

Com respeito à comprovação da atividade biológica de óleos essenciais previamente ensaiados, um dos objetivos do projeto, os resultados mais satisfatórios foram obtidos com os óleos essenciais de espécies de *Piper*, que apresentaram atividades inseticida, fungicida, bactericida, larvicida e moluscicida. Em particular, os óleos de *Piper aduncum* e *P. marginatum*, tendo o primeiro um espectro mais amplo de ação e o segundo agindo mais como moluscicida/cercaricida. O óleo de *Aniba canelilla* apresentou atividade analgésica periférica. Os óleos de *Aeollanthus suaveolens* e *Aniba rosaeodora* apresentaram atividade anticonvulsivante. O óleo de *Piper aduncum* apresentou atividade antiinflamatória. O óleo de *P. marginatum* apresentou atividade antiespasmódica com ação seletiva em receptores muscarínicos e histaminérgicos da musculatura lisa ileal.

Quanto à coleta de plantas aromáticas em áreas específicas e obtenção e análise da composição química de seus óleos essenciais, foram realizadas 10 expedições aos campos de Marajó, às savanas e capoeiras pré-amazônicas e, aos cerrados da região do rio Araguaia, como previstas no projeto. Coletaram-se 554 espécimens aromáticas, obtiveram-se 598 óleos essenciais e aromas, todos analisados por GC-FID e GC-MS. O banco de dados das Plantas Aromáticas

da Amazônia foi estendido, tendo por base a coleta e análise desses novos espécimens. O banco de dados (ambiente *Windows/Access*) está hoje com 900 espécimens registrados e 350 por inserir, totalizando 1.250 entradas.

No que se refere à publicação de livros, artigos científicos e informações técnicas, tendo por base a coleta e análise de plantas, além do banco de dados, de janeiro de 2000 a setembro de 2002, foram publicados 18 artigos científicos em revistas internacionais, 6 artigos em revistas nacionais e 9 artigos aceitos que estão no prelo, tanto em revistas estrangeiras (7), quanto nacio-



*Murici*



nais (2) indexadas, totalizando 33 artigos produzidos pela equipe do projeto, em número acima dos 30 que foram previstos. Foram publicados 2 livros sobre óleos essenciais de plantas aromáticas (1) e aroma de flores da Amazônia (1). Dois outros livros – tecnologia de cultivo e processamento de pimenta-longa (1) e aroma de frutos da Amazônia (1) – estão em fase final de redação com lançamento previsto para o 1º semestre de 2003. Foram produzidos dois capítulos de livros que ainda se encontram em editoração. Foram apresentadas 68 comunicações de trabalhos científicos em diversos eventos científicos no país e no exterior. Foram feitos seminários de apresentação de resultados do projeto em Mato Grosso, Belém, João Pessoa, Recife, Manaus, Brasília e Lisboa.

Com respeito aos trabalhos realizados especificamente com pimenta-de-macaco (*Piper aduncum*), foram feitas expedições de coleta no Médio Amazonas, Manaus e arredores, sul e nordeste do Pará. O material coletado (44 matrizes com cerca de 20 clones de cada) foi utilizado para propagação, instalação de banco de germoplasma (campus da FCAP), ensaios de campo e laboratório, caracterização e avaliação de germoplasma e obtenção de cultivares para



*P. aduncum*

uso em sistema agroflorestral. Foram estabelecidos processos de germinação *in vivo* e *in vitro*, métodos de propagação vegetativa por enraizamento de estacas e micropropagação. Foi feito estudo da variação fenotípica encontrada nas populações naturais, por meio dos caracteres morfológicos, agrônômicos e fitoquímicos. Avaliou-se a variabilidade genética dos acessos no banco de germoplasma, por meio de marcadores moleculares (RAPD). Há dois anos (dois períodos de colheita), têm sido avaliados os acessos do banco de germoplasma quanto ao rendimento de óleo essencial e teor de dilapiol, visando à seleção de genótipos e à obtenção de cultivares para uso no futuro sistema de produção da planta.

## Treinamento/Capacitação

Foram treinados e capacitados técnicos (4) das instituições envolvidas no projeto; alunos (7) de iniciação científica por intermédio do Programa Pibic/CNPq; alunos (3) da UFPA com trabalhos de conclusão de curso; bolsistas (2) de apoio técnico do CNPq; alunos (5) de mestrado da UFPA e FCAP; aluno (1) de doutorado do MPEG e; bolsistas-mestres (3) de fomento tecnológico do MCT, todos engajados em projetos específicos, cujos temas contribuíram para a execução do projeto, totalizando 25 pessoas.



## Publicações

- LUZ, A.I.R.; SILVA, J.D. da; ZOGHBI, M.G.B.; ANDRADE, E.H.A.; SILVA, M.H.L. da; MAIA, J.G.S.; *Volatile constituents of brazilian Piperaceae*. Part 4. Essential oil composition of *Piper dactylostigium*, *P. plurinervosum* and *P. vitaceum*. Journal of Essential Oil Research, v.12, p.94-96, 2000.
- ANDRADE, E.H.A.; MAIA, J.G.S.; ZOGHBI, M.G.B. *Aroma volatile constituents of brazilian varieties of mango fruit*. Journal of Food Composition and Analysis, v.13, n.1, p.27-33, 2000.
- ANDRADE, E.H.A.; ZOGHBI, M.G.B.; MAIA, J.G.S. *The volatiles from flowers of Couroupita guianensis Aubl., Lecythis usitata Miers. var paraensis (Ducke) R. Kunth. and Eschweilera coriacea (A. P. DC.) Mori (Lecythidaceae)*. Journal of Essential Oil Research, v.12, p.163-166, 2000.



- MAIA, J.G.S.; ZOGHBI, M.G.B.; ANDRADE, E.H.A.; CARREIRA, L.M.M. *Volatiles from flowers of Thevetia peruviana (Pers.) K. Schum. and Allamanda cathartica Linn. (Apocynaceae)*. Journal of Essential Oil Research, v.12, p.322-324, 2000.
- ZOGHBI, M.G.B.; ANDRADE, E.H.A.; CARREIRA, L.M.M.; MAIA, J.G.S. *Volatile constituents of the flowers of Wulffia baccata (L. f.) Kuntze and Zinnia elegans Jacq. (Asteraceae)*. Journal of Essential Oil Research, v.12, p.415-417, 2000.
- MAIA, J.G.S.; ANDRADE, E.H.A. ZOGHBI, M.G.B. *Volatile constituents of the leaves, fruits and flowers of cashew (Anacardium occidentale L.)*. Journal of Food Composition and Analysis, v.13, p.227-232, 2000.
- MAIA, J.G.S.; ZOGHBI, M.G.B.; ANDRADE, E.H.A.; SILVA, M.H.L. da. *Essential oils from Conocarpus scoparioides (Cham. & Schltdl.) Benth.* Flavour and Fragrance Journal, v.15, p.413-414, 2000.
- MAIA, J.G.S.; ANDRADE, E.H.A.; ZOGHBI, M.G.B. *Óleos essenciais de lagarteira*. Horticultura Brasileira, v.18, p.940-942, 2000.
- MAIA, J.G.S.; ZOGHBI, M.G.B.; ANDRADE, E.H.A.; SILVA, M.H.L. da. *Óleos essenciais de vassourinha-do-brejo*. Horticultura Brasileira, v.18, p.942-944, 2000.
- ANDRADE, E.H.A.; ZOGHBI, M.G.B.; MAIA, J.G.S.; FABRICIUS, H.; MARX, F. *Chemical characterization of the pulp fruit of Annona squamosa L. occurring in the Amazon*. Part 4 in the series "Studies of Edible Amazonian Fruits". Journal Food Composition and Analysis (UK), v. 14, p. 227-232, 2001.
- ANDRADE, E.H.A.; MAIA, J.G.S.; ZOGHBI, M.G.B. *Volatiles from the leaves and flowers of Carapa guianensis Aub.* Journal of Essential Oil Research (USA), v. 13, p. 436-438, 2001.
- NAVARRO, V.R.; SETTE, I.M.F.; CUNHA, E. V. L. da; BARBOSA FILHO, J.M.; MAIA, J.G.S. *Alcalóides de Duguetia flagellaris Huber (Annonaceae)*. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais (Brasil), v. 3, p.23-29, 2001.
- ZOGHBI, M.G.B.; ANDRADE, E.H.A.; SILVA, M.H.L. da; MAIA, J.G.S.; LUZ, A.I.R.; SILVA, J.D. da. *Chemical variation in the essential oil of Hyptis crenata Pohl ex Benth.* Flavour & Fragrance Journal (UK), v. 17, p. 5-8, 2002.
- ZOGHBI, M.G.B.; ANDRADE, E.H.A.; SILVA, M.H.L. da; MAIA, J.G.S. *Volatile constituents from Lippia lupulina Cham.* Flavour & Fragrance Journal (UK), v. 17, p.29-31, 2002.
- MAIA, J.G.S.; SILVA, M.H.L. da; ANDRADE, E.H.A.; ZOGHBI, M.G.B.; CARREIRA, L. M.M. *Essential oils from Astronium fraxinifolium Schott ex Spreng. and A. urundeuva (Allemao) Engl.* Flavour & Fragrance Journal (UK), v. 17, p. 72-74, 2002.
- FECHINE, I. M.; NAVARRO, V.R.; CUNHA, E.V.L. da; SILVA, M.S.; MAIA, J.G.S.; BARBOSA FILHO, J.M. *Alkaloids and volatiles constituents from Duguetia flagellaris*. Biochemical and Systematic Ecology (UK), v. 30, p. 267-269, 2002.
- ZOGHBI, M.G.B.; ANDRADE, E.H.A.; MAIA, J.G.S. *Volatiles from Adenocalymma alliaceum Miers and Petiveria alliacea L., two medicinal herbs of the Amazon*. Flavour & Fragrance Journal (UK), v. 17, p. 133-135, 2002.
- MARX, F.; FABRICIUS, H.; ANDRADE, E.H.A.; ZOGHBI, M.G.B.; MAIA, J.G.S. *Chemical characterization of Endopleura uchi fruits*. Part 5 in the series "Studies of Edible Amazonian Fruits". Journal of European Food Research & Technology (Suíça), v. 214, p. 331-334, 2002.
- LUZ, A.I.R.; SILVA, J.D. da; ZOGHBI, M.G.B.; ANDRADE, E.H.A.; MAIA, J.G.S. *Essential oils from Aniba riparia (Nees) Mez.* Journal of Essential Oil Research (USA), v. 14, p. 218-219, 2002.
- ZOGHBI, M.G.B.; ANDRADE, E.H.A.; MAIA, J.G.S. *Composition of the essential oils from the leaves, wood, fruits and resin of Protium spruceanum (Benth.) Engl.* Journal of Essential Oil Research (USA), v. 14, p. 169-171, 2002.
- MAIA, J.G.S.; SILVA, M.H.L. da; ZOGHBI, M.G.B.; ANDRADE, E.H.A. *Composition of the essential oils of Conyza bonariensis (L.) Cronquist*. Journal of Essential Oil Research (USA), v. 14, p. 325-326, 2002.
- MOTA, M.G.C.; CONCEIÇÃO, C.C.C.; GAIA, J.M.D.; MAIA, J.G.S. *Variabilidade fenotípica para o rendimento em óleo essencial e teor de dilapiol em populações naturais de pimenta-de-macaco na Amazônia brasileira*. Horticultura Brasileira, v. 20, Suplemento 2, p., 2002
- FERREIRA, G.M.; MOTA, M.G.C.; MORAES, E.C.; CONCEIÇÃO, C.C.C.; RODRIGUES, V.L.F. *Germinação de sementes de pimenta-de-macaco*. Horticultura Brasileira, v. 20, Suplemento 2, p., 2002

- ZOGHBI, M.G.B.; ANDRADE, E.H.A.; SILVA, M.F.F.; MAIA, J.G.S. *Volatile constituents of the flowers of Encyclia vespa (Vell.) Dressler and Encyclia fragrans (Sw.) Lemée*. Acta Amazonica (Brasil), v. 32, p. 65-70, 2002.
- MAIA, J.G.S.; ZOGHBI, M.G.B.; ANDRADE, E.H.A. *Essential oils of Aeollanthus suaveolens Matt. ex K. Spreng*. Journal of Essential Oil Research (USA). No prelo.
- ANDRADE, E.H.A.; ZOGHBI, M.G.B.; MAIA, J.G.S. *Volatiles from Aniba terminalis Ducke*. Journal of Essential Oil Research (USA). No prelo.
- ZOGHBI, M.G.B.; ANDRADE, E.H.A.; CARREIRA, L.M.M.; MAIA, J.G.S. *Volatile constituents of the flowers of Dipteryx odorata (Aubl.) Willd.* Journal of Essential Oil Research (USA). No prelo.
- MAIA, J.G.S.; ZOGHBI, M.G.B.; ANDRADE, E.H.A.; SILVA, M.H.L. da; LUZ, A.I.R.; SILVA, J. D. da. *Essential oils composition of Eupatorium species growing wild in the Amazon*. Biochemical & Systematics Ecology (UK). No prelo.
- ZOGHBI, M.G.B.; SILVA, M.H. L. da; ANDRADE, E.H.A.; MAIA, J.G.S.; AMASIFÉN, J. M.R.; ROJAS, U.M. *Chemical variation in the essential oil of Hyptis mutabilis (Rich.) Briq.* Journal of Essential Oil Research (USA). No prelo.
- ZOGHBI, M.G.B.; ANDRADE, E.H.A.; MAIA, J.G.S. *Volatile constituents from fruits and flowers of Pachira aquatica Aubl.* Journal of Essential Oil Research (USA). No prelo.
- TAVEIRA, E.S.N.; LIMA, W.N.; ANDRADE, E.H.A.; MAIA, J.G.S. *Seasonal essential oil variation of Aniba canelilla*. Biochemical Systematics & Ecology (UK); 2002.
- LUZ, A.I.R.; ZOGHBI, M.G.B.; MAIA, J.G.S. *Essential oils of Piper reticulatum L. and P. crassinervium H. B. K.* Acta Amazonica (Brasil). No prelo.
- FECHINE, I.M.; NAVARRO, V.R.; CUNHA, E.V.L. da; SILVA, M.S.; BARBOSA FILHO, J.M.; MAIA, J.G.S. *Alcalóides de Duguetia trunciflora Maas (Annonaceae)*. Revista Brasileira de Farmacognosia (Brasil). No prelo.
- ANDRADE, E.H.A.; RIBEIRO, A.F.; SILVA, M.H.L. da; ZOGHBI, M.G.B.; MAIA, J.G.S. *Plantas medicinais aromáticas usadas pela população ribeirinha de Caxiuanã*. In: "Caxiuanã" (org. P.L.B. Lisboa). Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém. No prelo.
- ANDRADE, E.H.A.; ZOGHBI, M.G.B.; OLIVEIRA, J & MAIA, J.G.S. *Constituintes voláteis de Annonaceae com ocorrência na área do Mocambo*. In: "Mocambo" (org. M.Martins), Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém. No prelo.

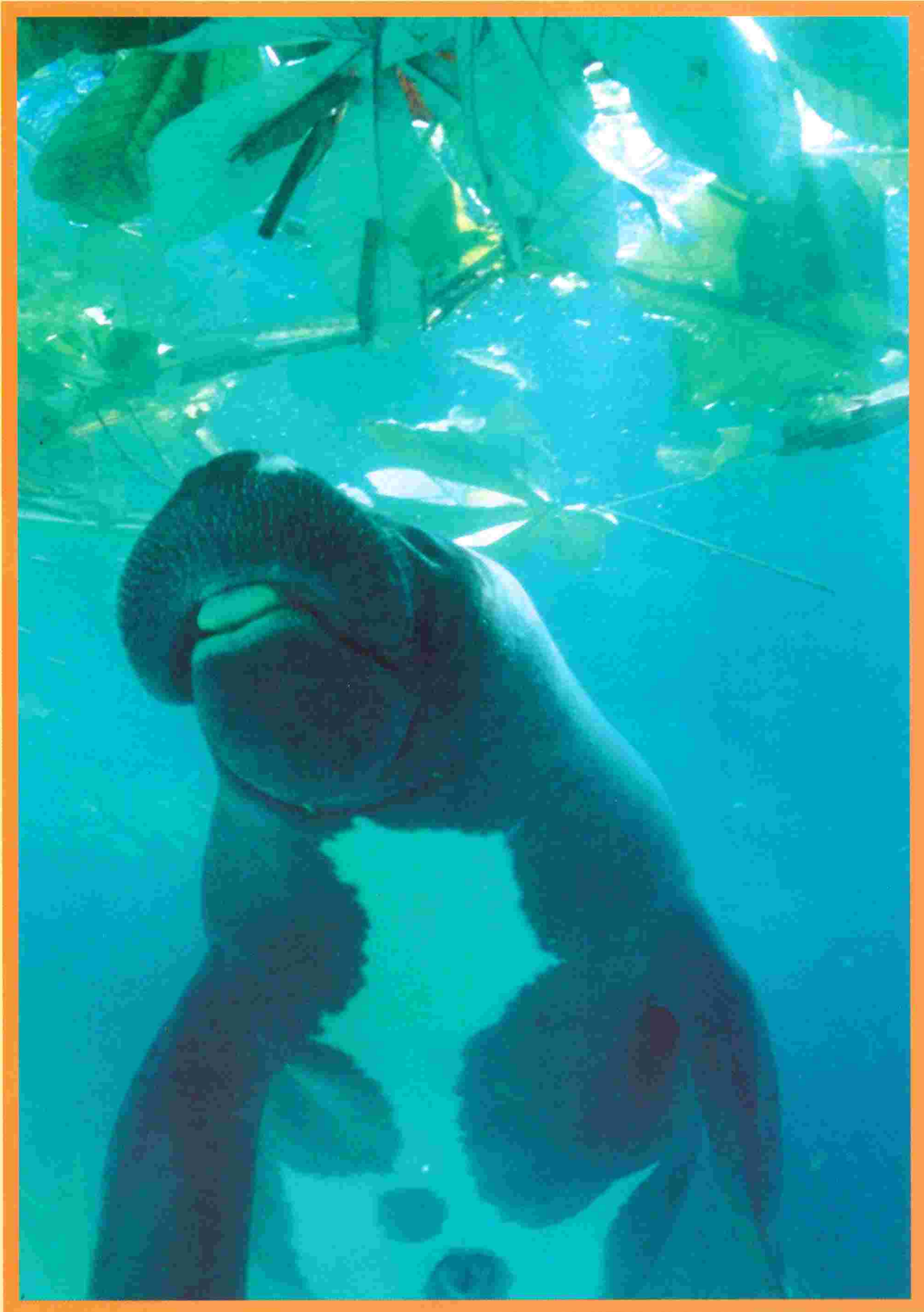
## Livros

- MAIA, J.G.S.; ZOGHBI, M.G.B.; ANDRADE, E.H.A. 2001. *Plantas aromáticas na Amazônia e seus óleos essenciais*. Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, PA, janeiro de 2002.
- ZOGHBI, M.G.B.; ANDRADE, E.H.A.; MAIA, J.G.S. *Aroma de flores na Amazônia*. Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, PA, janeiro de 2002.
- ANDRADE, E.H.A.; ZOGHBI, M.G.B.; MAIA, J.G.S. *Aroma de frutos da Amazônia*. Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém. Em fase final de redação. Previsto para janeiro/fevereiro de 2003.
- MAIA, J.G.S.; SILVA, M.H.L.da *Tecnologias de cultivo e de beneficiamento de pimenta-longa (Piper hispidinervium C.DC.), planta produtora de óleo essencial rico em safrol*. Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém. Em fase final de redação. Previsto para janeiro/fevereiro de 2003.



*Couroupita guianensis*





# Conservação e manejo do peixe-boi da Amazônia (*Trichechus inunguis*) em cativeiro

**Instituições:** Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – Inpa  
Laboratório de Mamíferos Aquáticos – LMA

**U.F. da instituição:** Amazonas, AM

**Coordenação:** Vera M. F. da Silva

**E-mail da coordenadora:** [tucuxi@inpa.gov.br](mailto:tucuxi@inpa.gov.br)

## Equipe

Fernando C. W. Rosas; Cláudio Alvarenga de Oliveira; Renata S. Sousa-Lima Mobley; José Anselmo D’Affonseca Neto; Andréa Martins Cantanhede; Cláudia Oliveira Nascimento; Fernanda Rosa Rodrigues; Gália Ely Mattos; Márcia Picanço; Stella Maris Lazzarini; Maria Nazareth F. da Silva; José Alves Gomes; Hedylamar Oliveira Marques; Jean Carlos Ramos Silva; Fernanda R. Silva.

## Sumário

Dois dos objetivos do projeto são a reabilitação de filhotes órfãos resultantes da caça ilegal e o desenvolvimento de estudos sobre a biologia reprodutiva, fisiológica, nutricional e do comportamento de peixes-bois em cativeiro, com o intuito de obter subsídios para a conservação.

Durante o período de apoio do PPG7, obteve-se a concepção e o nascimento em cativeiro de três filhotes e o primeiro evento de adoção de dois filhotes órfãos por uma fêmea cativa. Determinaram-se a duração da gestação e o período de amamentação. Determinaram-se as variações hormonais dos animais adultos por técnicas não invasivas, para verificar os períodos estrais em fêmeas e, paralelamente, a variação hormonal em machos. Estudos anatômicos e histológicos do aparelho reprodutor de fêmeas em diferentes idades foram desenvolvidos. Estudos nutricionais, preferências alimentares e dietas artificiais para manutenção em cativeiro de filhotes lactentes, durante o desmame, e de

adultos foram efetuados. Cerca de 20 itens alimentares foram testados quanto à aceitação, à disponibilidade e ao custo. Padrões dos níveis de normalidade de parâmetros bioquímicos e hematológicos foram desenvolvidos entre classes etárias e entre machos e fêmeas. Para o estabelecimento das curvas de crescimento e da idade de maturidade sexual da espécie, coletaram-se, em intervalos regulares, dados biométricos de todos os animais do plantel. Estudos do comportamento reprodutivo e social foram desenvolvidos utilizando-se técnicas de bioacústica e de observação focal. Estudos da variabilidade genética dessa espécie na região foram efetuados utilizando-se técnicas de genética molecular.

De posse dessas informações, pretende-se iniciar um programa de reintrodução desses animais criados em cativeiro, em áreas naturais e protegidas, visando à conservação dessa espécie endêmica da Amazônia e cujo *status* de conservação encontra-se ainda na categoria de ameaçada.

## Introdução

O peixe-boi da Amazônia é o único sirênia de água doce, cujas principais ameaças para a extinção são a caça desordenada, a baixa capacidade reprodutiva e a perda de *habitat*. Embora

protegido por lei e classificado como espécie vulnerável pela IUCN e Ibama, esse animal ainda é objeto da caça de subsistência e da caça ilegal pela carne, bastante apreciada pela população amazônica. Na Amazônia, ocorre uma das





Figura 1

## Materiais e Métodos

**Nutrição** – A manutenção do peixe-boi em cativeiro é bastante onerosa e requer um manejo intenso. A obtenção de plantas aquáticas variadas e de boa qualidade ao longo do ano é impraticável e torna-se necessário elaborar dietas de baixo custo e de alto valor nutritivo para serem oferecidas aos animais jovens e adultos em cativeiro. Para isso, testaram-se diferentes plantas cultivadas e da natureza, verificando-se a aceitação das mesmas pelos animais, o valor nutritivo de cada uma delas, as épocas de disponibilidade na região e o custo.

**Saúde** – Os animais que chegam ao LMA geralmente são filhotes, estão muito estressados, apresentando diferentes deficiências nutricionais e problemas clínicos diversos. Para se avaliar o

estado de saúde desses animais, é necessário comparar os valores sanguíneos, o peso e as condições gerais com valores normais da espécie. Para isso, foram feitas coletas periódicas ( $n=58$ ) de sangue dos machos e coletas de sangue ( $n=30$ ) de fêmeas saudáveis, de diferentes idades, em cativeiro, e analisados os parâmetros bioquímicos e hematológicos para elaboração de uma tabela de padrão de normalidade, para a espécie. Alíquotas de soro e plasma foram congelados para outras análises, como por exemplo, diagnóstico de doenças infecciosas e hormônios. Os animais foram pesados e medidos regularmente (Figura 2) para a avaliação das taxas de crescimento de jovens e adultos, de filhotes amamentados pela mãe e de filhotes alimentados com dieta artificial.



Figura 2

**Reprodução** – Com a melhoria da dieta e da saúde dos animais no Inpa, verificou-se um aumento nas atividades de cópula. Os animais adultos foram manejados de forma que em cada um dos tanques estivesse um grupo de animais compatíveis. Foram iniciadas coletas regulares de sangue e bissemanal de fezes para determinação do perfil endócrino dos hormônios sexuais, visando determinar o ciclo estral das fêmeas e como a produção de testosterona varia nos machos em contato com essas fêmeas em cativeiro. O diagnóstico precoce da gravidez é uma informação importante no manejo e no sucesso para a conservação da espécie. Para isso, verificou-se o potencial do uso do ultra-som em peixes-bois.

**Comportamento** – Estudos do comportamento visual dos filhotes e pares mãe/filhote foram desenvolvidos tanto para os filhotes nascidos em cativeiro quanto para aqueles adotados, até o

desmame. Planilha específica para esse fim foi elaborada. A frequência respiratória, contato mãe/filhote, amamentação, alimentação e descanso foram os principais parâmetros comportamentais registrados.

**Estudos genéticos moleculares** – Com o aumento do número de filhotes que chegam ao LMA e CPPMA todos os anos, e o sucesso na recuperação dos mesmos, ficou clara a necessidade de soltura reintrodução dos animais jovens e subadultos na natureza. No entanto, antes disso era necessário verificar a variabilidade genética da população do peixe-boi ao longo da distribuição e a escolha de áreas adequadas para a soltura. Técnicas moleculares foram utilizadas com amostras de tecido de 68 peixes-bois provenientes de seis diferentes áreas da Amazônia, incluindo os animais em cativeiro no LMA e no CPPMA.

## Resultados

**Nutrição** – Um total de 22 plantas cultivadas e seis da natureza foram testadas sozinhas e combinadas, em peixes-bois jovens e adultos em cativeiro no LMA, sendo todas elas aceitas. Esses alimentos foram divididos em grupos, de acordo com seus principais componentes nutricionais (lipídeos, carboidratos, fibras), e verificados os teores de vitaminas e sais minerais. Foram elaboradas dietas com fornecimento de pelo menos uma planta de cada grupo, conforme a disponibilidade e o custo no mercado local. Verificou-se que as taxas de crescimento, durante os experimentos, foram significativas e que nenhum dos animais perdeu peso no período. As tabelas de alimento elaboradas estão sendo utilizadas na elaboração das dietas e no fornecimento do alimento dos animais em cativeiro com resultados positivos.

**Saúde** – Um total de 28 filhotes foi recebido pelo LMA. Desses, 13 foram reabilitados e mantidos no plantel do Inpa e 15 vieram a óbito. No CPPMA, um total de 23 animais foi recebido e 17, reabilitado. Os principais casos clínicos registrados (n=80) foram: I – Abscesso (17,5%), II – Inanição (17,5%), III – Ferimentos/traumas (21%), IV – Septicemia (9%), V – Papilomatose (6,3%), VI – Micoses (4%), VII – Timpanismo (11%), VIII – Corrimento nasal (2,5%), IX – Intoxicação alimentar (1,3%), X – Onfalite (1,3%), XI – Fecaloma (5%), XII – Hipotermia (2,4%), XIII – Osteomielite (2,5%), XIV – Parasitismos (1,2%) (Figura 3).

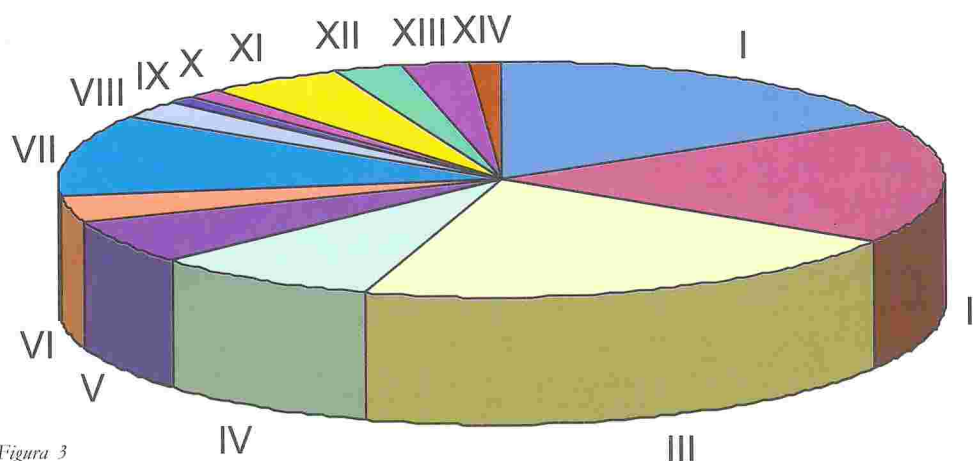


Figura 3





Amostras de sangue, de um total de 26 peixes-bois, foram analisadas e verificou-se que existem diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) de eritrócitos, hemoglobina e hematócrito entre machos e fêmeas nas categorias de jovens e adultos, mas não houve diferenças significativas na categoria de filhotes.

**Reprodução** – Com a melhoria do estado nutricional e da saúde dos animais mantidos em cativeiro no LMA, foram obtidos três concepções e nascimentos de peixes-bois em cativeiro durante as duas etapas do PPG7. Os dois primeiros nascimentos foram da mesma fêmea, Boo, sendo que, na segunda gravidez, o filhote foi natimorto. O terceiro evento foi da fêmea Tukano: o filhote, Tuã, encontra-se hoje com 10 meses. A duração da gestação foi estimada, tanto pelo intervalo entre o final do período de lactação e o nascimento do segundo filhote da Boo, quanto pelo perfil hormonal no sangue dessas duas fêmeas, como sendo de 334 dias. A lactação do primeiro filhote (Erê) durou cerca de dois anos. O Tuã ainda está sendo amamentado. Verificou-se que o tamanho de nascimento e a taxa de crescimento do filhote de peixe-boi variam muito entre indivíduos, confirmando que o comprimento não é um parâmetro adequado para determinação de idade.

**Comportamento** – O estudo da vocalização dos peixes-bois revelou que os sons nessa espécie têm função de localização, e que cada animal apresentou um padrão vocal próprio, no qual fêmeas vocalizam um tom mais agudo que os machos, mas não existem diferenças entre classes etárias; existe uma correlação negativa entre os valores mínimos e máximos das frequências e o tamanho do animal, sugerindo que o som se define ao longo do desenvolvimento; o ritmo de vocalização aumenta proporcionalmente ao nível de atividade.

**Estudos genéticos moleculares** – Estimularam-se a variabilidade genética e a associação com a distribuição geográfica utilizando a região controle do DNA mitocondrial. Um total de 364 pares de bases e 36 haplótipos foi encontrado. A diversidade haplótica foi relativamente alta ( $h = 0,909$ ). AMOVA revelou que a maior parte da variabilidade genética (93,86%) é explicada por variações dos haplótipos dentro das áreas e a estimativa de fluxo gênico é grande com  $M$  (migrantes/geração) variando de 3.00 a 13.133. Não se verificou, nas análises filogenéticas, nenhuma estruturação geográfica dos haplótipos, ou seja, a população de peixes-bois é geneticamente homogênea.

## Treinamento/Capacitação

Zêia Maria Rodriguez Chacón, *Características alimentares e nutricionais do peixe-boi da Amazônia, Trichechus inunguis (Mammalia, Sirenia), em condições de cativeiro*. 2001. Tese de doutorado. Universidade do Amazonas – UA/ Inpa, Curso de Biologia de Água Doce e Pesca Interior (BADPI). 170pp.

Fernanda Rosa Rodrigues, *Características anatômicas e histológicas do aparelho reprodutivo de fêmeas de Trichechus inunguis (Sirenia, Mammalia) (Naterer, 1883)*. 2002. Dissertação de mestrado. Universidade do Amazonas – UA/Inpa, Curso de Biologia de Água Doce e Pesca Interior (BADPI).114pp.

Andréa Martins Cantanhede, *Filogeografia de Trichechus inunguis (Mammalia, Sirenia) da Amazônia Brasileira*. 2002. Dissertação de mestrado. Universidade do Amazonas – UA/ Inpa, Curso de Biologia de Água Doce e Pesca Interior (BADPI). 82pp.

Dagoberto Pinder Albuquerque Jr. – Curso de Biologia de Água Doce e Pesca Interior (BADPI). *Determinação de idade e crescimento do peixe-boi Amazônico Trichechus inunguis*. (Em andamento).

Carla Soares da Rocha. Estudante do Curso de Ciências Biológicas das Faculdades Objetivo /Icesam. Bolsista do Programa PET. SubProjeto *Observação comportamental de dois filhotes de peixes-bois (Trichechus inunguis), adotados por uma fêmea lactante cativa, no Inpa*. (Em andamento).

Márcia Munick Mendes Cabral, estudante do Curso de Ciências Biológicas das Faculdades Objetivo /Icesam. Iniciação científica. SubProjeto *Elaboração de dietas para o peixe-boi (Trichechus inunguis), visando baixos custos de manutenção* (Em andamento).

Heyde M. Giraldi Biagiotti – Estagiária voluntária.

### Técnicos

Nildon A. Pinto Atalino

João de Souza Pena

Raimundo Manoel da Silva



Peixe-boi





# Domesticação de germoplasma de camu-camu – *Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh – para uso em agroindústria na Amazônia

**Instituição:** Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – Inpa

**U.F. da instituição:** Amazonas, AM

**Coordenação:** Kaoru Yuyama

**E-mail do coordenador:** kyuyama@inpa.gov.br

## Equipe

Newton S. Falcão; Lúcia K. O. Yuyama; Jaime P. L. Aguiar; Ires P. A. Miranda; Luiz A. Oliveira; Charles R. Clement; Danilo F. Silva Filho; Elionor Almeida; Aldenir C. Caetano; Jaime C. Alves; Suely S. Costa; Warwick E. Kerr; Gislene Carvalho; Joana D'Arc Ribeiro; Edelcílio M. Barbosa; Guilherme J. A. Caliri; Cláudia M. Sousa; Marcicleide L. Silva; Samuel C. Santana; Bianca G. Pereira; Elaine C. C. Sousa; Nalu B. Mendes; Lena S. Chaves; Andréia F. Castro; Luciana P. Silva; Ronaldo J. O. Almeida; Thiago de C. Falcão; Lyana S. Jardim; Raimunda F. Almeida.

## Sumário

Neste projeto, foram coletados 150 novos acessos de camu-camu provenientes de diferentes rios: Uatumã (29), Negro (5), Javari (5), Aracá (5), do Estado do Amazonas; Cauamé (14), Uraricoera (2), Urubu (29), Branco (4), Arraia (8), do Estado de Roraima; Candeias (11), Jarú (4), Jamari (3), Machado (5), Madeira (3), Urupá (2), do Estado de Rondônia; Trombeta (3) e Tocantins (2), do Estado do Pará; Jari (11), do Estado do Amapá; Pirara (4), da Guiana Inglesa; Iquitos (1), do Peru, consolidando assim o banco ativo de germoplasma de camu-camu (BAGC). Foram avaliadas 25 progênies do BAGC quanto à fenologia, resistência a pragas, arquitetura da planta, produtividade em cultivo de terra-firme (Caliri, 2002 e Sousa, 2002) e selecionadas oito matrizes para multiplicação vegetativa, assim como 10 plantas altamente produtivas, com arquitetura ideal para o cultivo em terra-firme na Fazenda Yuricam. A análise de ácido ascórbico revelou que, nas plantas silvestres, a variação foi de 6.100 (Yuyama *et al.*, 2002) a 934 mg/100 g de polpa (Yuyama *et al.*, 2001) e, nas plantas cultivadas em terra-firme, a variação foi de 3.465 a 1.091 mg/100 g de polpa. A melhor for-

ma de propagação vegetativa pelo método de estaquia foi o de estacas com diâmetro superior a 8 mm e retirada do ramo proveniente da base da planta < 10 cm (Pereira, 2002; Pereira & Yuyama, 2002). A emergência da semente de camu-camu foi realizada de duas formas: a) em sacos plásticos à temperatura ambiente (23-35°C), após a retirada da polpa, lavagem e eliminação da água remanescente, cuja germinação ocorreu após 15 a 27 dias; b) forma tradicional, em sementeira, utilizando substrato de serapagem e cobertura plástica (formato miniestufa), 90% das sementes estavam germinadas no intervalo de 20-30 dias. O espaçamento para o cultivo de camu-camu em terra-firme, com melhor formação da copa foi de 2 m x 5 m com duas a três plantas por cova. A fórmula de adubação 270-180-240 kg/ha de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O (N e K<sub>2</sub>O parcelado em três vezes), com 2 t/ha de calcário dolomítico e 5 kg/ha de FTE Br12, proporcionou maior desenvolvimento de camu-camu em terra-firme. O ideotipo de planta de camu-camu é do tipo cônica. A introdução de abelhas sem ferrão "jandaira" (*Melipona rufiventris paraensis*), no pomar de camu-camu, redundou no aumento da produção de fruto.





## Introdução

Fruteira amazônica, perfeitamente adaptada à região, é o camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh, Myrtaceae), também conhecido como araquá-d'água, caçari, sarão, marajá ou azedinha, cujo grande potencial é como fonte de ácido ascórbico, cerca de 3g/100g de polpa. A polpa tem um sabor novo, de coloração rósea, muito suave, rica em vitamina C, o que atrai os novos investidores do ramo de bebidas, cosméticos, fármacos e conservantes. Apesar da grande demanda de polpa de camu-camu, ainda não existe pomar comercial de frutos, por falta de recursos financeiros para produtores e de material melhorado, bem como pela carência de tecnologia para o cultivo em terra-firme. O cultivo de camu-camu em terra-firme apresenta algumas vantagens sobre as plantas naturais como produção ao longo dos anos, colheita na época certa (com valor mais alto de vitamina C) e controle de nutrientes e fenologia da

planta, por meio de adubação. Assim sendo, foram propostos: a) coleta e preservação de material genético, avaliação e caracterização (morfológica e enzimática) do material genético existente no banco; b) análise de valor nutricional e vitamínico; c) melhoramento genético; d) sistema de cultivo (produção de mudas, adubação, calagem, controle fitossanitário); e) aspecto fisiológico da planta cultivada; f) efeito de introdução de abelhas; g) tecnologia de alimentos (geléia, licor, doce, vinho etc.). O desenvolvimento de tecnologias de cultivo foi realizado em parceria com os produtores. Outro mecanismo de transferência de tecnologia foi por meio do cultivo experimental realizado no colégio agrícola com orientação de alunos de graduação e pós-graduação. Dessa maneira, os resultados preliminares do presente projeto permitem auxiliar os agricultores rurais, microempresas e agroindústrias para o desenvolvimento da fruticultura tropical.

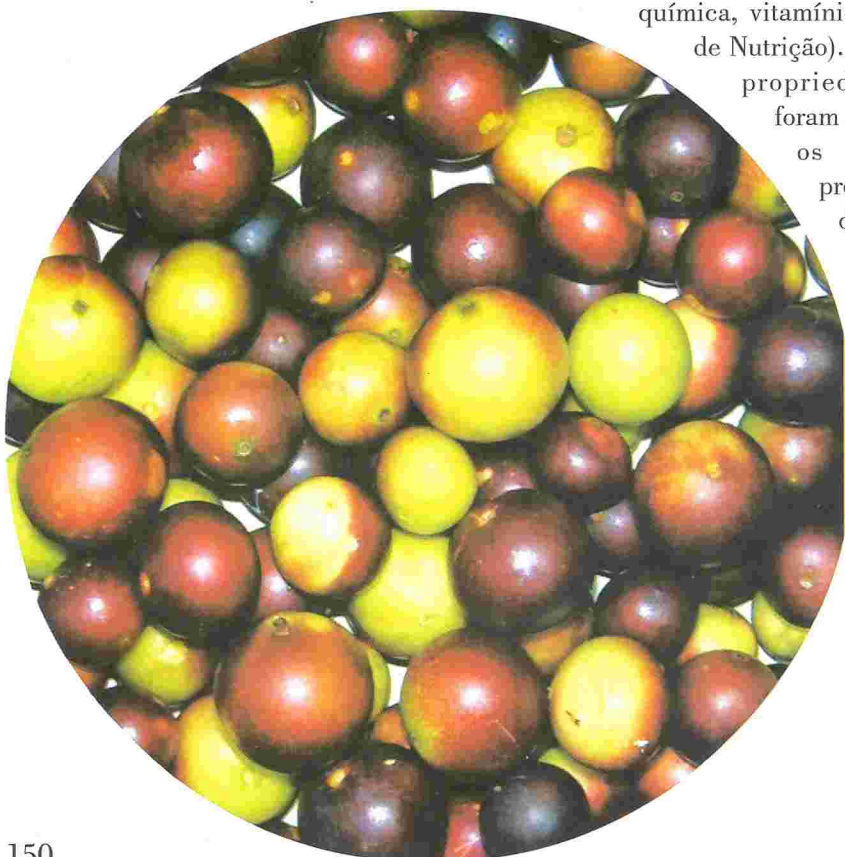
## Metodologia

Para a domesticação de uma espécie silvestre, é necessário um programa de melhoramento genético e agrônômico (ambiental), com objetivos muito claros e continuidade de pesquisa de longa duração.

A) Melhoramento genético: são necessários uma base genética ampla e estudo de biologia floral.

Para aumentar a base genética, foi realizada coleta de germoplasma no período entre novembro e abril. O banco de germoplasma instalado na Estação Experimental do Inpa (contendo 53 acessos) foi

caracterizado e avaliado (produção e análise físico-química, vitamínica e nutricional no Laboratório de Nutrição). Os germoplasmas plantados em propriedades de empresas privadas foram avaliados e selecionados, sendo os clones mais precoces e produtivos pelo método de seleção de plantas individuais. As questões da viabilidade, do armazenamento e da variabilidade do pólen foram avaliadas pela equipe de palinologia para uso em hibridação.



B) Melhoria ambiental: é necessário desenvolver técnicas de manejo e tratamentos culturais adaptados às condições da terra-firme. Aprimorar a produção de mudas e o método para uniformização de emergência. Produção de mudas por meio de estaquia utilizando hormônios (ANA e IBA). Formação de copa por meio do maior número de mudas por cova. Ensaio de adubação com uso de diferentes fórmulas de NPK, durante cinco anos. Os solos de diferentes áreas de ocorrência foram analisados. A eficiência da produtividade dos frutos, em função da polinização natural ou por meio de insetos, foi avaliada quando da introdução de abelhas na área do produtor. Produtos obtidos de forma convencional (geléias e sorvete) foram avaliados utilizando testes organolépticos, envolvendo pessoas de formações diferentes. Há necessidade de uma avaliação em maior escala.

## Resultados esperados e resultados alcançados

### Esperados

- Formação e caracterização do BGC em solo de terra-firme.
- Caracterização do *habitat* natural (solos, coloração da água, acidez, tamanho do fruto e maturação).
- Variabilidade das plântulas, posição, coloração e forma da folha.
- Teor de ácido ascórbico em frutos de plantas naturais e cultivadas.
- Obtenção de germoplasma e clones de alta produtividade.
- Conservação da semente e uniformização da emergência.
- Técnicas de produção de mudas com estacas.
- Cultivo e manejo das plantas em terra-firme.
- Determinação do nível ótimo para adubação em terra-firme.
- Introdução de abelhas sem ferrão no pomar.
- Desenvolvimento de alguns produtos à base de polpa de camu-camu.





## Alcançados

- O BAGC está com 150 novos acessos provenientes de diferentes rios: Uatumã, Negro, Javari, Aracá, do Estado do Amazonas; Cauamé, Uraricoera, Urubu, Branco, Arraia, Candeias, Jarú, Jamari, Machado, Madeira, Urupá, Trombeta e Tocantins, Jari, rio Pirara e Iquitos, Peru. Ainda, conta com um plantio de 1,5 ha de pomar de camu-camu formado com material de Iquitos em plena produção, bem como material introduzido em 1998, com mais de 20 anos de cultivo em terra-firme.
- O camu-camu ocorre em diversos tipos de solo (areia, pedreiras, limoso, cascalhado, latossolo, argissolo, hidromórfico etc.) e ambientes (floresta amazônica, cerrado e campos) e como resposta possuem grande plasticidade de adaptação. Foram caracterizados, no BABC, fenologia, pragas e doenças, produtividade, ácido ascórbico, pH e sólido solúvel em 25 acessos.
- O camu-camu apresenta diferença quanto ao formato, à coloração e disposição das folhas (opostas, alternas e trifoliólo), à coloração de brotos, à arquitetura da planta (paralelo, taça e cônica) e ao tamanho dos frutos e sementes.
- O ácido ascórbico no fruto de camu-camu pode variar de acordo com o ambiente onde foi gerado o fruto, de ano para ano, de acordo com o nutriente, com o nível d'água, a adubação, a maturação etc., sendo mais importante o ponto de colheita dos frutos.

- Na avaliação entre e dentro de progênes de camu-camu, foram selecionados 20 progênes e 33 plantas individuais, baseados na produção e arquitetura da planta.

- A uniformização da germinação de semente de camu-camu foi obtida por meio da utilização de sacos plásticos em temperatura ambiente (25°C a 40°C), logo após o despulpamento e enxágüe em água. O armazenamento de semente, durante o período de 6 meses, pode ser realizado em um recipiente com renovação constante de água ou em um balde com troca de água a cada 3 dias.

- Para a formação de mudas de camu-camu por meio de estaquia utilizando diversos tipos de substrato, formas de indução, hormônios, tipos de estacas e posição de ramos na planta, as que apresentaram melhores resultados foram a estacas > 8mm e a retirada de ramo proveniente da base da planta.

- O melhor desempenho do camu-camu em terra-firme foi obtido por meio da utilização da adubação com a fórmula 270-180-240 kg/ha de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O, sendo o N e K<sub>2</sub>O parcelados em três vezes, com 2 t de calcário dolomítico e 5 kg/ha de FTE BR12.

- A introdução de abelha sem ferrão "jandaira" (*Melípona rufiventris paraensis*) melhorou a produção de frutos de camu-camu.

- O sorvete com 560 mg de vitamina C e a geléia com concentrações superiores a 710 mg de vitamina C por 100 g de produto, demonstram a característica marcante da vitamina C do camu-camu que é a estabilidade, mesmo submetida a diferentes tipos de processamento e temperatura.

## Treinamento/Capacitação

- Orientação de bolsistas de Pibic/Inpa (5) e do IEL (4) da área de ciências agrárias, florestais, computação e estatística, da Ufam e da Utam.
- Orientação de monografia de graduação da aluna de Ciências Agrárias da Ufam (1) em propagação vegetativa.
- Orientação do aluno de pós-graduação em Botânica, nível de mestrado (2), em Propagação Vegetativa; Ciências Florestais, nível de mestrado (2), do convênio Inpa/Ufam, em caracterização fenológica, agrônômica e nutricional do BAGC; em agroflorestal do UFAM, nível de mestrado (1), em armazenamento e emergência dasemente e em biologia molecular do Ufam, nível de doutorado (1), em formação de biblioteca do ácido ascórbico em camu-camu.

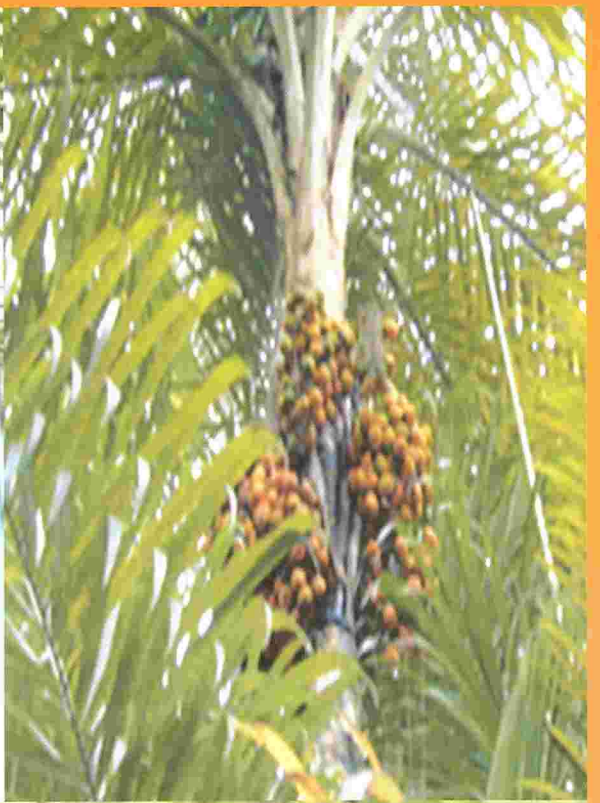
## Disseminação

- Orientação para agricultores e empresários (34) e fornecimento de sementes.
- Realização de quatro palestras: (1) Universidade de Roraima; (1) AmazonTech; (1) Seminário Internacional *Plantas Amazônica: oportunidades econômicas e sustentáveis*; e (1) Simpósio Regional *Amazônia: realidade nutricional x recursos naturais*.
- Realização de quatro entrevistas nos jornais (*A Crítica*, *Amazonas em Tempo*, *Gazeta Mercantil*, *PPG-7*) e na TV (*TV Cultura* e *AmazonSat*).
- Realização de entrevista coletiva para jornalista regional e palestra no 48º Aniversário do Inpa, sobre camu-camu de 6.100 mg de ácido ascórbico/100 g de polpa.

### Publicação de trabalhos

Em revistas científicas (2), aceitos (3) e enviados (5);  
Capítulos de livro (2);  
Dissertações concluídas (4), em andamento (2) e tese em andamento (1);  
Monografia de graduação (1);  
Resumos expandidos ou anais completos (7);  
Resumos publicados em anais, encontros, simpósios, congressos etc. (13).





# Caracterização, processamento e utilização da pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth), do açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) e do cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal)

**Instituição:** Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

**U.F. da instituição:** Amazonas, AM

**Coordenação:** Lúcia Kiyoko Ozaki Yuyama

**E-mail da coordenadora:** yuyama@inpa.gov.br

## Equipe

Lúcia K. O. Yuyama; Fernando H. Alencar; Jaime P. L. Aguiar; Maria L. Ferreirinho; Helyde A. Marinho; José Augusto A. Oliveira; Kaoru Yuyama; Charles Clement; Danilo S. Filho; Hirochi Noda; Benildo Souza Cavada; Maria de Jesus Coutinho Varejão; Teresa M. F. Bessa; Vânia M. O. de Câmara Lima; Cyntia Lins Falcone Pontes; Jadir de Souza Rocha; Nilson Aguiar de Carvalho; Hélio Vannucchi; Sílvia M. F. Cozzolino; Sabria Aued Pimentel; Miriam Solange Fernandes Caruso.

## Sumário

A presente proposta visou gerar e repassar informações técnicas sobre o comportamento agrônomo, terapêutico, econômico, nutricional e viabilidade tecnológica da pupunha, do açaí e do cubiu. Uma das principais limitações da farinha de pupunha como fonte de pró-vitamina A tem sido a degradação de pigmentos. Entretanto, as embalagens plásticas de polietileno, saco plástico preto e lata de estanho asseguram bons resultados em relação à estabilidade dos pigmentos carotenóides em diferentes condições de armazenamento (temperatura ambiente, refrigeração e congelamento) por um período de seis meses. Os resultados relativos à microbiota fúngica natural (ocorrência de aflatoxinas B1 e G1) e às bactérias revelaram-se negativos nas diferentes amostras analisadas. A pró-vitamina A, presente na farinha de pupunha, revelou-se efetiva no aumento das concentrações séricas de retinol e  $\beta$ -caroteno, em pré-escolares, sendo essa fonte biodisponível e capaz de reverter um quadro carencial de vitamina A. Da pupunheira, ainda se aproveitou o

estipe para fins de confecção de móveis (mesa e cadeira), instrumentos musicais de percussão como tambores e flautas, assim como pequenos objetos de excelente qualidade e beleza. Outra espécie estudada e de importância econômica para a Amazônia foi o açaí. Entretanto, os frutos de diferentes procedências utilizados para fabricação de sucos apresentaram precárias condições de higiene, sendo o referido quadro revertido por meio da irradiação (2 kilogray) e/ou fervura por um minuto. O açaí caracteriza-se por conter altos teores de antocianina, energia e fibra alimentar. No entanto, a concentração de ferro (0,2 mg a 1,2 mg) é pouco expressivo além de não ser biodisponível, fato comprovado em ensaios biológicos tanto em animais como em humanos (pré-escolares). O cubiu tem sido objeto de investigação agrônoma e etnobotânica para o resgate de sua importância como alimento. As diferentes etnovarietades analisadas têm demonstrado ser o cubiu um fruto altamente dietético pelo elevado teor de umidade e fibra alimentar, baixa concentração de lipídios, glicídios e energia. Em relação a ele-



mentos minerais, constatou-se grande variabilidade nas concentrações, sobressaindo-se o potássio. Dos atributos do cubiu, destacam-se a acidez e a presença de pectina, o que beneficiou a formulação natural de geléias convencional e diet. A ação hipoglicemiante desse fruto foi confirmada (em ratos), no presente estudo, necessi-

tando ainda de investigações complementares. Espera-se que os produtos obtidos e as informações científicas geradas por este projeto, a respeito do potencial das espécies estudadas, contribuam para viabilizar o desenvolvimento econômico da região amazônica e melhoria da qualidade de vida da população amazonense.

## Introdução

Sendo a fruticultura uma das opções agrícolas mais adequadas à realidade amazônica, pela extraordinária adaptabilidade às características ecológicas das terras firmes da região, estudou-se a pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) (fruto e estipe), açai (*Euterpe oleracea* Mart.) e cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal), frutos de grande impacto econômico e nutricional nessa região. A limitação dos conhecimentos, notadamente, no que se refere à procedência, à caracterização

das variedades, à composição química e microbiológica, ao aproveitamento e à avaliação do potencial nutricional desses frutos, na recuperação de processos carenciais, são variáveis que limitam a expansão de mercado. Portanto, a grande contribuição do presente projeto foi a investigação do comportamento dessas variáveis, formação de recursos humanos e desenvolvimento tecnológico, o que inevitavelmente contribuirá para o desenvolvimento sustentável e melhoria da qualidade de vida na Amazônia.

## Metodologia

Foram analisados os constituintes nutricionais das populações de pupunha de várias procedências, açai de diferentes municípios e ecossistemas do Estado do Amazonas, Ilha das Onças, Estado do Pará e etnovarietades de cubiu do banco de germoplasma do Inpa. Todos os procedimentos agrônômicos adotados para o cultivo das espécies de cubiu seguiram as orientações preconizadas por Silva Filho *et al.*, (1997). Os estipes da pupunheira, oriundos do Km 60 da Rodovia BR-174, Estação Experimental do Inpa, foram avaliados na serraria do Inpa quanto às operações de desdobro, estabilidade dimensional, trabalhabilidade, químicos, retificação e viabilidade da madeira para confecção de arco para violino, pequenos objetos, instrumentos musicais e protótipos de móveis. As análises referentes à composição química do fruto e à elaboração de produtos seguiram as normas da (AOAC, 1995; Asp *et al.*, 1983; Yuyama *et al.*, 1997; Rodriguez *et al.*, 1976; IAL, 1985). Para a elaboração do macarrão enriquecido com peixe e farinha de pupunha em parceria com a empresa local, as espécies de pescado foram selecionadas com base no “minced”. A avaliação do impacto nutricional em pré-escolares de uma creche de Manaus, quanto à utilização da farinha de pupunha como fonte de pró-vitamina A e açai como fonte de ferro, teve como indicadores a concentração sérica de vitamina A, carotenóides, concentração de hemoglobina e ferritina respectivamente. A ação hipoglicemiante do cubiu foi testada em ratos diabéticos após indução com streptozotocina.





## Resultados esperados e resultados alcançados

1. Seleção de população de pupunha para fins de farinha, composição química e biodisponibilidade. A caracterização agrônômica das progênes de pupunha, nas comunidades do Alto Solimões e Yurimáguas – Km 8 da BR-174, demonstrou potencial para produção de farinha e nutricional com alto teor de energia, fibra alimentar, ácidos graxos sobressaindo oléico, variações significativas de carotenóides, elementos minerais e todos os aminoácidos essenciais, com a limitação para os sulfurados. A farinha de pupunha mostrou-se efetiva no aumento das concentrações séricas de retinol em pré-escolares, indicando ser o  $\beta$ -caroteno biodisponível, podendo ser uma fonte alimentar para a prevenção da hipovitaminose A.

2. Identificar as causas da degradação de carotenóides da farinha de pupunha e avaliar a vida de prateleira. Do início do processamento do fruto até a obtenção da farinha de pupunha, a degradação de carotenóides foi de 22%. As diferentes embalagens,

polietileno, saco de plástico preto e em lata de estanho, em diferentes temperaturas ( $27 \pm 5^\circ\text{C}$ ,  $5 \pm 3^\circ\text{C}$  e  $-15^\circ\text{C}$ ), asseguram a vida de prateleira da farinha de pupunha por seis meses, mesmo ocorrendo perdas gradativas de carotenóides.

3. Gerar tecnologia para a confecção de artefatos e instrumentos musicais e protótipos de móveis. A avaliação tecnológica tem demonstrado que o estipe de pupunheira apresenta excelente comportamento nas diversas fases de operações com máquinas para o processamento mecânico, alta durabili-





dade natural e resistência mecânica, bom comportamento no processo de secagem, excelente estabilidade dimensional e acabamento de altíssima qualidade devido à superfície lisa proporcionada pela textura final. Como produtos finais foram confeccionados 5 tambores, 5 flautas, 1 mesa com cadeira e pequenos objetos que poderão incrementar a expansão de mercado.

4. **Caracterização das espécies de açai; composição química, segurança e qualidade nutricional e efetividade como fonte de ferro.** As amostras de açai de diferentes procedências indicaram uma alta contaminação por coliformes fecais. Vários testes foram efetuados e o foco de contaminação inicia-se no cacho, antes do corte, contribuindo também o manuseio, o transporte, o acondicionamento, o tempo, a temperatura, a água e a máquina de processamento. Entre as técnicas testadas para aumentar a vida de prateleira e erradicar a contaminação, a irradiação (2 kilogray)

evidenciou-se como viável, assim como a fervura por um (1) minuto. O suco do açai caracteriza-se pela oferta expressiva de energia, fibra alimentar, particularmente a insolúvel, antocianina e ácidos graxos oléicos, seguidos do linoleico. Como fonte de ferro, mostrou-se ineficaz na recuperação da concentração de hemoglobina e, conseqüentemente, no combate à anemia tanto em ratos como em pré-escolares. Destaca-se, portanto, como fonte de energia, sendo uma alternativa excelente para incrementar o ganho de peso dos pré-escolares.

5. **Definir o perfil nutricional do cubiu e aproveitamento.** Foram caracterizados e analisados 35 etnóvariedades de cubiu cujos resultados apontam ser um fruto altamente dietético pela presença marcante de água, fibra alimentar e concentrações variadas de minerais. O sabor ácido do fruto e o conteúdo de pectina foram atributos favoráveis para o processamento de geléia convencional e *diet*.



## Treinamento/Capacitação



Capacitação de agentes comunitários quanto à adequação nutricional e repasse de tecnologias do estípe aos diferentes segmentos da sociedade.

Capacitação de pequenos produtores rurais dos municípios de Autazes, Parintins e Benjamin Constant, por meio de cursos de olericultura, com ênfase para a produção de cubiu e pupunha sem espinho.



### Formação de recursos humanos

Mestrado – 4

Doutorado – 1

Pibic/outros – 11

Cursos realizados – 4

Treinamento – 4

### Disseminação

Divulgação dos resultados em programas de televisão: agronegócios da Amazônia (AmazonSat) – 3

Jornais de grande circulação em Manaus – 3

Palestras – 3

Eventos científicos na forma de pôsteres – 34

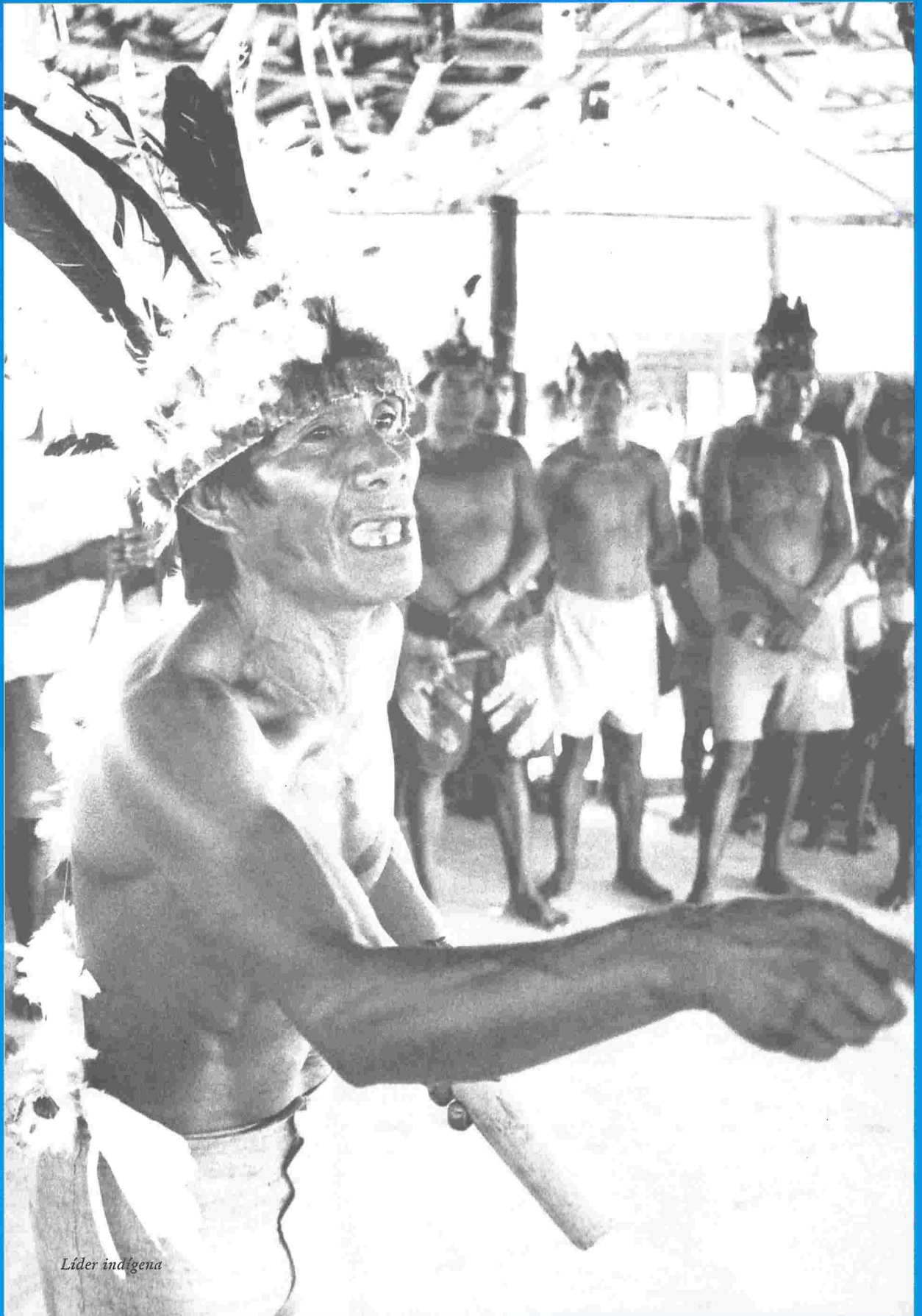
Resumos em anais – 34

Artigos em anais – 4

Artigos em periódicos (prelo) – 6

Prêmio Fucapi – mesa e cadeira de estipe de pupunheira (1º lugar)





*Líder indígena*

# Alternativas de desenvolvimento sustentável e tendências da mobilidade socioespacial na Amazônia

**Instituição:** *Museu Paraense Emílio Goeldi – MPEG*

**U.F. da instituição:** *Pará, PA*

**Coordenação:** *Roberto Araújo de Oliveira Santos Júnior*

**E-mail do coordenador:** *robertoa@museu-goeldi.br*

## Equipe

Ana Maria Bicalho; Bertha Koiffmann Becker; Bruce Serge Albert; Jean-Pierre Chaumeil; Jorge Pozzobon; Mariana Helena Miranda; Pascale de Robert; Phillippe Léna; Roberto Araújo Santos; Scott William Hoefle; Louis Carlos Forline; Vincenzo Lauriola; Sophie Jospin; Vicente dos Santos Pinto; José Antonio de Deus; Elaine Moreira; Marlinda Melo Patrício; Benjamin Buclet; Daniel Di Giorgi Toffoli; Isabela Castro de Paula; Aixa Teresinha de Oliveira; Gláucia Oliveira da Silva; Karin Marita Naase.

## Sumário

Este projeto reúne pesquisadores de diversas instituições, nacionais e internacionais : Museu Goeldi/MCT, UFRJ (Laget), UFF (PPGACP), IRD, CNRS e EHESS (França). Trata-se de estudar os efeitos do desenvolvimento sustentável sobre a reorganização das estratégias sociais e políticas dos atores e populações da Amazônia, por meio de estudos de caso, no contexto das dinâmicas que caracterizam a região.

Uma grande importância foi dada, assim, ao exame de áreas onde existem projetos em execução, nas quais são implantadas políticas públicas ou se organizam novas experiências com o mercado como, por exemplo, as RESEXs, os PDAs, a produção de couro vegetal, os projetos agroflorestais nas periferias urbanas etc. Privilegiou-se, também, o estudo de certas populações em diferentes estados da Amazônia: Acre, Amapá, Amazonas, Pará e Roraima, bem como na fronteira Brasil/Peru/Colômbia.

## Introdução

Nosso objeto é o *desenvolvimento sustentável* entendido como o conjunto das práticas, das relações entre os atores sociais e dos processos iniciados a partir da implantação de programas que associam populações locais a seus objetivos.

O desenvolvimento inspira-se, aqui, num *modelo socioambiental*, que se baseia em novas formas de gestão do espaço (zoneamento ecológico-econômico, SNUC etc.) e em projetos de

uso ecologicamente sustentável da biodiversidade amazônica.

O Modelo Socioambiental critica os fundamentos econômicos e políticos (exclusão das populações locais) de um Modelo Predatório de desenvolvimento. A relevância deriva não apenas da capacidade (por ora relativamente limitada) de incorporar populações em projetos ecologicamente sustentáveis, como também de dar alternativas políticas para essas populações.







Foto: Paulo Sampaio/Interfoto

Encontro MST

A análise desenvolveu-se em torno de três grandes eixos de questões:

- Qual é a abrangência do desenvolvimento alternativo no interior de um campo econômico local/sub-regional? Como as iniciativas se relacionam com as estratégias espontâneas

que adotam outros segmentos das populações locais para melhorar a qualidade de vida (acampamentos do MST, modernização agrícola independente, êxodo rural etc.)?

- De que forma as Redes do Desenvolvimento (associações/ONGs/financiamentos) interagem com os grupos primários (vínculos de residência, de parentesco, étnico ou religioso, etc.) e qual o seu papel na constituição de novos sujeitos sociais (noção de *comunidade* e de *populações tradicionais* etc.)?
- Em que medida o Modelo Socioambiental, introduzindo novas práticas de gestão coletiva dos recursos e de redistribuição dos benefícios oriundos dos projetos, contribui para consolidar formas de participação política com bases democráticas? Qual a influência sobre certos mecanismos da corrupção e do clientelismo profundamente arraigados nas estruturas institucionais?

## Metodologia

Exploração de fontes secundárias – recenseamento, levantamentos econômicos e



Novas associações

censitários nos arquivos estaduais ou municipais; informações provenientes de entidades ou associações locais e dos organismos executores de projetos de desenvolvimento. Entrevistas com representantes dessas entidades e organismos, bem como com autoridades e responsáveis pela implantação de políticas públicas.

Exploração de fontes primárias – levantamentos com base em questionários, observação de campo, entrevistas diretas e não-diretas e análise de histórias de vida (particularmente úteis para apreender o funcionamento das redes nas quais se inserem os sujeitos).

## Resultados esperados e resultados alcançados

- Conhecimento inicial dos processos.
- Representatividade dos processos identificados com relação às dinâmicas atualmente em curso na região.
- Início de um banco de informações para subsidiar banco de dados (levantadas a partir de questionários).
- Adequação dos critérios usados para classificar (todos) os processos identificados e estudá-los numa perspectiva comparativa.

A dimensão política da sustentabilidade é decisiva para a implantação do modelo socioambiental. Esse só terá relevância para o desenvolvimento sustentável se for capaz de enfrentar uma forma de dominação política que depende da imposição de relações de dependência para as populações locais. É indispensável ultrapassar a fase dos projetos localizados e das experiências pontuais para concretizar o modelo socioambiental, em escala territorial, no quadro de políticas públicas abrangentes.



Cidade

## Treinamento/Capacitação

1. Marlinda Melo Patrício – *Índios de verdade: estudo sobre os Xipaya e Kuruaya de Altamira*. Universidade Federal do Pará, Departamento de Filosofia e Ciências Humanas, mestrado de Antropologia, 2000. Mestrado/defendido.

2. Vincenzo Lauriola – *A economia frente à natureza: uma resenha crítica entre a sustentabilidade e a política de proteção. Uma proposta de “governabilidade” para áreas protegidas*. Universidade de Bari, Itália, doutorado em Políticas de Desenvolvimento sustentável do território, 2000. Doutorado/defendido.

3. Benjamin Buclet – *As ONGs e a construção social da cidadania: análise da atuação das ONGs na Amazônia Oriental*. EHESS, Paris. Doutorado/em fase de redação.

4. Elaine Moreira Lauríola – *Relações interétnicas e representações do meio natural entre os Yekuana do norte do Brasil*. EHESS, Paris. Doutorado/em fase de redação.

5. Sophie Jospin – *Espace de pouvoir et développement: le rôle de l'état et des acteurs locaux dans la territorialité et le développement du Roraima*. Doutorado/em fase de redação.

6. José Antônio Souza de Deus – *Territorialidade e demografia das nações indígenas e a gestão do espaço na Amazônia Legal*. Doutorado/em fase de redação.

7. Aixa Terezinha – *Turismo e desenvolvimento local*. Mestrado/em fase de redação.

8. Daniel Di Giorgi – *Os efeitos do turismo sobre o manejo agroflorestal*. Mestrado/em fase de redação.

9. Vicente Paulo dos Santos – *Novas formas de uso e gestão do território na fronteira amazônica no final do século XX: a implantação da hidrovía do Madeira e repercussões locais*. Doutorado/em fase de elaboração.

10. Thierry Valentin – *A Amazônia mestiça: definições e narrações das figuras caboclas de si e do outro em vilas rurais do norte do Brasil (Estado do Pará)*. Tese de doutorado em Sociologia. Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós-Graduação em Sociologia, Departamento de Ciências Sociais, dezembro de 2001. Doutorado/defendido.



Educação indígena

## Disseminação

### B. Becker

- Organizadora e participante de painel aprovado sobre *Rio + 10: Perspectivas Brasileiras*, 2001.

- Apresentação de Trabalho: *Amazonian Frontiers at the Beginning of the XXIst Century*. Open

*Meeting of the Human Dimensions of Global Environmental Change Research Community*. Academia Brasileira de Ciências. Rio de Janeiro, 2001.

- Participação em mesa-redonda sobre *Global Science Panel on Panel on Population and Environment*, 2001.





- Comunicação sobre Plano de Trabalho para Pesquisas sobre *A Dimensão Humana na Mudança Ambiental Global no LBA*, 2001.
- *Scientiphic Steering Comitte – LBA*. Palmas, Tocantins, 2001.
- *Seminário Polarização e Crescimento*. Mesa-redonda: *A Nova Geopolítica do Sistema Mundial*. Dep. de Economia. UFRJ/UERJ, Rio de Janeiro, 2001.
- Conferência Regional de C&T da Região Norte, Desafios Estratégicos e Institucionais da Amazônia *Modelos de Ocupação da Amazônia e Projeção de Cenários*, Belém, setembro, 2001.



Abunã

- Conferência Nacional do C&T/Inovação – *Tópicos Especiais: Amazônia*. Belém, setembro, 2001.
- R. Araújo**
- *Relações de parentesco e emergência de localidades na região de Marabá*. Seminário Amazonia in Rio, Instituto de Filosofia e Ciências Sociais (IFCS), Un. Fédérale de Rio de Janeiro (UFRJ), 2-3/8/2001.
  - *Lei e consciência social – Drogas e Ética*. Oficina de direitos humanos da ABA (ética, relações raciais e diferenças sociais) de 30/08 a 1º/9/2001. Universidade Federal Fluminense, Campus do Gragoatá.
  - *A pesquisa científica e a melhoria da qualidade de vida das populações regionais*. Na Conferência Regional de Ciência e Tecnologia da Região Norte – Diretrizes estratégicas para a C&T, Belém. MCT, MPEG, Sectam – 16-17/8/2001.
  - *Curso de especialização em políticas públicas e justiça criminal*. Un. Fédérale Fluminense UFF/ Núcleo Fluminense de Estudos e Pesquisas. Economias ilícitas e a questão do Estado na Amazônia Ocidental. 4/9/2001.

**P. Léna**

- *O confronto dos dois modelos de desenvolvimento na Amazônia*. Séminaire Amazonia in Rio, Instituto de Filosofia e

Ciências Sociais (IFCS), Un. Fédérale de Rio de Janeiro (UFRJ), 2-3/8/2001.

- *Construction de l'État national et fragmentation territoriale au Brésil*. Séminaire Identités Ethno-Nationales, État-Nation et Mondialisation. IRD, Paris (M.J. Jolivet & Y. Goudineau, orgs.), 24-26/10/2001.
  - *Sustainable Development at Stake in the State of Acre*. Séminaire international Open Meeting of the Human Dimensions of Global Environment Change Research Community. Rio de Janeiro, 6-8/10/2001. International American Institute for Global Change Research (IAI); 18 american countries, intergovernmental organization; Brazilian Academy of Science; International Human Dimensions on Global Environment Change (IHDP) Bonn, Germany; Center for International Earth Science Information Network (CIESIN) Columbia University (USA) Session: Rio + 10: a Brazilian perspective (Initiative of the International Geographic Union's Task Force on Rio + 10). V. Berdolet and B. Becker.
  - Organização do Seminário Anual «*dynamique des fronts pionniers amazoniens*» à l'EHESS (Charge de Conférence) (2001-2002) – deux lundi par mois. DEA, Post-doc, professeurs visiteurs.
  - Conferência de Doutorado no IFCS – Rio de Janeiro. Território, territorialidade e identidade. 27/04/2001.
  - Membro do Conselho Científico do Programa Ecossistemas Tropicais do Ministério do Meio Ambiente – França. Avaliação de Projetos
- P. De Robert**
- *Povos Indígenas, Sociedade, Técnicas e Meio Ambiente. Implicações para o trabalho do Antropólogo*. Communication au Séminaire organisé par le Departamento de Ciências Sociais de l'Université Fédérale du Pernambuco (UFPE), 24/4/2001.
  - *Falar e fazer o "desenvolvimento" numa aldeia Kayapo*. Seminário Amazonia in Rio, Instituto de Filosofia e Ciências Sociais (IFCS), Un. Fédérale de Rio de Janeiro (UFRJ), 2-3/8/2001.



Workshop

- *Nas trilhas amazônicas: gente e meio ambiente no sul do Pará*. Seminário do Departamento de Ciências Humanas do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG-DCH), 13/9/2001.

**E. Moreira Lauríola**

- Contribuição à instalação, com a Associação Amigos da Terra – Rádio Amazônia, de uma rede de rádio nas comunidades Ye'kuana – Roraima, dezembro de 2001.

**J.P. Chaumeil**

- Avaliador externo na Universidad Nacional/ Instituto Imani de Leticia (Colombia). Avaliação de projetos de pesquisa.
- Mesa-redonda (janvier 2001) *Diálogos Ameríndios de la casa de América de Madrid* (avec O. Calavia, Univ. de Florianópolis; E.L.Lagrou et M.A. Gonçalves, Univ. de Rio de Janeiro). Culturas amazônicas: semejanzas/ diferencias.
- Seminário de Antropologia Histórica, Museu Nacional, Rio de Janeiro (juillet 2001). *Recherches en cours sur la frontière amazonienne*.
- Seminário de Etnologia Indígena (PPGSA-IFCS-UFRJ), Rio de Janeiro (juillet 2001). *Armado até os dentes*. Institut Catalá d'Antropologia, Barcelona (janvier 2002). Antropologia de frontera en la Amazonia.



Montevideo da Bolívia

**B. Albert**

- Consultorias regulares na Amazônia para ONGs indigenistas (Comissão Pró-Yanomami, URIHI Saúde Yanomami, Instituto Socioambiental, The Nature Conservancy, Survival International) e instituições oficiais (Ministério da Saúde – Funasa, Ministério da Educação – MEC) sobre os temas educação, saúde e desenvolvimento sustentável em território ameríndio.

**L. Forline**

- *Constructing and deconstructing barriers to indigenous knowledge: Brazilian legislation, ethics and research agendas in the Amazon* – 100th Annual Meeting of the American Anthropological Association. Arlington, Washington, D.C.

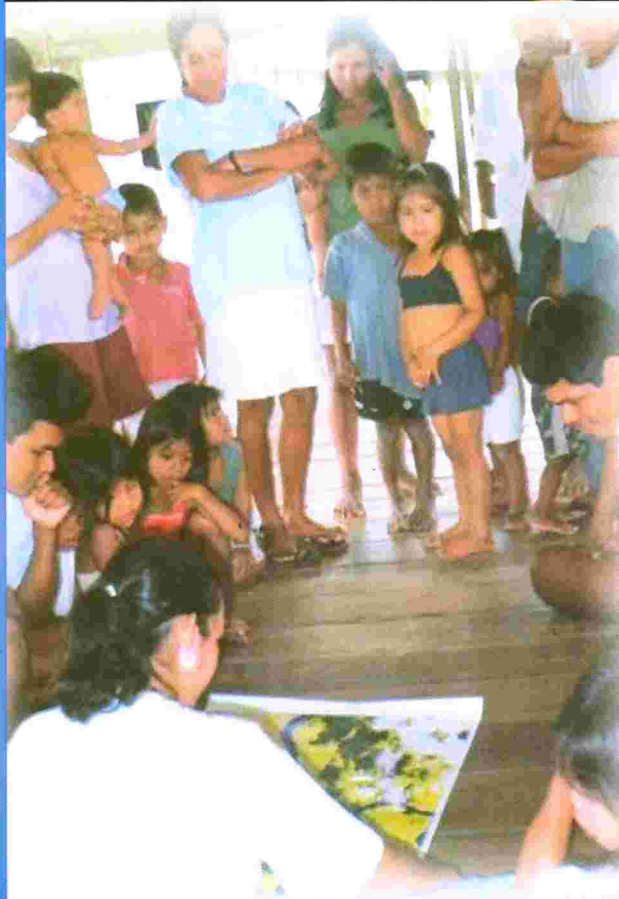
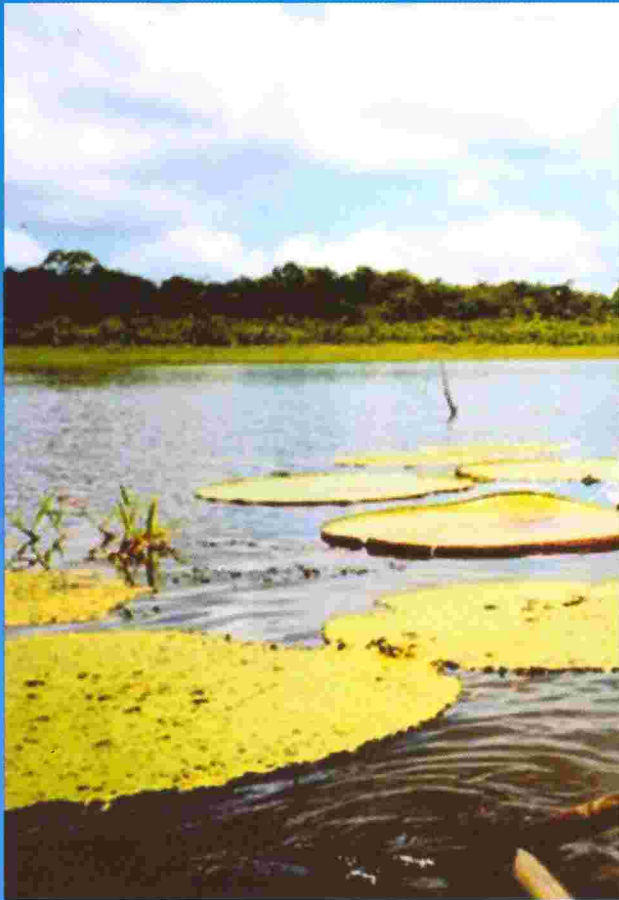
**M. Miranda**

- *Uma análise de Experimentos Alternativos em Assentamentos no Acre*. In: Análise dos Efeitos Sociais, Econômicos e Políticos das Ações Visando ao Desenvolvimento Sustentável na Amazônia. Relatório Laget/IRD, pp. 31-46, Rio de Janeiro, 2001.

## Publicações

1. *Des territoires aux identités in logiques identitaires, logiques territoriales*. Autrepert n° 14, Paris 2000 (PH. LÉNA, M.J. JOLIVET).
2. *Le défi amazonien in La Croix*. 16/2/2001 (PH LÉNA).
3. *Cenários de curto prazo para o desenvolvimento da Amazônia*. In: Cadernos IPPUR, Ano XIV, n° 1 jan-jul 2000, Editora IPPUR/UFRJ (B. Becker).
4. *Caracterização do ambiente urbano na Amazônia*. In: Revista de Pós-graduação em Geografia, UFRJ, vol. 3 (M. MIRANDA).
5. *Patronage and empowerment in the Central Amazon*. In: Pergamon. Bulletin of Latin American Research 19 (S. HOEFLE).
6. *De la chasse à l'abattis: itinéraires et alimentation d'un peuple récemment contacté, les Guajá du Maranhão*. In: P. DE ROBERT, L. FORLINE éds. Dialogues Amazoniens, Ateliers de Caravelle n° 18, Paris 2001 (L. FORLINE).
7. *Flüchtiges Gedächtnis, Flexible Identität*. In: Brasilien-Land ohne Gedächtnis? N° 1. Ed. Hamburg: Universität Hamburg, 2001 (L. FORLINE, F. SAILLANT).
8. *The drug trade, the black economy and society in Western Amazonia*. In: International Social Science Journal n° 169, 2001 (R. ARAÚJO).
9. *Populações tradicionais e zoneamento ecológico-econômico: uma contribuição ao debate*. In: Programa zoneamento ecológico-econômico: CD-ROM, SDS-MMA, 2001 (R. ARAÚJO).
10. *Os pesquisadores e o Desenvolvimento Regional: no meio do redemoinho*. In: P. DE ROBERT, L. FORLINE éds. Dialogues Amazoniens, Ateliers de Caravelle, n° 18, Paris 2001 (R. ARAÚJO).





# Impacto das políticas públicas sobre manejo comunitário de recursos naturais

**Instituição:** *Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (Ipam)*

**U.F. da instituição:** *Pará, PA*

**Coordenação:** *José Héder Benatti*  
*David Gibbs McGrath*

**E-mail dos coordenadores:** *benatti@amazon.com.br*  
*dmcgrath@amazon.com.br*

## Equipe

José Héder Benatti; David G. McGrath; Daniel C. -Nepstad; Ana Cristina Oliveira Mendes; Luís Henrique Cunha; Alcilene Cardoso; Dany Pinedo; Fábio de Castro; Marcelo Crossa; Oriana Almeida; Richard C. Smith; Socorro Pena da Gama.

## Sumário

Está em curso um experimento histórico de criação de um sistema formal de gestão participativa dos recursos naturais florestais e de várzea. Como qualquer experimento, o desenvolvimento desse novo sistema de gestão enfrenta uma série de dificuldades. Este projeto tem como objetivo estudar o processo de implantação do sistema de co-gestão para identificar os fatores que facilitam ou dificultam a participação efetiva dos grupos de usuários, e a colaboração entre os agentes do governo e os usuários locais. O estudo consiste de quatro partes: um estudo de caso intensivo de um sistema regional de lagos manejados, estudos de curta duração de várias

iniciativas de manejo comunitário florestal e de várzea, acompanhamento do processo de implantação do modelo de gestão participativa pelos Provárzea e ProManejo e, com base nessas atividades, uma avaliação das atuais políticas de gestão participativa e manejo comunitário. O estudo demonstra que ocorreram grandes mudanças nas políticas e nas instituições de gestão de recursos naturais, aumentando de forma substancial o grau de participação dos usuários na gestão local. Também foram identificados fatores importantes no desempenho de sistemas de manejo comunitário e elementos específicos das políticas de gestão que devem ser reavaliados.

## Introdução

O conceito de manejo comunitário de recursos naturais apareceu com maior intensidade a partir da década de 80, quando cientistas naturais e sociais insistiam em demonstrar a relação entre degradação ambiental e questões de justiça social, empobrecimento rural e direitos indí-

genas. A partir dessa discussão, muitos projetos de manejo comunitário de recursos naturais foram implementados em vários locais da Amazônia. Esses projetos se baseavam em duas premissas: a) as comunidades locais têm maior interesse e possibilidades de assegurar sustentabilidade dos recursos que utilizam do que o governo ou instituições





distantes das áreas ocupadas; b) possuem maior conhecimento dos processos ecológicos e das práticas tradicionais de manejo de recursos naturais.

Nos últimos dez anos, a política de gestão ambiental do Ibama tem passado por uma transformação profunda. Durante esse período, o órgão ambiental introduziu uma série de medidas para descentralizar a gestão dos recursos naturais e aumentar o grau de participação de grupos de usuárisusuários locais. Por meio desse processo, denominado gestão participativa, busca-se integrar as iniciativas de manejo comunitário na estrutura institucional de gestão, o que vem sendo implantado na região por meio de dois programas: o Provárzea e o Promanejo.

O desenvolvimento desse novo sistema de gestão enfrenta uma série de dificuldades. De um lado, as organizações comunitárias continuam bastante frágeis e ainda não existe uma sistematização adequada dos fatores que influenciam no desempenho desse tipo de organização, de modo a orientar as políticas para o fortalecimento organizacional de tais grupos sociais. Do lado institucional, a implantação de

um sistema de co-gestão implica mudanças na legislação de manejo ambiental e criação de novas estruturas para implementar essas políticas. É necessário estudar o processo atual de implantação do sistema de co-gestão para identificar os fatores que facilitam ou dificultam a participação efetiva dos grupos de usuários e a colaboração entre os agentes do governo e os usuários locais.

**Contexto do Projeto:** o projeto faz parte de uma colaboração científica entre o Instituto del Bien Comum (IBC) do Peru, Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (Ipam) e Oxfam-América para estudar a experiência de manejo comunitário na amazônia brasileira e peruana. O Projeto também desempenha um papel estratégico dentro do Ipam, pois faz parte dos estudos das experiências de manejo comunitário desenvolvidos pelo Ipam na região de Santarém, onde ocorre o principal experimento regional de gestão participativa florestal e de várzea. Portanto, os resultados apresentados envolvem as experiências e dados de outros projetos do Instituto, além dos estudados nesse Projeto.

## Metodologia

O estudo busca respostas para as quatro principais perguntas abaixo:

- a) Desempenho: sistemas de manejo comunitário funcionam em termos ecológicos, econômicos e sociais?
- b) Intervenção: como promover/fortalecer a formação de iniciativas individuais de manejo comunitário?
- c) Relações institucionais: como integrá-las na estrutura formal de gestão participativa?
- d) Políticas de manejo comunitário: quais são as políticas necessárias para estruturar as diversas modalidades de gestão participativa?



Foto: Ana Cristina Oliveira Mendes

Vitória régia

A pesquisa envolve quatro atividades:

- 1) pesquisa aprofundada do sistema regional de lagos comunitários organizado pelo GPD (Grupo de Preservação e Desenvolvimento) em Tefé, Amazonas;
- 2) estudos de caso de curta duração de várias experiências de manejo comunitário florestal e de várzea;
- 3) acompanhamento do processo de implantação de sistemas de gestão participativa por intermédio do ProVárzea e do ProManejo;
- 4) avaliação das políticas de manejo comunitário florestal e de várzea à luz das experiências estudadas.

## Resultados esperados e resultados alcançados

A) Manejo comunitário funciona ou não? A resposta certa para essa pergunta é que “depende” da modalidade de manejo e da forma como o sistema de manejo é desenvolvido. Resultados dos estudos comparativos das experiências individuais de manejo comunitário, em Tefé e Santarém, demonstram que o manejo comunitário de lagos de várzea pode aumentar a produtividade da pesca e pode resultar numa renda maior para a família. As experiências de manejo florestal comunitário são mais complicadas porque a modalidade e o tipo de sistema de manejo florestal adotado têm grande influência no desempenho. As experiências envolvendo a produção de madeira serrada são as mais problemáticas em termos de viabilidade econômica e social, embora sejam sustentáveis em termos ambientais. Em contraste, o Projeto Tapajós, da Resex Tapajós Arapiuns, é um exemplo de uma abordagem com grande potencial tanto em termos sociais e econômicos como ambientais, devido à simplicidade, ao alto valor agregado e à baixa intensidade de extração.

B) Como promover o manejo comunitário? Três pontos ficaram evidentes nos estudos; a) a escolha da modalidade de exploração é fundamental. Muitos projetos de manejo florestal madeireiro fracassaram porque o empreendimento proposto era inapropriado em termos de escala e muito complexo, e a organização social era débil; b) a principal limitação é a capacidade organizacional do grupo e não a capacidade técnica. Com uma base social forte, o grupo terá melhores condições para resolver as questões técnicas; c) o problema do manejo sustentável dos recursos naturais é raramente um problema de falta de conhecimento das limitações ambientais. A questão é organizacional e o desafio está na capacidade das comunidades se estruturarem e criarem as condições necessárias para ações coletivas sustentadas.

Um outro problema da intervenção são as relações paternalistas que sempre surgem entre comunidade e entidade de intervenção. Uma estratégia promissora para combater essa tendência é a pesquisa participativa na qual o grupo de usuários se envolve nos estudos iniciais para desenvolver e implementar o próprio projeto de manejo, a partir dos resultados da pesquisa inicial. Foram acompanhadas duas experiências com essa abordagem. Na primeira, grupos de pescadores foram capacitados para realizar censos participativos das populações de pirarucu e monitorar a captura desses animais para subsidiar planos de manejo. Na Reserva Extrativista Tapajós Arapiuns, grupos de pequenos

produtores realizaram inventários florestais para a elaboração de planos de manejo.

C) Como integrá-los na estrutura formal de gestão participativa? Existem dois processos distintos em curso; um para a região de várzea, envolvendo principalmente o manejo comunitário da pesca em lagos de várzea; outro para o manejo de recursos florestais madeireiros e não-madeireiros em diversos tipos de reservas e assentamentos. Em ambos, ocorreram avanços importantes na viabilização da gestão participativa em diversas escalas (comunitária a regional). Na área florestal, foram encontra-



Pesca

Foto: Ana Cristina Oliveira Mendes

das importantes melhorias no desenvolvimento dos critérios para o manejo comunitário e compatíveis com o grau de organização social. Para a várzea, a mais importante experiência está sendo desenvolvida na região de Santarém, com a participação de várias entidades locais. Conselhos intercomunitários foram criados e são responsáveis pela elaboração e implementação dos acordos de pesca de cada região.

O principal obstáculo para o manejo comunitário dos lagos é a inércia do Ibama na fiscalização dos lagos em conjunto com as comunidades. Como resposta, está surgindo um novo arranjo institucional, chamado Unipoma, envolvendo um conjunto de instituições com poderes e competências complementares. Dentro desse novo arranjo institucional, a iniciativa judicial tem se deslocado para o Ministério Público. Os outros órgãos com poderes de atuação, como a Capitania dos Portos e as polícias Civil e Militar, ficaram responsáveis pela fiscalização dos lagos em conjunto com os agentes ambientais. O Ibama continua a fornecer a base legal e institucional para os acordos e a fiscalização dos lagos, mas as comunidades recorrem a outras instituições quando não obtêm resposta do órgão em tempo apropriado.



D. Que políticas devem ser implementadas em apoio ao manejo participativo? Nos últimos anos, as políticas e a legislação relacionadas com o manejo comunitário têm evoluído muito. Em geral, as mudanças têm pretendido fortalecer a gestão participativa e o manejo comunitário. Foram analisados três aspectos: o manejo comunitário da pesca, o manejo comunitário florestal e o sistema fundiário da várzea. É na várzea que estão ocorrendo maiores mudanças. Desde o início da década, o Ibama está implementando um modelo de gestão participativa que permite a legalização dos acordos de pesca comunitários com o estabelecimento de certos critérios. O limite desse manejo está na impossibilidade legal de “fechar” os lagos para o uso exclusivo de uma ou mais comunidades. O acordo pode especificar como pescar, mas não pode determinar quem pode pescar. Esse *princípio de livre acesso* fere a regra básica do manejo coletivo dos recursos naturais. Se um grupo não tiver o direito exclusivo de usufruir os benefícios de seu trabalho, dificilmente terá interesse em investir na ação coletiva. O problema é que o peixe no rio é tratado como *res nullius* (coisa de ninguém), aberto ao primeiro que pegar. A resolução desse impasse envolve a mudança da concepção jurídica sobre bens

ambientais para que os peixes sejam entendidos como *res communes* (coisa comum) e, a partir daí, para se ter acesso ao recurso precisar-se-á de autorização.

Em relação ao licenciamento ambiental, este necessita de uma revisão geral, com o intuito de estimular o manejo integral do imóvel e não a regulamentação de atividades estanques entre si. Assim, é preciso integrar as principais normas administrativas que regulam o manejo florestal e o desmatamento no imóvel rural na Amazônia brasileira.

A questão fundiária da várzea também está sendo revista. Legalmente, parte das terras de várzea pertence à União, como é o caso dos terrenos de marinha. O governo está estudando instrumentos jurídicos para regularizar os apossamentos privados por meio da emissão de títulos de concessão de uso. A proposta atual tem vários elementos que reforçam a tendência para o manejo comunitário dos lagos de várzea. Entretanto, existem alguns problemas. Primeiro, o processo de regularização atual envolve apenas comunidades de pequenos produtores e não os grandes proprietários que compartilham os mesmos lagos. Segundo, o processo de regularização atual é demasiado complexo e demorado, portanto, inviável como solução numa escala regional.

## Treinamento/Capacitação —

O treinamento e a capacitação são componentes fundamentais desses projetos e são realizados, principalmente, por duas instituições: pelo Programa de Pós-Graduação (PDTU) do Núcleo de Altos Estudos Amazônicos da Universidade Federal do Pará e pelo Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia. No Naea, quatro pesquisadores, três no nível do doutorado e um do mestrado, estão desenvolvendo teses no âmbito do projeto. Dois já concluíram as teses e estão trabalhando, uma como pesquisadora do Ipam e outro como professor de Sociologia na Universidade Federal de Paraíba. Os resultados das pesquisas estão sendo incorporados em disciplinas que compõem a grade curricular do PDTU como as disci-

plinas de Ecologia Política do Desenvolvimento e de Ecologia Política dos Recursos Hídricos.

Vários membros da equipe são pesquisadores do Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (Ipam). O conhecimento adquirido, no âmbito do projeto, está contribuindo para a sistematização da metodologia de trabalho do Ipam para desenvolver sistemas de manejo comunitário. Também com a reintegração da pesquisadora Ana Cristina Oliveira, o Ipam agora tem uma especialista no manejo comunitário de recursos naturais que está contribuindo no projeto de manejo comunitário florestal na Resex Tapajós Arapiuns e na Flona Tapajós.

Uma terceira possibilidade de treinamento acontecerá com o funcionamento do Centro de Capacitação do Pescador Artesanal, que está sendo

Foto: Ana Cristina Oliveira Mendes



Reunião mapa

criado com financiamento do Provárzea. Por meio do Centro, serão capacitadas lideranças para o manejo comunitário de recursos naturais. Embora inicialmente concebido para

trabalhar com a população de várzea, pretende-se integrar cursos para capacitar lideranças comunitárias interessadas no manejo dos recursos florestais.

## Disseminação

A equipe está disseminando os resultados do projeto através de três principais meios. Foram organizadas sessões sobre o projeto nos últimos dois congressos da Associação Internacional para o Estudo de Propriedade Comum (IASCP), nos quais foram apresentados os resultados parciais das pesquisas em andamento. Também houve participação em dois outros encontros internacionais sobre o manejo dos recursos naturais e em três congressos realizados no Brasil. Um segundo meio de disse-

minação tem sido por meio de oficinas que organizamos sobre manejo comunitário. Até agora, foram organizadas três oficinas sobre o manejo comunitário e pretende-se realizar um quarto encontro antes do final de 2002. Terceiro, foi publicada uma série de artigos em revistas científicas nacionais e internacionais, foram apresentados os resultados das pesquisas desenvolvidas no âmbito do projeto e houve participação nos debates em torno da eficácia do manejo comunitário como estratégia de conservação dos recursos naturais.

## Publicações

- BENATTI, J.H. 2002. *A titularidade da propriedade coletiva e o manejo florestal comunitário*. Revista de Direito Ambiental, n. 26, abril-junho. São Paulo: Revista dos Tribunais.
- CASTRO, F.; MCGRATH, D. 2001. *O manejo comunitário de lagos na Amazônia*. Parcerias Estratégicas 12 (Setembro 2001): 112-126.
- CASTRO, F. de; MCGRATH, D.G. 2002. *Moving Towards Sustainability in the Local Management of Floodplain Lake Fisheries in the Brazilian Amazon*. Human Organization. No prelo.
- NEPSTAD, D.; MCGRATH, D.; ALENCAR, A.; BARROS, A.; CARVALHO, G.; SANTILLI, M.; VERA DIAS, C. 2002. *Issues in Amazonian Development*. Science 295: 1643-1644.
- NEPSTAD, D.; 2002. *Frontier Governance in Amazonia*. Science 295: 629-630.
- SCHWARTZMAN, S.; MOREIRA, A.G.; NEPSTAD, D.C. 2000. *Rethinking tropical forest conservation: perils in parks*. Conservation Biology 14: 1351-1357.
- SMITH, R.C.; PINEDO, D. (Eds). 2002. *Nuestros bosques, nuestros lagos: la gestión comunitaria de los bienes comunes en la Amazonía*. Lima, Instituto del Bien Común & Instituto de Estudios Peruanos. Publicação prevista para agosto de 2002.

## Capítulos de livros

- BENATTI, J.H. 2001. *Formas de acesso à terra e a preservação da floresta amazônica: uma análise jurídica da regularização fundiária das terras dos quilombolas e seringueiros*. In: Biodiversidade na Amazônia brasileira: avaliação e ações prioritárias para a conservação, uso sustentável e repartição de benefícios / Orgs. João Paulo Ribeiro Capobianco... [et al.]. São Paulo: Estação Liberdade: Instituto Socioambiental, 2001, pp. 292-298.
- BENATTI, J.H. 2002. *Manejo florestal e o uso alternativo do solo na Amazônia*. In: O Direito para o Brasil Socioambiental/ Coord. André Lima. Porto Alegre: Sérgio Fabris, Editor: /Instituto Socioambiental.
- CASTRO, F. DE; MCGRATH, D.; CROSSA, M. 2002. em Smith, R.C. e Pinedo, D. (Eds). 2002. *Nuestros bosques, nuestros lagos: la gestión comunitaria de los bienes comunes en la Amazonía*. Lima, Instituto del Bien Común & Instituto de Estudios Peruanos. Publicação prevista por agosto.
- CUNHA, L.H. e COELHO, M.C.N. 2002. *Política e Gestão Ambiental*. In Sandra B. da Cunha e Antônio José T. Guerra (Org). Questão Ambiental: Diferentes Abordagens. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro.
- MCGRATH, D. 2000. *Avoiding a tragedy of the commons: recent developments in the management of Amazonian fisheries*. Pages 171-197 in A. Hall (Ed.) Amazonia at the Crossroads. Institute of Latin American Studies: London.

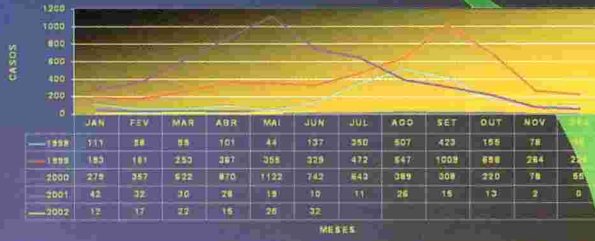
## Livros

- SMITH, R.C. ; PINEDO, D. (Eds). 2002. *Nuestros bosques, nuestros lagos: la gestión comunitaria de los bienes comunes en la Amazonía*. Lima, Instituto del Bien Común & Instituto de Estudios Peruanos. Publicação prevista por agosto de 2002.

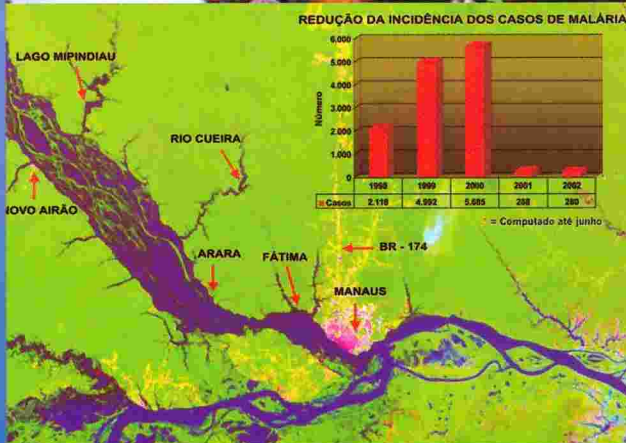
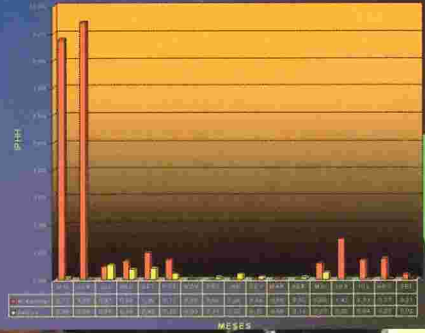




## PREVALÊNCIA DA MALÁRIA NA ÁREA DO RIO NEGRO - MUNICÍPIO DE MANAUS - AM



Anopheles darlingi e outras espécies nas Comunidades de Mipindiau, Arara e N. S. Fátima do Rio Negro/AM - 2000/2001.



# Malária e ecossistemas amazônicos: dinâmica de transmissão, vetores e controle

**Instituição:** Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – Inpa

**Instituições associadas:** Funasa – Regional do Amazonas; Instituto Biociência – USP; Cenargem/Embrapa – Brasília, DF; Secretarias Estadual e Municipal de Saúde, AM; Fiocruz, RJ

**U.F. da instituição:** Amazonas, AM

**Coordenação:** Wanderli Pedro Tadei

**E-mail do coordenador:** tadei@inpa.gov.br

## Equipe

Wanderli Pedro Tadei; Joselita M<sup>a</sup>. M. Santos; José M. C. de Souza Dias; João Bosco Baggio; Erika H. E. Hoffmann; Mércia Eliane Arruda; Carlos A. P. Lima; Ilea B. Rodrigues; Miriam Silva Rafael; Wagner C. M. Terrazas; Marcelo U. Ferreira; Thania Virginia Guaycurus; Sueli Costa; Juracy F. Maia. Equipe de Entomologia: Inpa; Funasa; SES; Semed-AM.

## Sumário

Estudou-se a sazonalidade e o padrão reprodutivo de *Anopheles darlingi* em comunidades ao longo do rio Negro, um ecossistema de águas negras, ácidas e pobres em nutrientes. Objetivou-se reduzir a prevalência da malária nessas Comunidades, pois foi registrado um intenso aumento da transmissão entre 1997 e 2000. O valor do Índice Parasitário Anual (IPA) passou de 355,01, em 1998, para 753,33, no primeiro semestre de 2000. Foram realizados inquéritos entomológicos de adultos e das formas imaturas de anofelinos, de maio de 2000 a outubro de 2001, para conhecimento da diversidade de espécies, dos padrões comportamentais e da localização dos sítios de reprodução das formas imaturas, considerando o pulso das enchentes e da vazante. Na implantação das medidas de controle, foram utilizados os resultados entomológicos e, paralelamente, à ampliação do quadro de pessoal, houve expressivo aumento no quantita-

tivo de equipamentos e de insumos. As coletas evidenciaram que *Anopheles darlingi* representa cerca de 90% dos anofelinos em contato com o homem e que os horários de maior atividade são 18h-19h e 19h-20h. *A. darlingi* pica por toda a noite, predomina exofilia e a espécie não é mais capturada nas comunidades no período entre agosto/setembro a março/abril do ano seguinte. Os sítios de reprodução estão localizados nas áreas de alagamento, entre a vegetação marginal no pulso das enchentes, desaparecendo na vazante. A sazonalidade de *Anopheles darlingi* está correlacionada com o pulso das enchentes, sendo consequência da formação dos sítios de reprodução na vegetação marginal. A intensificação das atividades de controle, iniciadas em abril de 2000, mostraram resultados já no segundo semestre desse mesmo ano, pois o IPA que era de 753,33 (1º semestre) passou para 365,03 no segundo semestre. Em 2001, a incidência dos casos foi bem menor e o IPA foi reduzido para apenas 26,80.



## Introdução

Os dados de epidemiologia de malária do município de Novo Airão mostraram que, sucessivamente em 1996 e 1997, do total de casos do município, o valor maior foi observado nas comunidades ribeirinhas do rio Negro, representando cerca de 63% e 80%, respectivamente em cada ano. Esses dados justificaram propor que as atividades do projeto fossem deslocadas para essas comunidades, objetivando conhecer a dinâmica de transmissão e viabilizar as medidas de controle mais adequadas a essa região, que tem características ambientais altamente específicas.

Os fatores de risco são determinados pelo potencial malarígeno em decorrência da receptividade mantida pelas espécies de *Anopheles* presentes, densidade populacional e capacidade vetorial em áreas determinadas. A vulnerabilidade também é provocada por pacientes com malária e os assintomáticos provenientes de áreas endêmicas e hiperendêmicas. Esses fatores de riscos justificam a importância da definição do papel das espécies na dinâmica de transmissão da malária; as inter-relações com o homem, condições ambientais e o ciclo de reprodução na natureza, considerando-se os diferentes ecossistemas na Amazônia e, neste trabalho, o ecossistema do rio Negro. Suas cabeceiras situam-se em formações cristalinas do período

paleozóico, pobres em cátions. Em decorrência, as águas são ácidas, com pH menor que 5 e a fertilidade é reduzida, com baixa condutividade elétrica. A produção primária é quase ausente, assim como os sedimentos em suspensão.

Nas comunidades ribeirinhas do rio Negro, no trecho entre a comunidade de Fátima e o Lago do Mipindiau (Figura 1), o número de casos de malária intensificou-se entre 1997 e 2000. O valor do Índice Parasitário Anual passou de 355,01, em 1998, para 753,33 no primeiro semestre de 2000. O número de casos de malária aumentou de 2.118, em 1998, para 5.685 em 2000. Essa área foi selecionada para os estudos relativos a este projeto.



Figura 1

## Metodologia

A dinâmica de transmissão foi equacionada por meio da análise da fauna anofélica em contato com o homem, considerando coletas realizadas tanto no peri como no intradomicílio (Figura 2). Na avaliação da incidência de espécies de *Anopheles*, o período de captura foi fixado entre 18 e 22 horas nos diferentes pontos de coleta. Também foram realizadas

coletas de 12 horas. As capturas dos anofelinos permitiram abordar os seguintes parâmetros, de importância para o estudo da dinâmica de transmissão: índice de mosquitos por homem-hora; densidade populacional; sazonalidade; padrão da atividade de picar; exofilia e endofilia. Na avaliação da infecção natural, os espécimes foram analisados por meio dos kits *Vectest* (teste imunocromatográfico). O dimensionamento da atividade de picar foi avaliado por meio das coletas de hora em hora, com determinação do pico de maior atividade. Na investigação dos criadouros, larvas e pupas foram colecionadas nas condições de criadouros nas residências, decorrentes de alterações ambientais; criadouros naturais em meio à mata; vegetação associada; criadouros formados em decorrência do fluxo e refluxo das águas – alagados. Esses dados forneceram informações sobre a densidade larvária, nos períodos de alterações ambientais, possibilitando delimitar a dinâmica de reprodução considerando o pulso das enchentes e da vazante.

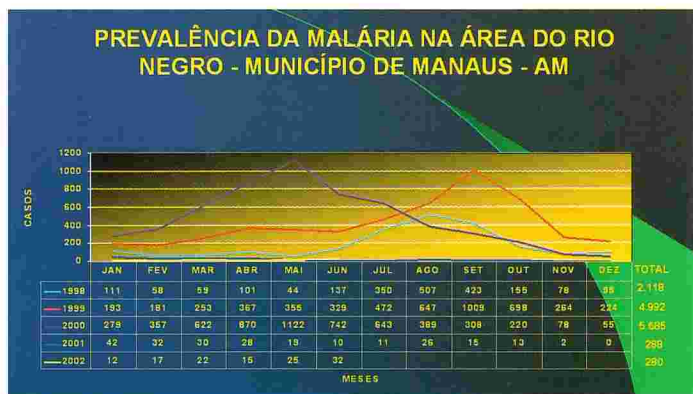


Figura 2

## Resultados esperados e resultados alcançados

### Esperados

- Conhecer parâmetros entomológicos para determinar a dinâmica de transmissão, de forma a interferir no contato homem-vetor, parâmetro primordial para reduzir a incidência da malária na área do projeto.
- Equacionar a capacidade das espécies de *Anopheles*, em contato com o homem, em transmitir a malária para definir, de forma mais precisa, o papel daquelas consideradas secundárias para melhor direcionar as medidas de controle. Considerar o fator densidade como um parâmetro que de fato pode interferir na transmissão.
- Disponibilizar de imediato à Fundação Nacional de Saúde e às Secretarias Estadual e Municipal de Saúde as medidas de controle da malária mais efetivas para a área, considerando a relação com as condições ambientais, levando-se em conta os ciclos das águas do rio Negro, as variações de densidade dos anofelinos, as condições habitacionais, os hábitos da população local, entre outros parâmetros.

*Objetiva-se reduzir a malária na área do projeto e proporcionar uma melhor qualidade de vida às populações ribeirinhas ao longo do rio Negro nos municípios de Novo Airão e Manaus. Melhorar a qualidade de vida nessas comunidades significa fixar o homem na região de origem, em condições dignas de sobrevivência.*

### Alcançados

- Para se atingir a meta prevista sobre a **Dinâmica de Transmissão**, as coletas de anofelinos iniciaram-se em maio de 2000, sendo capturados alados e formas imaturas. Considerando os alados, as espécies de *Anopheles* em contato com o homem foram quatro, sendo que *A. darlingi* representou cerca de 95% do total coletado. *A. nuneztovari* foi a segunda espécie mais freqüente. Os dados revelaram que os horários entre 18h-19h e 19h-20h são os de maior incidência e que há predominância de anofelinos no peridomicílio – exofilia. Os meses de maio a julho são os de maior ocorrência de *A. darlingi* e a atividade de picar se estende por toda a noite. A densidade de anofelinos sofre redução drástica a partir do mês de julho, passando o Índice de Picada por homem-hora (IPHH), no peridomicílio, de 36,84, em maio, para 3,43, em agosto, em 2001.

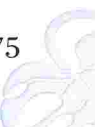


Coleta dos alados



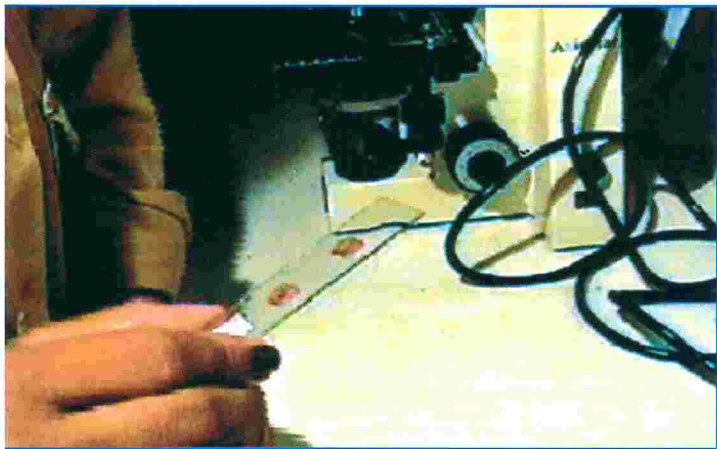
Coleta das larvas

- A diversidade de anofelinos é maior quando se considera as **formas imaturas** – oito espécies registradas. O ciclo de reprodução de *A. darlingi* mostra relação com o pulso das enchentes. Há uma ampliação dos sítios de reprodução à medida que as águas sobem e os criadouros se estabilizam a partir de março/abril às margens do rio Negro, constituindo a área inundada o igapó. *A. darlingi* se reproduz nesses criadouros, situados no igapó, nas comunidades ribeirinhas. Há aumento da densidade de anofelinos, intensificando o contato homem-vetor, elevando a incidência dos casos de malária.
- Foi determinada a importância das plantas situadas nas margens, no processo de formação dos criadouros dos anofelinos. Pode-se citar Lentibulariaceae (*Utricularia foliosa*), Myrtaceae (*Myrciaria dubia* – camu-camu), Polygonaceae (*Ruprechtia tenuiflora*), Combretaceae (*Buchnavea*), *Ruprechtia tenuiflora* e Poaceae (*Oryza perennis* e *Acroceras zizanioides*). Entre essas plantas, destaca-se especialmente o arroz de passarinho (*Oryza perennis*), no qual, entre raízes e folhas, são muito freqüentes imaturos de anofelinos. Outras gramíneas também estão associadas a esses criadouros. As algas diatomáceas são muito freqüentes nos criadouros, assim como os Cladoceras, Rotíferos e Copépodos.





- A susceptibilidade das espécies aos *Plasmodium* foi determinada por meio da infecção natural, utilizando-se os kits *Vectest*. Foram analisados 692 espécimes de *Anopheles*, sendo 522 *A. darlingi*, dos quais quatro se mostraram infectados para *Plasmodium vivax*, VK 210, todos capturados no mês de maio de 2000. O índice de infecção natural detectado para cada comunidade variou de 0,8% a 3,8%.
- **Medidas de controle** – Para reduzir a incidência da malária, foram implementadas as medidas tradicionais de controle: intensificaram-se a borrifação intradomiciliar e a termonebulização, com cobertura em todas as comunidades. Em relação a **borrifação intradomiciliar**, em 2000, considerando os dois ciclos anuais, de 2.315 prédios existentes, a cobertura atingiu 2.640. Em 2001, o esforço foi maior, praticamente dobrando os prédios trabalhados em relação ao total – de 2.475 existentes, 4.396 foram trabalhados. Considerando-se que os criadouros de *A. darlingi* ficam junto às residências, nos alagamentos, o uso dos **mosquiteiros impregnados** com piretróide foi indicado como uma **medida fundamental** de proteção à população para reduzir o contato homem-vetor.
- A **avaliação da termonebulização** mostrou que apesar da extensão dos alagados, onde há intensa reprodução dos anofelinos, o uso da termonebulização é indicado, pois ocorre redução na incidência de fêmeas oníparas, que mostram maior probabilidade de estarem infectadas. Em 2000, foram protegidas 3.142 residências, correspondendo a uma população de 10.030 habitantes. Em 2001, o ciclo dobrou, correspondendo a uma população protegida de cerca de 23.179 habitantes.
- Paralelamente às atividades mencionadas, foi **ampliada a rede de diagnóstico**, aumentando os laboratórios fixos e móveis de análise de lâminas. Esse procedimento permitiu a leitura imediata das lâminas e o pronto tratamento, contribuindo sobremaneira para **redução do reservatório do Plasmodium**. Foi intensificada a busca ativa nos períodos sem malária, com objetivo de detectar os Portadores Assintomáticos de *Plasmodium* (PAP). Esse procedimento permitiu **reduzir os possíveis focos de infestação** dos mosquitos no ciclo do ano seguinte, resultado do pulso das enchentes.



Diagnóstico de malária

- **Controle biológico** – Não foi implementado o controle das formas imaturas, considerando a extensão dos alagados. Fica inviável a aplicação, pois seria um ponto muito reduzido na enorme extensão dos alagados e inviável em termos econômicos, pela grande área de cobertura. A proteção do homem ficou suportada nas medidas tradicionais – termonebulização, borrifação intradomiciliar, tratamento precoce, ampliação da busca ativa e conhecimento da dinâmica de reprodução de *A. darlingi*, possibilitando o acompanhamento da implementação das medidas de forma mais eficaz.

- **Educação em Saúde** – O objetivo geral das atividades foi **sensibilizar e mobilizar as comunidades** em geral a participar das ações de Educação em Saúde e Mobilização Social, fornecendo **informações sobre os mecanismos de transmissão da malária**, visando reduzir a propagação da doença e minimizar suas conseqüências para não ocorrer uma nova epidemia.

Para desenvolvimento das atividades, foram realizadas palestras sobre a malária e os mecanismos de transmissão envolvendo os anofelinos. Foram feitas **demonstrações de execução das ações e do ciclo do mosquito** com informações sobre os alados, observação de mosquitos em gaiolas, dos ovos e das larvas em desenvolvimento até atingirem o quarto estágio e a pupa.

Educação em Saúde na comunidade



Educação em Saúde na comunidade

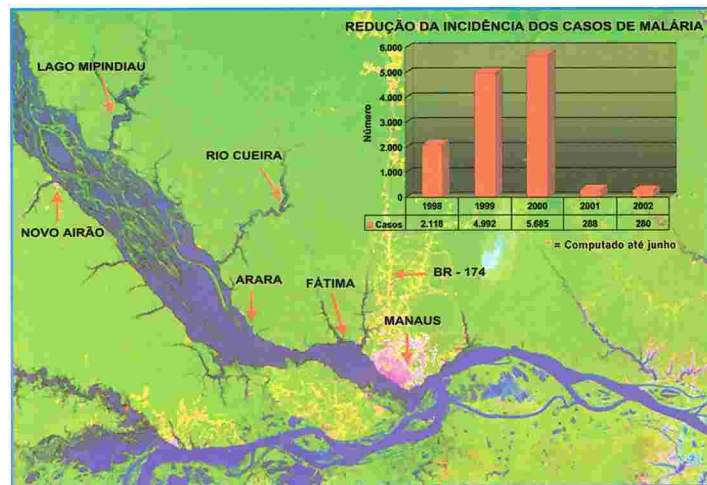




Foram realizadas *palestras em 12 comunidades*, reunindo os *líderes comunitários das localidades e os professores e alunos das escolas*, objetivando torná-los multiplicadores. Atin- giu-se, em média, em cada comunidade cerca de 50-100 pessoas, totalizando, em toda a extensão, mais de 1.500 habitantes.

- **Redução da malária na área do projeto**

A implementação *integrada das medidas tra- dicionais* de controle, em acordo com a *evo- lução dos conhecimentos entomológicos*, possibilitou a redução drástica dos casos de ma- lária na área. Considerando o 2º semestre de 1999 para 2000, *caiu 49%* (de 3.314 para 1.693 casos) e, no 1º semestre de 2000 para 2001, *reduziu 96%* (de 3.992 para 161 casos). Esses dados indicam *que o controle na área está sendo efetivo*, não havendo o retorno da malária nas comunidades em 2001 e no primeiro semestre de 2002, muito embo- ra os mosquitos continuem se reproduzindo nor- malmente, conseqüência natural do pulso das enchentes, em águas negras da Amazônia. Os casos de malária, que ainda são registrados, resultam da intensa busca ativa desenvolvida ao longo dos povoados, *atividade atualmente rotineira do programa de vigilância* mantido na área.



## Treinamento/Capacitação

- **Repasse dos conhecimentos:** como o trabalho de campo do projeto *é desenvolvido com* os técnicos da Funasa e das Secretarias Municipal e Estadual da Saúde, *o repasse dos conhecimen- tos* sobre os procedimentos mais adequados a se- rem adotados para o controle da malária na área do projeto *ocorre diretamente* durante a operacionalização das medidas e são incorporados aos procedimentos. Os resultados obtidos na área do projeto foram objeto de discussão com os inspeto- res, técnicos e agentes de campo para implementação e manutenção das medidas de controle.

- **Divulgação dos resultados:** os resul- tados estão sendo divulgados nos principais con- gressos relativos à área: Congresso da Sociedade

Brasileira de Medicina Tropical; Encontro de Me- dicina Tropical de Santarém; Encontro Internaci- onal: Doenças Transmitidas por Vetores e suas Re- lações com o Meio Ambiente; Reunião Regional da SBPC em Manaus; Siconbiol; Congresso Inter- nacional de Entomologia (Foz de Iguaçu); 7ª e 8ª Reunião Nacional de Pesquisa em Malária. Há divulgação também por meio de palestras e parti- cipação em simpósios e mesas-redondas.

Formação de recursos humanos, com parti- cipação em cursos de formação de agentes de saú- de e atualização para supervisores e inspetores, promovidos pela Secretaria Estadual da Saúde e pelo Inpa.

Artigos publicados (7), em redação (3) e submetidos (4).

## Publicados

TADEI, W.P.; DUTARY-THATCHER, B. *Rev. Inst. Med. Trop. S. Paulo*, 43(2):86-9, 2000.

RAFAEL, M.S.; TADEI, W.P. *Genet. Mol. Biol.* 23(!): 67-70, 2000.

SCARPASSA, V.M.; GEURGAS, S.; AZEREDO-ESPIN, A.M.L.; TADEI, W.P. *Genet. Mol. Biol.*, 23(1):71-78, 2000;

SCARPASSA, V.M.; TADEI, W.P. *Rev. Bras. de Bio.*, 60(4):539-550, 2000.

RODRIGUEZ, G.A.D.; SANTOS, J.M.M.; MAIA, J.F. *Rev. Brasil. Biol.*, 60(2): 341-351, 2000.

TADEI, W.P. *Anais/Resumo da 7ª Reunião Especial da SBPC [CD ROM]*. Manaus: Sociedade Brasileira para o Pro- gresso da Ciência: 1-6, 2001; (7) TADEI, W.P. & RODRIGUES, I.B. *Anais do 19º Congresso Brasileiro de Entomologia*. [CD-ROM]. 1 - 6, 2002.







# Uso de plantas medicinais no atendimento de saúde básica das comunidades rurais (farmácia da terra)

**Instituição:** Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá

**U.F. da instituição:** Amapá, AP

**Coordenação:** Terezinha de Jesus Soares dos Santos

**E-mail da coordenadora:** [tecadejesus@uol.com.br](mailto:tecadejesus@uol.com.br)

## Equipe

Francineide Pena; Cléia Tereza Lamarão da Silva; Lindomar Conceição das Chagas; Belmira Silva Farias de Souza; Elane C. Albuquerque; Mônica Dias.

## Introdução

A Organização Mundial de Saúde tem recomendado constantemente, em suas reuniões, a adoção de plantas medicinais nos programas de atenção primária de saúde sob os lemas “Saúde para todos no ano 2000” e “Salvem as plantas, elas salvam vidas” como forma de diminuir os custos dos programas de saúde pública e ampliar o número de beneficiados, principalmente nos países subdesenvolvidos e naqueles em desenvolvimento, onde persistem os grandes bolsões de pobreza.

Porém, um dos pontos agravantes da pesquisa científica no Brasil, principalmente na área da saúde pública, etnofarmacologia, etnobotânica, entre outras, é a falta de reconhecimento e benefícios concretos aos principais responsáveis pela origem das pesquisas nessas áreas que são as comunidades e populações tradicionais.

Desde o início da execução no Estado do Amapá, o projeto “Uso de Plantas Medicinais no Atendimento de Saúde Básica das Comunidades Rurais”, popularmente conhecido como “Farmácia da Terra”, vem destacando o conhecimento tradicional como

uma alternativa viável para a Saúde Pública nos locais mais carentes e desprovidos de atenção básica de saúde no Estado do Amapá e evidenciando os(as) curandeiros(as) e as parteiras como agentes-chaves desse conhecimento e na sua aplicação prática.

Além de orientar e indicar o melhor uso das plantas medicinais no tratamento das doenças mais comuns e menos complexas das comunidades rurais selecionadas, o projeto busca nessas, novos conhecimentos e práticas tradicionais de tratamento de doenças viáveis para ser difundido entre outras, garantindo o avanço da ciência, a melhoria das condições de vida das populações e mantendo-se na busca de soluções viáveis para a saúde pública na Amazônia.

O projeto passou a ser destaque no Iepa e no Estado porque representa uma esperança na busca de alternativas terapêuticas para atender à demanda por medicamentos no tratamento das doenças que, freqüentemente, afetam a população,

aliado ao fato de que grande parte dessa população e dos profissionais de saúde acredita e consagra a fitoterapia como uma terapia viável para a saúde pública.





## Metodologia

Na concepção original, o projeto visava atender a quatro locais. À medida que este foi sendo implantado e desenvolvido, começaram a surgir novas demandas. A expansão para outros locais foi (e está sendo) viável após reajuste nos cronogramas físico e financeiro do projeto. Esse fato está diretamente ligado à situação social precária das comunidades amazônicas, especificamente a amapaense, considerando a atuação do projeto e a popularidade.

A execução técnica compreende etapas de visitas e reuniões com as comunidades, implantação dos canteiros das espécies selecionadas e oficinas de treinamento para curandeiros, parteiras, agentes comunitários de saúde, líderes comunitários e outros membros das comunidades ligados ou envolvidos com o setor saúde das localidades selecionadas, além da avaliação de desempenho das comunidades após os treinamentos.

Até o presente momento, existem 16 unidades instaladas do projeto no Estado, que estão sendo executadas em parceria com prefeituras, unidades de saúde, associações comunitárias, escolas, sociedade civil, instituições comerciais, ONGs etc. E há, pelo menos, 10 outras comunidades que já solicitaram uma unidade do mesmo.



Foram definidas as enfermidades de interesse do projeto a partir dos dados do quadro epidemiológico de morbidade dos municípios, mostrados no anuário estatístico da Secretaria de Planejamento do Estado do Amapá do período de 1990 a 1998. Além disso, foram aplicados questionários em algumas comunidades para complementar e/ou ratificar esses dados. As doenças classificadas são consideradas da atenção primária de saúde, ou seja, são menos complexas no tratamento e possíveis de serem tratadas com plantas medicinais, tais como: doenças respiratórias; doenças da pele (sarnas,

escabioses, pediculoses etc.); distúrbios gastrointestinais (diarréia, verminose, gastrite, úlcera péptica, amebíase, giardíase, constipação intestinal etc.); doenças dos órgãos genitais e infecções urinárias.

Para definir quais as comunidades que poderiam participar do projeto, foram definidos critérios para a implantação das unidades, como por exemplo: a situação social das comunidades, ou seja, quanto mais pobre, maior possibilidade da comunidade ser beneficiada com o projeto; o interesse das comunidades; as responsabilidades técnicas e políticas na manutenção do mesmo; o nível de inserção da comunidade nos problemas locais; a carência em atenção primária à saúde e às comunidades onde não há equipes de saúde instaladas.

De todas as espécies selecionadas, foram depositadas exsicatas no Herbário Amapaense (Hamab), pertencente ao Iepa, e classificadas de acordo com o binômio botânico e a família das espécies selecionadas. As matrizes das espécies cultivadas são produzidas e selecionadas no setor de produção de mudas do Iepa e são plantadas nos locais onde o projeto for ou foi implantado.

Para as unidades do projeto, foram distribuídos, além das mudas das espécies, ancinhos, metros de mangueira para irrigação, regadores, sacos de terra vegetal, sacos de esterco, sacos de substrato, dúzias de tábuas, enxadas, pás de jardineiro, entre outros materiais de consumo e permanente.

Todos os participantes das oficinas recebem certificados de capacitação. Com os responsáveis pelo projeto nas comunidades – geralmente um técnico ligado ao setor da saúde do município ou um líder comunitário ou um diretor de escola ou outros técnicos, dependendo do local onde o mesmo está instalado –, há sempre um representante da comunidade para acompanhar o projeto, e este serve como referência para a equipe técnica do mesmo.





## Resultados esperados e resultados alcançados

Em todas as comunidades onde há uma unidade do projeto, houve um aumento significativo no uso das plantas medicinais para tratar as doenças após as oficinas de treinamento.

Nas unidades das escolas Famílias do Carvão e do São Joaquim do Pacuí e na escola Bosque do Bailique, foram montadas salas específicas nas mesmas para preparar os remédios caseiros e viveiros de mudas para dar suporte ao projeto no fornecimento de mudas para as outras unidades, onde os próprios alunos mantêm e preparam os remédios caseiros, atendendo a toda a comunidade. Em comunidades ribeirinhas, como a do Buritizal e Limão do Curuá, onde não há nenhum tipo de serviço de saúde, os moradores (re)descobriram nas plantas soluções para muitas das doenças, pois apesar de estarem em contato direto com a natureza, em todas as comunidades havia uma predominância de uso de remédios alopáticos, em razão da facilidade de aquisição destes nas cidades de apoio dessas comunidades.

No geral, esse era o objetivo principal a ser alcançado. Em todas as comunidades onde o projeto está, há a predominância dos alopáticos, sendo que a tradição do uso das ervas só é observada nos idosos e em algumas parteiras. As oficinas puderam (re)esclarecer a importância das plantas medicinais e mostrar a todos as vantagens adquiridas com o uso, principalmente o terapêutico e o econômico.



Mais do que garantir que se volte a usar as plantas medicinais no tratamento de doenças, melhor ainda é garantir que as comunidades mantenham preservados os traços culturais, pois isso vem garantindo que as populações rurais não sofram, ainda mais, com a falta dos serviços sociais básicos, como saúde e educação.

Por isso, considera-se o melhor resultado alcançado, até o momento, o aumento no uso das plantas medicinais pelas pessoas das comunidades onde há o projeto instalado e o envolvimento da população na busca de soluções e controles para os problemas sociais da comunidade, tendo a fitoterapia como um norte para os problemas de saúde pública.



Destacam-se, ainda, como resultados (já esperados) alcançados: a participação integral da população escolhida para os treinamentos, com total entrosamento com a equipe do projeto; a utilização imediata dos medicamentos caseiros feitos com as plantas medicinais, a partir do treinamento; a manutenção das hortas pelas comunidades, com o mínimo de perda das espécies, inclusive no verão; a diminuição da utilização de remédios alopáticos pelas comunidades, substituindo-os pelos de plantas medicinais.

A associação de todos esses fatores determina a nossa meta principal que acredita-se estar alcançando a cada ação desenvolvida, que há a melhoria da condição e qualidade de vida das populações, principalmente aquelas envolvidas diretamente no projeto.





## Treinamento/Capacitação —

A carga horária dos treinamentos das oficinas é de 20 horas. As oficinas abordam temas de técnicas de plantio, manutenção e coleta; secagem e armazenamento de espécies medicinais; práticas populares de reconhecimento das plantas medicinais; uso de produtos naturais no combate de doenças e pragas que atacam as plantas; identificação das plantas – nomes populares/nomes científicos; história das plantas medicinais na prevenção e tratamento das doenças – magias e crenças; doenças comuns em saúde pública que podem ser tratadas com plantas medicinais; plantas medicinais da região e corretas utilizações na prevenção e no tratamento das doenças mais comuns; organização comunitária, motivação; noções de higiene; noções básicas de nutrição; plantas alimentícias utilizadas na prevenção e tratamento das doenças; tipos de remédios caseiros feitos com plantas medicinais; dosagem e uso terapêutico dos remédios fitoterápicos caseiros; toxicidade das plantas; preparo dos remédios (parte prática) e educação ambiental.

Durante as oficinas, a equipe técnica avalia as principais características dos participantes em relação às plantas medicinais e ao uso com dinâmicas de grupos e abordagens individuais.

Foram realizadas, até o momento, 29 oficinas de treinamento, em média duas em cada local implantado. O cronograma de treinamento está sendo cumprido de acordo com os descritos na metodologia. Até o momento, cerca de 820



peçoas, entre agentes comunitários de saúde, curandeiros, parteiras, líderes comunitários. Dentre outros, participaram das oficinas, cerca de 30 pessoas por turma.

O projeto contou com a participação de três estagiárias do curso de Biologia da Universidade Federal do Amapá, que contribuíram na fase de avaliação das comunidades, nos pós-treinamentos das oficinas e na preparação das exsicatas para o herbário.

A equipe técnica teve treinamento específico na área de plantio e produção de plantas medicinais que era a área de maior deficiência técnica, com visita a projetos afins como o Programa Farmácia Viva do Estado do Ceará.







## Disseminação

- O conteúdo da cartilha-guia da execução do projeto, à disposição do público em geral, foi publicada no jornal *Folha do Amapá*, semanalmente (um assunto por vez), a partir do lançamento em julho de 2000. Foi publicada matéria especial na revista *Natureza*, Editora Três, setembro de 2001, em um artigo sobre tratamento natural, e no jornal interno da Companhia Xerox do Brasil, outubro de 2000.
- O projeto serviu de base para a seleção das espécies estudadas no Projeto Tramil – Pesquisas Aplicadas de Plantas Mediciniais Guiano-Amazônicas, que é um projeto de cooperação internacional entre o Iepa e o Instituto de Pesquisa Francês (IRD).
- Foi apresentado no I Seminário Avançado de Pesquisa da Universidade Federal do Amapá, em dezembro de 1999, no Seminário Regional de Educação Ambiental, promovido pelo WWF, Hotel Equatorial, Belém/PA, em junho de 2001, no Fórum para a Discussão da Proposta de Política Nacional de Plantas Mediciniais e Medicamentos Fitoterápicos em Brasília, em dezembro de 2001. Como uma experiência positiva na Conferência da Amazônia, novembro de 2001, e na exposição Amazônia. BR, Sesc-Pompéia em São Paulo, em julho de 2002.
- Reportagens especiais nos canais *AmazonSat*, matéria completa sobre as fases do projeto, em novembro de 2001, e no *Repórter Eco* da TV Cultura, apresentando uma oficina de treinamento, em julho de 2002.
- Foi referência para a tese de doutorado *A Educação Ambiental e o Conhecimento Tradicional*, de Maria Consolación Udry, da Universidade de Brasília – UnB, Centro de Desenvolvimento Sustentável. Tese defendida em novembro de 2000.







# Saúde, nutrição e assentamento

*(um estudo comparativo de povoados indígenas tradicionais e povoados – missão na área do Rio Negro)*

**Instituição:** Instituto Socioambiental

**U.F. da instituição:** Amazonas, AM

**Coordenação:** Aloísio Cabalzar

**E-mail do coordenador:** cabalzar@socioambiental.org

## Equipe

Aloísio Cabalzar; Ashley Lebner; Bruce Nelson; Euphly Jalles; Flora Dias Cabalzar; Manuel Arroyo-Kalin; Pieter van der Veld. Pesquisadores indígenas: Albino Oliva; Anazildo Azevedo; Ângelo Vilas Boas Azevedo; Firmiano Meira; Januário Fernandes; José Maria Barreto; José Valdemar Cabral; Raimundo Resende, Roberto Amaral.

## Resumo

O projeto *Saúde, Nutrição e Assentamento* foi realizado como uma pesquisa aplicada, com enfoque na situação socioambiental e ênfase nas condições nutricionais de populações indígenas que habitam uma região do Noroeste Amazônico (etnias Tukano, Hupda, Tuyuka, Yuhupda e Desana). O projeto adotou uma metodologia participativa, com formação, trabalho conjunto e troca de informações entre pesquisadores e agentes locais. Um dos objetivos práticos do projeto está sendo contribuir para a implantação de um sistema de vigilância nutricional na área de estudo, em parceria com

as comunidades e instituições responsáveis pelo atendimento à saúde.

Resultados preliminares indicam sinais claros de prevalência de desnutrição na população investigada, especialmente nos povoados mais alterados por intervenções externas (concentração populacional e mudanças nos padrões tradicionais de subsistência). A situação pode estar sendo agravada por certas inadequações dos serviços de assistência à saúde. Isso se baseia na hipótese de que os problemas nutricionais podem estar mais associados à alta prevalência de doenças (sobretudo parasitoses intestinais) do que à insuficiência de alimentos.

## Introdução

Este projeto de pesquisa dirigida alia investigação científica, pesquisa aplicada, capacitação (repasso de conceitos e técnicas) de agentes de saúde locais e elaboração de plano de trabalho que visa contribuir com o aprimoramento de políticas públicas para a região do Alto Rio Negro (Amazonas), com a introdução de procedimentos de vigilância nutricional às práticas dos AIS, para a melhoria das condições de saúde em sentido amplo. Reúne uma equipe interdisciplinar (antropologia, fisiologia, ecologia e agronomia) e conhecedores indíge-

nas de cada trecho do rio que atuam no atendimento básico à saúde nas comunidades. Em vista disso, é exemplar em termos de promover formas apropriadas de relacionamento entre a pesquisa e as populações indígenas, ponto relevante na medida em que está sendo desenvolvido dentro da terra indígena Alto Rio Negro. Nessa terra indígena, habitam cerca de 15 mil índios (5% da população indígena do país), representando 14 etnias. O objetivo principal é compreender as condições nutricionais e de saúde (*Iato sensu*) da população do rio Tiquié (afluente do Uaupés, que é aflu-



ente do rio Negro). Para tanto, foi estruturada uma pesquisa aplicada que associa antropometria (forma e desenvolvimento do corpo) com estudos ecológicos de unidades domésticas (padrões de atividade e padrões de dieta). Visa confrontar essas informações com os dois tipos básicos de adaptação humana às condições ecológicas da região: (a) populações ribeirinhas, agricultoras, pescadoras e mais fixas (grupos (Tukano); (b) populações dos interflúvios, de maior mobilidade espacial, menor ênfase na agricultura, maior na caça e coleta (grupos Maku). Foram selecionadas nove comunidades, duas no baixo Tiquié, três no médio e cinco no alto, das quais cinco são Tukano ou Tuyuka, três são Maku-Hupda e uma Maku-Yuhupda.

O rio Tiquié, com cerca de 370 quilômetros de extensão, está situado no Noroeste Amazônico, região da fronteira Brasil-Colômbia (Alto Rio Negro). É habitado por vários grupos lingüísticos, somando uma população de aproximadamente 3 mil pessoas, com representantes de oito etnias que fazem parte de duas famílias lingüísticas. Entre os povos de língua Tukano Oriental, encontram-se os Tukano, Desana, Tuyuka, Miriti-tapuya, Bará e Yebe-masa (Makuna) e, entre os povos Maku, incluem-se os Hupda e os Yuhupda, que vivem nos afluentes das margens esquerda e direita do Tiquié, respectivamente.

Em linhas gerais, esse rio está dividido, ecológica e demograficamente, em duas áreas



bem definidas: a primeira área compreende o trecho de 215 Km de baixo curso e define-se pelo predomínio de igapós e lagos, com maior abundância de peixes. A escassez de terras altas e aproveitáveis para a agricultura, no entanto, leva a uma baixa densidade populacional e a maior dispersão geográfica dos povoados. A segunda área corresponde a um trecho de aproximadamente 150 Km, diferenciado em todos esses aspectos: boa disponibilidade de terras altas e férteis, pouco peixe, maior concentração populacional e proximidade entre os grupos locais. Nessa segunda área, existe um trecho de transição, o médio Tiquié, caracterizado pela presença de terras cultiváveis e rio piscoso, com alguns lagos e igapós, embora muito menos extensos que no baixo curso.

## Metodologia

A *avaliação do estado nutricional* dos moradores dessas comunidades seguiu procedimentos de pesquisa padronizados e coordenados, com vistas a produzir um conjunto de dados consistente e comparável. Foram realizadas medições antropométricas e um estudo dos padrões de dieta e de atividade dessa população.

A *avaliação antropométrica* incluiu parâmetros relativos ao crescimento e à composição corporal das crianças e jovens até 15 anos, realizadas mensalmente. No primeiro caso, foram realizadas medidas de altura e peso e, no segundo, perímetro braquial e prega cutânea. Também foram feitas as medições dos adultos. Esses dados foram registrados em uma ficha que permanece com os agentes de saúde das respectivas comunidades, sendo feita uma cópia para tabulação das informações em um banco de dados.

Os *padrões de atividade* (alocação de tempo) foram registrados por meio do acompanhamento exaustivo da rotina das pessoas responsáveis pelo suprimento de alimentos para a unidade doméstica, que em geral requer o trabalho de um casal. Em cada comunidade, foram acompanhadas uma ou duas famílias (dependendo do tamanho da comunidade) durante quatro dias, em quatro etapas no ano de 2001 (quatro dias por etapa, correspondente a estações diferenciadas em termos de disponibilidade de recursos, pluviosidade etc). Nesses dias em que os dois adultos foram observados nas atividades de produção de alimentos, cada um foi acompanhado no trabalho nas roças, na pescaria, caçaria e assim por diante. No caso das atividades, cada uma foi nomeada e cronometrada; no da produção, cada item foi pesado e teve o consumo diário calculado. A aplicação da metodologia de registro contínuo combinado à descrição estrutural e funcional das atividades resultou em dados de duas ordens: (1) relativos ao dispêndio de energia (complementado pela calorimetria), e (2) para formar um inventário dos sistemas de trabalho/ produção e das técnicas empregadas. A descrição, ao focar detalhes técnicos do trabalho, permitiu também a análise em termos de dispêndio energético.



Para várias atividades, o dispêndio de energia foi estimado usando-se o método da *calorimetria indireta*. Na calorimetria indireta, a quantidade de energia despendida nas atividades que envolvem esforço físico é medida a partir do volume de oxigênio consumido, que é mensurado em campo com aparelhos muito sensíveis. Com base nesses dados, é estimada a energia gasta pelas pessoas para realizar cada atividade e o gasto energético diário de uma pessoa, de acordo com o sexo e o peso corporal. Alguns valores relativos a algumas dessas atividades encontram-se disponíveis na literatura e podem ser utilizados ajustando-se os mesmos para a massa corporal dos sujeitos incluídos neste estudo. Os valores relativos à taxa de gasto energético associada às diferentes atividades, com os resultados da amostragem de alocação de tempo, estão sendo empregados para o cálculo do dispêndio energético diário.

Uma vez que os itens alimentares foram pesados (antes e depois de processados) e que, para alguns deles, os valores nutricionais já se encontram disponíveis na literatura (ver Dufour, 1988, p.ex.), é possível dar conta do fluxo energético do grupo doméstico. Isso permite, em primeira instância, estimar se os recursos alimentares produzidos são suficientes para se suprir os gastos envolvidos nas atividades de subsistência e sociais.

As diferenças nas condições nutricionais resultantes da *disponibilidade sazonal* de itens da dieta (maior ou menor disponibilidade de alimentos, como carne e frutas, em alguns meses do ano) foram detalhadas com a elaboração de calendários relativos ao ciclo anual para o baixo, médio e alto Tiquié. Nesses calendários, constam as estações de produção das frutas plantadas e coletadas, de migração e desova de diversas espécies de peixes, das enchentes e vazantes dos rios (que define a produção dos igapós e o acesso de vários animais de caça à beira dos rios), as épocas de coleta de diferentes insetos e assim por diante.

As informações conseguidas nessa esfera de análise articulam-se aos resultados de investigações das concepções nativas acerca das fases de desenvolvimento da pessoa, a visão que têm da situação nutricional, bem como as representações socioculturais ligadas à alimentação (lógica das restrições e prescrições alimentares, simbólica da alimentação, entre outras), produzindo um quadro mais amplo.

Essa pesquisa foi desenvolvida em nove comunidades selecionadas. A *seleção dos povoados* que participaram do projeto foi feita para dar conta da diversidade social e ecológica presente nesse rio, considerando algumas variáveis que os diferenciam, por razões ambientais e socioeconômicas. Foram enfatizadas as grandes diferenças ecossistêmicas (igapó/caatinga, terra-firme/caatinga, igapó/terra-firme); entre os dois principais conjuntos etnográficos (Tukano Oriental e Maku) e entre formas de ocupação do território. Nesse contexto e na interface entre essas variáveis, estão algumas características que têm influência direta na organização do trabalho e nos sistemas produtivos: (i) maior e menor disponibilidade de peixe; (ii) maior e menor disponibilidade de terras altas e cultiváveis; (iii) maior e menor acesso e integração nas redes de comércio de bens e alimentos industrializados; (iv) moradores do curso principal do rio (parte navegável e de mais fácil acesso) e moradores dos igarapés e de áreas encachoeiradas; (v) dimensão do povoado (até 25, 26-60, 61-100, +101 habitantes).

A pesquisa foi desenvolvida de maneira participativa, realizada com um grupo de dez pesquisadores indígenas, que foram treinados em práticas de pesquisa e para se tornarem uma equipe de frente na implementação de um sistema de *vigilância nutricional* para a região do Rio Tiquié. Vários encontros

entre os pesquisadores do projeto, realizados no Tiquié, abordaram temas pertinentes: medidas antropométricas e interpretação, noções de nutrição, composição dos alimentos (macronutrientes), manejo dos recursos naturais, matemática instrumental, metodologia de pesquisa. Os pesquisadores indígenas participaram de todas as etapas da pesquisa, incluindo o acompanhamento e registro das atividades e dos alimentos produzidos. A contribuição foi decisiva no momento de localizar famílias dispostas a serem acompanhadas, explicando-se às famílias e comunidades os objetivos e procedimentos de pesquisa, assim como na discussão de resultados preliminares, identificação dos problemas e adequação de estratégias de pesquisa.



Foto: Alosio Cabalzar/SA

Joana Monteiro, Hupdá do médio Tiquié, em seu trabalho do dia-a-dia.



## Resultados alcançados

Os resultados finais deste projeto estão baseados em pesquisa de campo intensa entre as comunidades indígenas do rio Tiquié, terra indígena Alto Rio Negro. Foram realizadas seis etapas de campo, durante um período de dois anos, resultando num extenso conjunto de dados, que estão sendo sistematizados e analisados gradualmente. Seguem alguns dos resultados preliminares.

### 1. Diagnóstico da situação nutricional no rio Tiquié

*Ressalva:* na avaliação nutricional de populações locais, foram utilizadas as referências internacionais de padrões de crescimento, segundo recomendação da OMS (WHO, 1983, 1995) de utilização da referência de crescimento desenvolvida pelo NCHS, qualquer que seja a composição étnica da população. Essa recomendação baseia-se no reconhecimento de que, embora evidente que as dimensões corporais das crianças e adolescentes sejam consideravelmente influenciadas pelo genótipo, o próprio genótipo não é impermeável à ação ambiental externa, sendo largamente regulado pelo estado nutricional do indivíduo. Tudo indica que o papel desempenhado pelos fatores genéticos, isoladamente, é substancialmente menor do que aquele dos fatores ambientais.

Nessa avaliação nutricional, adotou-se a estratégia de inclusão de mais do que uma classe de indicadores antropométricos para apoiar inferências acerca do estado nutricional dos indivíduos, analisando tanto o crescimento linear, como também a composição corporal. A avaliação morfológica também foi amparada por uma avaliação funcional.

#### Interpretação dos indicadores antropométricos

Os padrões morfológicos apresentados pelas crianças e pelos adolescentes estudados indicam que esses indivíduos possuem dimensões corporais reduzidas em comparação com outras populações. Alguns resultados apontam para taxas de *prevalência de "stunting"*, nas populações em consideração, atingindo os dois conjuntos étnicos principais (Tukano Oriental e Maku).

Crianças pertencentes a estes grupos Tukano Oriental e Maku apresentam *peso corporal reduzido* quando comparados às referências internacionais. Por outro lado, caracterizam-se pela *baixa prevalência de "wasting"*, conforme indicado pelos níveis adequados do índice de *peso-por-altura*. A constatação desses dois fenômenos que aparecem numa mesma população indica a ocorrência de altos níveis de inadequação nutricional crônica de longo prazo, combinada a níveis reduzidos de desnutrição aguda, isto é, ocorrendo no presente ou passado imediato. Este padrão não é estranho a outros povos amazônicos, como demonstram outros estudos envolvendo avaliação nutricional. Situações similares foram relatadas para os Shipibo do Peru Oriental (Hodge & Dufour, 1991), Yanomami (Holmes, 1985), Tupi-Mondê (Santos & Coimbra, 1991) e outras populações (revisão em Dufour, 1994).

O índice de *altura-por-idade* é reflexo da taxa de crescimento ao longo do tempo. Os valores reduzidos do índice de altura-por-idade representam uma lenta, mas sempre presente, inadequação nutricional ou a experiência contínua de condições ambientais desfavoráveis, particularmente, aquelas associadas à ocorrência de infecções crônicas. Esse índice é um indicador inespecífico, apontando para causas gerais de qualidade de vida.

O índice de *peso-por-altura*, para as crianças, é um indicador de condições nutricionais presentes, sendo que, para os adolescentes, esse papel é desempenhado por outro índice antropométrico, o índice de massa corporal (IMC). Uma vez que esses indicadores estão normais para as crianças e os adolescentes, os resultados poderiam ser interpretados como mostrando que, para esses grupos etários, as condições nutricionais imediatas são adequadas. Tal conclusão direta é desautorizada quando os outros índices antropométricos, relacionados com o estado nutricional imediato, são considerados. Os parâmetros envolvidos na representação da *composição corporal*, tanto para as crianças como para os adolescentes, também apresentaram valores inferiores àqueles da referência. A observação mais minuciosa das variáveis de composição corporal revela que os déficits atingem tanto a formação muscular como a adiposa, sendo as populações Maku as mais afetadas.

A localização exata dos processos responsáveis pela insuficiência nutricional e as perturbações morfológicas observadas é uma tarefa difícil. Tais fenômenos se devem, em geral, a causas múltiplas, interagindo de forma complexa. Alguns fatores podem ser excluídos, outros considerados pertinentes, a partir das análises dos dados coletados durante a pesquisa.

a) Não há evidência de escassez natural de recursos. Em geral, as deficiências nutricionais encontradas não decorrem de limitações na ingestão alimentar, pois tanto em relação à quantidade









# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## Pesquisa sobre Ecossistemas Amazônicos

### Projeto: Diversidade genética e fluxo gênico de espécies florestais amazônicas de alto valor econômico

- BRONDANI, R.P.V.; BRONDANI, C.; TARCHINI, R.; GRATTAPAGLIA, D. 1998. *Development, characterization and mapping of microsatellite markers in Eucalyptus grandis and E. urophylla*. Theoretical Applied Genetics, 97: 816-827.
- COLLEVATTI, R.G.; BRONDANI, R.V.; GRATTAPAGLIA, D. 1999. *Development and characterization of microsatellite markers for genetic analysis of a Brazilian endangered tree species Caryocar brasiliense*. Heredity, 83: 748-756.
- DEMASURE, D.; SODZI, N.; PETIT, R.J. 1995. *A set of universal primers for amplification of polymorphic non-coding regions of mitochondrial and chloroplast DNA in plants*. Molecular Ecology, 4:129-131.
- FERREIRA, M.E.; GRATTAPAGLIA, D. 1998. *Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética*. 3ª edição. Brasília (Embrapa-Cenargen). 222p.
- FORSTER, P.; BANDEL, H.J.; ROHL, A. et al. 2000. Network 3.1.1.0. *Software available at www.fluxus-engineering.com*. Fluxus Technology Ltda.
- GOODMAN, S.J. 1997. *R<sub>ST</sub> CALC: a collection of computer program for calculating estimates of genetic differentiation from microsatellite data and determining their significance*. Molecular Ecology, 6: 881-885.
- HAMILTON, M.B. 1999. *Four primer pairs for the amplification of chloroplast intergenic regions with intraspecific variation*. Molecular Ecology, 8: 513-525.
- LEMES M.R.; BRONDANI R.P.V.; GRATTAPAGLIA D. 2002. *Multiplexed systems of microsatellite markers for genetic analysis of mahogany, Swietenia macrophylla King. (Meliaceae), a threatened Neotropical timber species*. Journal of Heredity, 93: (in press).
- RAYMOND, M.; ROUSSET, F. 1998. *Genepop (version 3.1c) an updated version of Genepop V1.2 (1995): population genetics software for exact tests and ecumenicism*. Journal of Heredity, 86: 248-249.
- TABERLET, P.; LUDOVIC, G.; PAUTOU, G.; BOUVET, J. 1991. *Universal primers for amplification of three non-coding regions of chloroplast DNA*. Plant Molecular Biology, 17: 1105-1109.
- THOMPSON, J.D.; HIGGINS, D.G.; GIBSON, T. J. 1994. *CLUSTAL W: improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choice*. Nucleic Acids Research, 22: 4673-4680.

### Projeto: As interações entre savanas e florestas na Amazônia e sua importância para a biodiversidade

- MAGNUSSON, W.E.; SANAIOTTI, T.M.; LIMA, A.P.; MARTINELLI, L.A.; VICTÓRIA, R.; ARAÚJO, M.C.; ALBERNAZ, A.L. 2002. *A comparison of Delta 13C ratios of surface soils in savannas and forests in Amazonia*. Journal of Biogeography 29 857-863.
- ALBERNAZ, A.L.K.; MAGNUSSON W.E.; CINTRA R.; LIMA A.; SANAIOTTI T. 2002. *A implantação e o zoneamento de uma Unidade de Conservação de uso direto: aspectos sociais, científicos e políticos*. Ciência e Cultura (no prelo).
- ALBERNAZ, A. L.; VASCONCELOS H.L.; CINTRA R.; MAGNUSSON W.E.; LIMA A.; BERNARD E.; OLIVEIRA S.N.; FARIA A. 2002. *O uso de levantamentos ecológicos rápidos na seleção sistemática de áreas protegidas*. Resumos do V Congresso de Ecologia do Brasil pp. 346. Porto Alegre, RS.
- BERNARD, E.; ALBERNAZ, A.L.K.; MAGNUSSON W.E. 2001. *Diversity of bats species in three sites in the amazon basin*. Studies on Neotropical Fauna and Environment.
- CINTRA, R. SANAIOTTI T.; MAGNUSSON W. *Fire effects on composition and structure of a bird community in a brazilian amazonian savanna*. (Ecotropica).
- DELABIE, J.H.C.; VASCONCELOS, H.L.; VILHENA, J.M.S.; AGOSTI, D. 2000. *First record of the ant genus Probolomyrmex (Hymenoptera: Formicidae: Ponerini: Platythyreini) in Brazil*. Revista de Biología Tropical (Costa Rica) 48 (4), in press.
- FARIA, A.S.; LIMA, A.P.; MAGNUSSON, W.E. *The effects of fire on densities and behavior of three lizard species in an Amazonian savanna (Copeia)*.
- FRANKLIN, E.F.; WOAS, S. 2002. *Oribatídeos (Acari: Oribatida) como elementos e grupos faunísticos em solos da região neotropical*. In: História natural, Ecologia e Conservação de Algumas Espécies de Plantas e Animais da Amazônia. (Ed. R.Cintra), Universidade do Amazonas, Manaus (no prelo).



- LAYME, V.M.G.; LIMA, A.P.; MAGNUSSON, W.E. 2002. *Effects of fire, food, and vegetation on the distribution of the rodent *Bolomys lasiurus* in an Amazonian Savanna* (submetido Journal Tropical Ecology).
- MAGNUSSON, W.; LIMA, A.P.; FARIA, A.S.; VICTORIA, R.; MARTINELLI, L.A. *Size and carbon acquisition in lizards from Amazonian savanna: evidence from isotope analysis*. Ecology 82(6): 1772-1780.
- SANAIIOTTI, T.; CINTRA, R. 2001. *Breeding and Migrating Birds in an Amazonian Savanna*. 2001. Studies on Neotropical Fauna and Environment 36: 23-32.

### Projeto: **Biodiversidade de primatas da Amazônia e seu uso em pesquisas médico-biológicas**

- BARROS, R.M.S.; NAGAMACHI, C.Y.; PIECZARKA, J.C. (1990). *Chromosomal evolution in *Callithrix emiliae**. Chromosoma 99: 440-447.
- BENAZZI, M. (1973). *Cytotaxonomy and evolution: general remarks*. In: Cytotaxonomy and Vertebrate Evolution. 1st ed. Vol. 1. (Eds: Chiarelli, AB; Capanna, E). Academic Press, Londres, 3-14.
- DANTAS, S.M.M.M.; BARROS, R.M.S. (1997). *Cytogenetic Study of the Genus *Saguinus** (Callitrichidae, Primates). *Revista Brasileira de Genética* 20 (4): 645-649.
- ELLIOT, M.V.; SEHGAL, P.H.; CHALIFOUX, L.V. (1976). *Management and breeding of *Aotus trivirgatus**. Laboratory Animal Science 26: 1037-1040.
- ELLSWORTH, J.A.; HOELZER, G.A. 1998. *Characterization of microsatellite loci in a New World primate, the mantled howler monkey (*Alouatta palliata*)*. Mol Ecol May;7(5):657-8.
- FERREIRA, M.E.; GRATTAPAGLIA, D. (1995). *Introdução ao uso de marcadores RAPD e RFLP em análise genética*. Embrapa – Cenargen, Documento 20. Brasília, D.F. 220 pp.
- HERSHKOVITZ, P. (1977). *Living New World Monkeys* (Platyrrhini). 1st ed. Vol. 1. The University of Chicago Press, Chicago. 1131 pp.
- HERSHKOVITZ, P. (1983). *Two new species of night monkeys, genus *Aotus** (Cebidae, Platyrrhini): *a preliminary report on *Aotus* taxonomy*. American Journal of Primatology 4: 209-243.
- LAHIRI, D.K.; NURNBERGER, JR. 1991. *A rapid non-enzymatic method for the preparation of HMW DNA from blood for RFLP studies*. Nucleic Acids Res Oct 11;19(19):5444
- MEDEIROS, M.A.A.; PIECZARKA, J.C.; NAGAMACHI, C.Y.; PONSÀ, M.; GARCIA, M.; GARCIA, F.; EGOZCUE, J.; BARROS, R.M.S. (1997). *Radiation and speciation of spider monkeys, genus *Ateles*, under the cytogenetic viewpoint*. American Journal of Primatology 42: 167-178.
- MITTERMEIER, R.A.; COIMBRA-FILHO, A.F.; VALLWE, C.N.C. (1984). *A conservação internacional de primatas, com ênfase nos primatas da mata Atlântica do Brasil*. In: A primatologia no Brasil. MT Mello (ed). Sociedade Brasileira de Primatologia.
- MITTERMEIER, R.A.; RYLANDS, A.B.; COIMBRA-FILHO, A.F. (1988). *Systematics, species and subspecies: an update*. In: Ecology and behavior of neotropical primates. RA Mittermeier, AB Rylands, AF Coimbra-Filho and GAB Fonseca (eds.). World Wildlife Fund. Washington, USA.
- NAGAMACHI, C.Y. (1995). *Chromosomal Relations and Phylogenetic and Phenetic Analyses In: Callitrichidae*. Neotropical Primates 3 (3): 88-89.
- NAGAMACHI, C.Y.; FERRARI, I. (1984). *Cytogenetic studies of *Callithrix jacchus** (Callitrichidae, Platyrrhini) *from two different sites in Brazil*. In: Morphologic variability of chromosome Y. *Revista Brasileira de Genética* VII (3): 497-507.
- NAGAMACHI, C.Y.; FERRARI, I. (1986). *Cytogenetic studies of *Callithrix jacchus** (Callitrichidae, Platyrrhini) *from two different sites in Brazil*. II. NOR on the Y chromosome. Mammalian Chromosomes Newsletter (27): 81-86.
- NAGAMACHI, G.Y.; PIECZARKA, J.C. (1988). *Chromosome studies of *Saguinus midas niger** (Callitrichidae, Primates) *from Tucuruí, Pará, Brazil: comparison with the karyotype of *Callithrix jacchus**. American Journal of Primatology 14 (3): 277-284.
- NAGAMACHI, C.Y.; PIECZARKA, J.C.; BARROS, R.M.S. (1990). *Cytogenetic studies of *Saguinus midas midas** (Callitrichidae, Primates) *from Jari, Brazilian Amazonia. Comparison with the karyotype of *Saguinus midas niger**. *Revista Brasileira de Genética* XIII (1): 89-96.
- NAGAMACHI, C.Y.; PIECZARKA, J.C.; BARROS, R.M.S. (1992). *Karyotypic comparison among *Cebuella pygmaea*, *Callithrix jacchus* and *Callithrix emiliae** (Callitrichidae, Primates) *and its taxonomic implications*. *Genetica* 85: 249-257.
- NAGAMACHI, C.Y.; PIECZARKA, J.C.; SCHWARZ, M.; PAIVA, M.C.; BARROS, R.M.S.; MATTEVI, M.S. (1994). *Karyotype of *Callithrix mauesi** (Callitrichidae, Primates) *and its relations with those of *C. emiliae* and *C. jacchus**. American Journal of Primatology 33: 309-315.





- NAGAMACHI, C.Y.; PIECZARKA, J.C.; BARROS, R.M.S.; SCHWARZ, M.; MUNIZ, J.A.P.C.; MATTEVI, M.S. (1996). *Chromosomal relationships and phylogenetic and clustering analyses on genus Callithrix, group argentata* (Callitrichidae, Primates). *Cytogenetics and Cell Genetics* 72 (4): 331-338.
- NAGAMACHI, C.Y.; PIECZARKA, J.C.; SCHWARZ, M.; BARROS, R.M.S.; MATTEVI, M.S. (1997a). *A comparative chromosomal study of five taxa of genus Callithrix, group jacchus* (Platyrrhini, Primates). *American Journal of Primatology* 41 (1): 53-60.
- NAGAMACHI, C.Y.; PIECZARKA, J.C.; SCHWARZ, M.; BARROS, R.M.S.; MATTEVI, M.S. (1997b). *Chromosomal similarities and differences between tamarins, Leontopithecus and Saguinus* (Platyrrhini, Primates). *American Journal of Primatology* 43: 265-276.
- NAGAMACHI, C.Y.; PIECZARKA, J.C.; SCHWARZ, M.; BARROS, R.M.S.; MATTEVI, M.S. (1999). *Chromosomal phylogeny of South American primates of the Callitrichidae family* (Platyrrhini). *American Journal of Primatology* 49: 133-152.
- PIECZARKA, J.C. (1994). *Cytogenetic studies in Neotropical Primates*. *Neotropical Primates* 2(3): 12-13.
- PIECZARKA, J.C. (1995). *Variability in Constitutive Heterochromatin in South American Primates*. *Neotropical Primates* 3 (3): 86-88.
- PIECZARKA, J.C.; MATTEVI, M.S. (1999). *Heterocromatina Constitutiva*. In: Duarte, F.A.M. (ed.). Série Monografias, N° 07. Sociedade Brasileira de Genética. Ribeirão Preto, SP, Brasil, pp. 185-225.
- PIECZARKA, J.C.; NAGAMACHI, C.Y. (1988a). *Cytogenetic studies of Aotus from eastern Amazonia: Y/Autosome rearrangement*. *American Journal of Primatology* 14 (3): 255-263.
- PIECZARKA, J.C.; NAGAMACHI, C.Y. (1988b). *The karyotype of Callicebus moloch moloch*. *Revista Brasileira de Genética* XI (3): 653-659.
- PIECZARKA, J.C.; BARROS, R.M.S.; NAGAMACHI, C.Y.; RODRIGUES, R.; ESPINEL, A. (1992). *Aotus vociferans X Aotus nancymai: sympatry without chromosomal hybridation*. *Primates* 33 (2): 239-245.
- PIECZARKA, J.C.; BARROS, R.M.S.; FARIA JR., F.M.; NAGAMACHI, C.Y. (1993). *Aotus from the southeastern amazon region is geographically and chromosomically intermediate between A. azarae boliviensis and A. infulatus*. *Primates* 34 (2): 197-204.
- PIECZARKA, J.C.; NAGAMACHI, C.Y.; BARROS, R.M.S. (1989). *The karyotype of Ateles paniscus paniscus* (Cebidae, Primates):  $2n = 32$ . *Revista Brasileira de Genética* XII (3): 543-551.
- PIECZARKA, J.C.; NAGAMACHI, C.Y.; BARROS, R.M.S.; MATTEVI, M.S. (1996). *Analysis of constitutive heterochromatin by in situ digestion with restriction enzymes in species of the group Callithrix argentata* (Callitrichidae, Primates). *Cytogenetics and Cell Genetics* 72 (4): 325-330.
- PIECZARKA, J.C.; NAGAMACHI, C.Y.; BARROS, R.M.S.; MUNIZ, J.A.P.C.; MATTEVI, M.S. (1998). *Analysis of constitutive heterochromatin of Aotus* (Cebidae, Primates) *by Restriction Enzyme and Fluorochromes*. *Chromosome Research* 6 (2): 77-83.
- PIECZARKA, J.C.; NAGAMACHI, C.Y.; BARROS, R.M.S.; SCHWARZ, M.; MATTEVI, M.S. (2000). *Characterization of constitutive heterochromatin of Callithrix geoffroyi* (Callitrichidae, Primates) *by Restriction Enzyme and Fluorochromes*. *Cytobios* 101: 161-172.
- RIEDY, M.F.; HAMILTON, W.J.III; AQUADRO, C.F. (1992). *Excess of non-parental bands in offsprings from known primate pedigrees assayed using RAPD-PCR*. *Nucleic Acid Research* 20: 918.
- SUMNER, A.T. (1990). *Chromosome Banding*. 1st ed. Vol. 1. Unwin Hyman Inc., London. XIV + 434 pp.
- WELSH, J.; MCCLELLAND, M. (1990). *Fingerprinting genomes using PCR with arbitrary primers*. *Nucleic Acid Research* 18: 7213-7218.
- WILLIAMS, J.G.; KUBELIK, A.R.; LIVAK, K.J.; RAFALSKI, L.A.; TINGEY, S.V. (1990). *DNA polymorphism amplified by arbitrary primers as useful as genetic markers*. *Nucleic Acid Research* 18: 6531-6535.

### Projeto: Dinâmica das interações bioecológicas e pulso de inundações em áreas alagáveis

- GOLTERMAN, H.L.; CLYMO, R.S.; OHNSTAD, M.A. 1978. *Methods for physical and chemical analysis of fresh waters*. 2nd ed. IBP Handbook n°8. Blackwell Scientific Publications, Oxford. Edinburgh London Melbourne. 214 p.
- GU, B.; SCHELSKE, C.L.; HOYER, M.V. 1996. *Stable isotopes of carbon and nitrogen as indicators of diet and trophic structure of the fish community in a shallow hypertrophic lake*. *J. Fish Biol.*, 49:1233-1243.
- JUNK, W.J.; OHLY, J.J.; PIEDADE, M.T.F.; SOARES, M.G.M. (eds.). 2000. *The Central Amazon Floodplain: Actual Use and Options for a Sustainable Management*. Backhuys Publishers b.V., Leiden, 584 p.
- MAIA, L.A.; PIEDADE, M.T.F. 2002. *Influência do pulso de inundação na fenologia foliar e conteúdo de clorofila em duas espécies da floresta de igapó da Amazônia Central-Brasil*. *Acta Amazonica* 32(1):55-64.



ZERM M.; ADIS J.; PAARRMAN, W.; AMORIM, M.A.; FONSECA, C.R.V. 2001. *On habitat specificity, life cycle and guild structure in tiger beetles of Central Amazônia (Brazil)* (Coleoptera:Cincidelidae). *Entomol Gener*, 25(2):141-154.

**Projeto: Contribui a floresta amazônica para o balanço global do carbono? Um estudo integrado ligando o seqüestro de carbono pela floresta à hidrologia e aos ciclos biogeoquímicos de nutrientes**

- ANDREAE MO. *et al*, *Biogeochemical cycling of carbon, water, energy, ...*, *J. Geophys. Res.*, 107, in press, 2002.
- ARAÚJO, A.C.; NOBRE, A.D.; KRUIJT, B.; ELBERS, J.A. *et al*. *Comparative measurements of carbon dioxide fluxes from two nearby towers...*, *J. Geophys. Res.*, 107(DX), in press, 2002.
- CHAMBERS, J.Q.; TRIBUZY E.S.; ARAÚJO, A.C.; KRUIJT, B.; NOBRE, A.D. *et al.*, *Respiration from a Tropical Forest Ecosystem...*, *Ecological Applications*, accepted, 2002.
- IPCC *Third Assessment Report, Climate Change, Scientific Basis*, 2001.
- GRACE, J.; LLOYD, J.; MCINTYRE, J.; NOBRE, C.A. *et al*. *Carbon-Dioxide Uptake by an Undisturbed Tropical Rain-Forest...* *Science* 270 (5237): 778-780, 1995.
- KRUIJT, B.; ELBERS, J.; VON RANDOW, C.; NOBRE, A.D. *et al*. *Aspects of the robustness in eddy...*, *Ecological Applications*, accepted, 2002.
- MALHI, Y.; NOBRE, A.D.; GRACE, J. *et al*. *Carbon dioxide transfer over a Central Amazonian rain forest* *J. Geophys. Res.*, 103 (D24): 31593-31612, 1998.
- MALHI, Y.; PEGORARO, E.; NOBRE, A.D. *et al*. *Energy and water dynamics of a central Amazonian rainforest*, *J. Geophys. Res.*, 107, in press, 2002.
- NOBRE, C.A.; NOBRE, A.D. *O balanço de Carbono da Amazônia Brasileira*, *USP Estudos Avançados* 16(45), 2002.
- PHILLIPS, O.L.; MALHI, Y.; HIGUCHI, N. *et al*. *Changes in the carbon balance of tropical forests...*, *Science*, 282 (5388): 439-442, 1998.
- SOTTA, E.D.; NOBRE, A.D.; MEIR, P. *et al*. *Soil CO<sub>2</sub> efflux in a central Amazon tropical forest*, *Agric. Forest Meteorol.*, submitted, 2002.
- SCHIMEL, D.; MELILLO, J.; TIAN, H.; MCGUIRE, A.D. *et al*. *Contribution of Increasing CO<sub>2</sub> and Climate...*, *Science*, 287: 2004-2006, 2000.

**Projeto: Efeitos da seca prolongada na Amazônia: quando a floresta torna-se inflamável?**

- GOLDAMMER, J.G. *Forests on fire*, *Science*, 284, 1782-1783, 1999.
- NEPSTAD, D.; CARVALHO G.; BARROS, A.C.; ALENCAR, A., CAPOBIANCO, J.P.; BISHOP, J.; MOUTINHO, P.; LEFEBVRE, P.; SILVA JR., U.L.; PRINS, E. 2001. *Road paving, fire regime feedbacks, and the future of Amazon forests*. *Forest Ecology; Management* 154: 395-404.
- NEPSTAD, D.C.; VERISSIMO A.; MOUTINHO, P.; NOBRE, C.. 2000. *Empobrecimento da floresta amazônica pela extração madeireira e pelo fogo: indo além das estimativas de desmatamento*. *Ciência Hoje* 27(157): 70-73.
- NEPSTAD, D.C.; VERÍSSIMO, A.; ALENCAR, A.; NOBRE, C.A.; LIMA, E.; LEFEBVRE, P.A.; SCHLESINGER, P.; POTTER, C.; MOUTINHO, P.R.D.S.; MENDOZA, E.; COCHRANE, M.A.; BROOKS, V. *Large-scale impoverishment of Amazonian forests by logging and fire*, *Nature*, 398, 505-508, 1999.
- MARIA DEL CARMEN *et al.*, 2002. *O prejuízo oculto do fogo: custos econômicos das queimadas e incêndios florestais na Amazônia*. Relatório disponível no website [www.ipam.org.br](http://www.ipam.org.br)
- TRENBERTH, K.E.; HOAR, T.J. 1997. *El Niño and climate change*, *Geophysical Research Letters*, 24, 3057-3060.

**Projeto: Avaliação da viabilidade de populações a longo prazo através da análise genômica: *Alouatta belzebul* (Primates, Platyrrhini), quinze anos depois da construção da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará)**

- AYRES, M.; AYRES, M.J.; AYRES, D.L.; SANTOS, A.S. 2000. *Bioestat 2.0 – Aplicações Estatísticas nas Áreas das Ciências Biológicas e Médicas*. Sociedade Civil Mamirauá, Tefé.
- CARVALHO, M.P. 2002. *Avaliação da tolerância à perturbação de habitat das populações de cuxiu-preto *Chiropotes satanas satanas* (Primates: Pitheciinae) em fragmentos florestais da região Tocantina na Amazônia oriental*. Dissertação de mestrado, UFPA.





- ELLSWORTH, J.A.; HOELZER, G.A. 1998. *Characterization of microsatellite loci a New World primate, the mantled howler monkey (Alouatta palliata)*. Molecular Ecology, 7: 657-666.
- FERRARI, S.F.; IWANAGA, S.; RAVETTA, A.L.; FREITAS, F.C.; SOUSA, B.A.R.; SOUZA, L.L.; COSTA, C.G.; COUTINHO, P.E.G. Dynamics of primate communities along the Santarém-Cuiabá highway in southern central Brazilian Amazonia. Em: *Primates in Fragments* (L.K. Marsh, ed.), Plenum Press, New York, no prelo.
- GAINES, M.S.; DIFFENDORFER, J.E.; TAMARIN, R.H.; WHITTAM, T.S. 1997. *The effects of Habitat Fragmentation on the Genetic Structure of Small Mammal Populations*. Journal of Heredity, 88: 294-304.
- GONÇALVES, E.C.; FERRARI, S.F.; SILVA, A.; COUTINHO P.E.G.; MENEZES, E.V.; SCHNEIDER, M.P.C. *Effects of habitat fragmentation on the genetic variability of silvery marmosets, Mico argentatus*. Em: *Primates in fragments* (L.K. Marsh, ed.), Plenum Press, N.Y. No prelo.
- GRATIVOL, A.D. 1998. *Effects of Forest fragmentation on the genetic variability of golden Lion Tamarins (Leontopithecus rosalia)*. Dissertação de Mestrado, American University. 44p.
- GUILLEMAUD, T.; STREIFF, R.; SERRÃO SANTOS, R.; AFONSO, P.; MORATO, T.; CANCELA, M.L. 2000. *Microsatellite Characterization in the Rainbow Wrasse Coris julis* (Pisces: Labridae). Molecular Ecology, 9: 631.
- LANDE, R. 1988. *Genetics and demography in biological conservation*. Science, 241: 1455-1459.
- LOPES, M.A.; FERRARI S.F. 2000. *Effects of human colonization on the abundance and diversity of mammals in eastern Brazilian Amazonia*. Conservation Biology, 14: 1658-1665.
- MARTINS, S.S. 2002. *Efeitos da fragmentação de habitat sobre a prevalência de parasitoses intestinais em Alouatta belzebul (Primates, Platyrrhini) na Amazônia Oriental*. Dissertação de Mestrado, MPEG/UFPA, Belém, PA.
- NIEVERGELT, C.M.; MUNDY, N.I.; WOODRUFF, D.S. 1998. *Microsatellite primers for genotyping common marmosets (Callithrix jacchus) and other callitrichids*. Molecular Ecology, 7, 1431-1439.
- PINA, A.L.C.B. 1999. *Dinâmica socioecológica em uma população silvestre de guaribas-das-mãos-ruivas (Alouatta belzebul) na Estação Científica Ferreira Penna, Pará*. Dissertação de mestrado, UFPA, Belém, PA.
- SANTOS, R.R. 2002. *Ecologia de cuxius (Chiropotes satanas) na Amazônia oriental: perspectivas para a conservação de populações fragmentadas*. Dissertação de mestrado, UFPA, Belém, PA.
- SCHNEIDER, M.P.C. 1988. *Variação protéica da Amazônia e seu significado evolutivo*. Tese de Doutorado, UFRGS, Porto Alegre, RS.
- SCHNEIDER, M.P.C.; BATISTA, C.G.; CARVALHO, D. et al. *Efeitos de fragmentação de habitat na genética de populações naturais. Em: Efeitos da fragmentação sobre a biodiversidade: recomendação de políticas públicas*. Ministério do Meio Ambiente. No prelo.
- YEH, F.C., YANG, R.C.; BOYLET, T. 1997. Popgene (version 1.32): *Software Microsoft window-based freeware for population genetic analysis*. University of Alberta, Canadá.

**Projeto: Uso da terra, dinâmica da paisagem e construção do espaço na Amazônia brasileira: análise comparativa e metodologia de monitoramento em área de fronteira agrícola.**

- PEREIRA, J.L.G.; BATISTA, G.T.; ROBERTS, D.A. *Reflectância de coberturas vegetais na Amazônia*. Anais do VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Sessão de Engenharia Florestal, Salvador, 14 a 19 de abril de 1996. (CD-ROM).
- FAMINOW, M.D. 1997. *Livestock – Deforestation Links*. Unpublished paper presented at the conference on Livestock and the Environment, Wagening, June 16-20.
- FEARNSIDE, P.M. 1989. *Deforestation and Agricultural Development in Brazilian Amazonia*. Interciencia 14(6, nov/dec.):19-27.
- HECHT, S.B. 1992. *Logics of Livestock and Deforestation: The Case of Amazonia*. pp. 7-24 in T. E. Downing, S. B. Hecht, H.A. Pearson and C. Garcia-Downing (eds.), *Development or Destruction: The Conversion of Tropical Forest to Pasture in Latin America*. Boulder, CO: Westview Press.
- MORAN, E.F., OSTROM, E.; RANDOLPH, J.C. 1998. *A Multilevel Approach to Studying Global Environmental Change in Forest Ecosystems*. Indiana University, Center for the Study of Institutions, Population and Environmental Change.
- SCHMINK, M.; WOOD, C.H. 1992. *Contested Frontiers in Amazonia*. New York: Columbia.
- SERRÃO, E.A.; TOLEDO, J.J. 1992. *Sustaining Pasture-based Production Systems for the Humid Tropics*. Pp. 257-280 in T. Downing, S. Hecht, H. Pearson and C Garcia-Downing (eds.), *Development or Destruction: The Conversion of Tropical Forest to Pasture in Latin America*. Boulder: Westview.



NIGEL, S.; SERRÃO E.A.; ALVIM, PT.; FALESI, I. 1995. *Amazonia: Resiliency and Dynamism of the Land and its People*. New York: United Nations Press.

### **Projeto: Impacto do desmatamento junto ao litoral atlântico da Amazônia**

COSTA, M.H.; FOLEY, J.A. 2000. *A Climate Version of the Regional Atmospheric Modeling System*. Journal of Climate, 13, 18-34.

FOLEY, J.A.; LEVIS, S.; COSTA, M.H.; CRAMER, W.; POLLARD, D. 2000 *A Climate Version of the Regional Atmospheric Modeling System*. Ecological Applications, 10, 1620-1632.

LEAN, J.; BUTTON, C.B.; NOBRE, C.A.; ROWNTREE, PR., 1996. *The simulated impact of Amazonian deforestation on climate using measured ABRACOS vegetation characteristics*. In: Gash, J.H.C., Nobre, C.A., Roberts, J.M., Victoria, R.L. (eds). Amazonian deforestation and climate. John Wiley & Sons, Chichester, Reino Unido, 549-576.

LISTON, G.E.; PIELKE, R.A. 2000. *A Climate Version of the Regional Atmospheric Modeling System*. Theor. Appl. Climatol., 66, 29-47.

MANZI, A.O.; PLANTON, S. 1996. *A simulation of Amazonian deforestation using a GCM calibrated with ABRACOS and ARME data*. In: Gash, J. H.C., Nobre, C.A., Roberts, J.M., Victoria, R.L. (eds). Amazonian deforestation and climate. John Wiley & Sons, Chichester, Reino Unido, 503-529.

NOBRE, C.A.; SELLERS, P.J.; SHUKLA, J. 1991. *Amazonian deforestation and regional climate change*. Journal of Climate, 4 (10), 957-988.

### **Projeto: Pesquisa e monitoramento participativos em áreas de conservação gerenciadas por populações tradicionais**

FARIAS, R.A. (CABORÉ); POSTIGO, A., DIAS, C.J.; RAMOS, R.M., ALMEIDA, M.W.B.; MELLO, T.F. *Aplicação de diários de caça como estratégia de monitoramento sócio-ambiental na Reserva Extrativista do Alto Juruá-AC*. Comunicação ao Primeiro Encontro da Anppas (Associação Nacional de Pesquisa em Pós-Graduação em Ambiente e Sociedade), Indaiatuba, SP-GT Biodiversidade e Recursos Naturais. De 06 a 09 de novembro de 2002

CUNHA, C.; MANUELA; ALMEIDA, M. (orgs.). 2002. *A Enciclopédia da Floresta*. São Paulo e Brasília, Cia. Das Letras, IBAMA e Secretaria da Amazônia, 2002.

CUNHA, C.; ALMEIDA, M. 2002. *Populações tradicionais e conservação ambiental*. Em: Capobianco, J.P. et.al. (org.) *Biodiversidade amazônica – avaliação e ações prioritárias para a conservação, uso sustentável e repartição de benefícios*. Estação Liberdade/Instituto Socioambiental, 2001, pp. 184-193.

CUNHA, C.; MANUELA; ALMEIDA, M. (orgs.). 2002 CUNHA, C. (orgs.). 2002

PÉREZ, R.; MANUEL; ALMEIDA, M.; DEWI, S.; LOZANO, E.C.; PUNTODEWO, A.; FRANCO M.P.; POSTIGO, A. *Conservation and Development in Amazonian Extractive Reserves: the case of Alto Juruá*. AMBIO. A Journal of the Human Environment. The Royal Swedish Academy of Science. (Aceito para publicação).

ALMEIDA, M. W. B. de 2002. *The Politics of Amazonian Conservation: The Struggles of Rubber Tappers*. *The Journal of Latin American Anthropology* 7(1):170-219, 2002

### **Projeto: Tecnologias inovadoras na agricultura familiar na Amazônia oriental, visando à sustentabilidade**

ODUM, H. T. *Environmental Accounting. Emergy and Environmental Decision Making*. John Wiley / Sons, Inc. New York, 370p. 1996.

RODRIGUES, G. S.; KITAMURA, P. C.; SÁ, T. D. A.; VIELHAUER, K. *Sustainability assessment of slash-and-burn and fire-free agriculture in Northeastern Pará, Brazil*. In: Biennial Emergy Research Conference: Theory and Application of the Emergy Methodology, Gainesville, 2001.

SOMMER, R. *Water and nutrient balance in deep soils under shifting cultivation with and without burning in the Eastern Amazon*. Göttingen, Cuvillier, p. 240. 2000.





## Tecnologias para o Desenvolvimento Sustentável da Amazônia

### Projeto: Desenvolvimento e avaliação participativa de sistemas agroflorestais

- ANÔNIMO, 1999. *Desenvolvimento e avaliação de sistemas agroflorestais para a Amazônia*. In: Ministério da Ciência e Tecnologia, Secretaria de Desenvolvimento Científico 1999. Resultados (Fase Emergencial e Fase 1), Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil, Subprograma de Ciência e Tecnologia. Brasília, DF: MCT, SDC: 249-263.
- FAO, 1987. *Especies forestales productores de frutas y otros alimentos, 3 Ejemplos de América Latina*. Estudio FAO Montes 44/3: 41-43.
- JORDAN, C.F. 1987. *Amazonian rain forests, ecosystem disturbance and recovery*. New York: Springer, 133p.
- PADOCH, C.; DE JONG, W. 1987. *Traditional agroforestry practices of native and ribereño farmers in the lowland Peruvian Amazon*. In: Gholz, H.L. Agroforestry: realities, possibilities and potentials. Dordrecht: Martinus Nijhoff: 179-194.
- SMITH, N.J.H.; DUBOIS, J.; CURRENT, D.; LUTZ, E.; CLEMENT, C. 1998. *Experiências agroflorestais na Amazônia brasileira: restrições e oportunidades*. Brasília: Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil, 120p.

### Projeto: Avaliação silvicultural, agrônômica e socioeconômica de sistemas agroflorestais em áreas desmatadas de ecossistemas de mata e cerrado de Roraima

- ARCO-VERDE, M.F. *Evaluación de la disponibilidad de nutrientes, tasa de descomposición y efectos de productos agroforestales sobre cultivos anuales utilizados en la Agricultura Orgánica*. Tesis M.Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 1998. 105 p.
- BUCKMAN, O.; BRADY, N.C. *Natureza e propriedades dos solos*. 4ª ed., Rio de Janeiro, 1976. 594p.
- FAGERIA, N.K.; STONE, L.F.; SANTOS, A.B. *Maximização da Eficiência de Produção das Culturas*. Brasília, Embrapa, 1999, 295p.
- FASSBENDER, H.W.; BORNEMISZA, E. *Química de suelos con ênfases em suelos de América Latina*. 2ª ed. ver. – San Jose, Costa Rica: IICA, 1987. 420p. (Colección Libros y Materiales Educativos).
- KASS, D.C.L. *Fertilidad de Suelos*. 1ª ed. EUNED. San José, Costa Rica, 1996. 232p.
- MAFONGOYA, P.L. *Multipurpose tree pruning as a source of nitrogen to maize (Zea mays L.) under semiarid conditions in Zimbabwe*. Thesis of PhD. Universidade da Florida, USA. 1995. 140 p.

### Projeto: Avaliação do potencial de sustentabilidade de sistemas agroflorestais em pequenas propriedades agrícolas na Amazônia

- ALFAIA, S.S.; SOUZA, L.A.G. 2002. *Perspectivas do Uso e Manejo dos Solos na Amazônia*. In: Araújo, Q.R. (ed.), 500 Anos de Uso do Solo no Brasil. Editora da UESC, Ilhéus, Brasil, pp. 311-327.
- ALFAIA, S.S.; RIBEIRO, G.A.; NOBRE, A.D.; LUIZÃO, F.J.; LUIZÃO, R.C. 2002. *Evaluation of soil fertility in smallholder agroforestry systems and pastures in Western Amazonia*. Agric. Ecosys. & Env. (enviado).
- ALFAIA, S.S.; AYRES, M.I.C.; E. BARROS, E. 2001. *Study of the dynamics of nitrogen from forest tree legumes in a Yellow Oxisol of Central Amazonia*. In: 11th Nitrogen Workshop. INRA, Reims, France, p. 269-270.
- BARROS, E.T. PIMENTEL, AYRES, M.I.C.; ALFAIA, S.S., 2001. *Mineralization of nitrogen from plant materials (rind of cupuassu and leaflet of pejibaye) in a Yellow Oxisol in Central Amazonia*. 11th Nitrogen Workshop. Reims (França), p. 41-42.
- DRESCH, P.M.; LUIZÃO, R.C.C.; ALFAIA, S.S. 2002. *Influência da Pueraria phaseoloides sobre a disponibilidade de nitrogênio mineral no solo em sistemas agroflorestais do Projeto Reça em Nova Califórnia – RO*. In: XXIV Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, Fertbio 2002. Rio de Janeiro-RJ, CD-ROM, 4p.
- FREITAS, M.S.; LUIZÃO R.C.C.; LUIZÃO, F.J. 2002. *Relação entre a quantidade de nutrientes da liteira sobre o solo, a biomassa microbiana e a disponibilidade de nutrientes nos sistemas agroflorestais (SAFs) do Projeto RECA*. In: XI Jornada de Iniciação Científica do Inpa, Manaus, Inpa. p. 62-63.
- LUIZÃO, R.C.C.; BARROS, E.; LUIZÃO, F.J.; ALFAIA, S.S. 2002. *Soil biota nutrient dynamics through litterfall in an agroforestry system in Rondonia, Amazonia, Brazil*. In: International Technical Workshop on Biological Management of Soil Ecosystems for Sustainable Agriculture, FAO/Embrapa, Londrina, Brasil, pp. 93-97.
- LUIZÃO, F.J.; LUIZÃO, R.C.C.; TAPIA-CORAL, S.; ALFAIA, S.S. 2002. *Estoques de liteira fina e nutrientes sobre o solo de sistemas agroflorestais com diferentes composições de espécies e idade*. In: IV Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, Ceplac, Ilhéus-BA, Brasil, CD-ROM, 4p.

- MOREIRA, F.W.; WILLERDING, A.L.; OLIVEIRA, L.A.; ALFAIA, S.S. 2002. *Ausência de microorganismos solubilizadores de fosfato e fungos micorrízicos arbusculares efetivos nas raízes de cupuaçuzeiros (Theobroma grandiflorum) no assentamento do RECA, Rondônia*. In: IV Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, Ceplac, Ilhéus-BA, Brasil, CD-ROM, 4p.
- NASCIMENTO, A.R.L.; LUIZÃO, F.; BARROS, E. *Diversidade e biomassa de macrodecompositores em sistemas agroflorestais do Projeto RECA em Rondônia*. In: XI Jornada de Iniciação Científica do Inpa, Manaus, Inpa. p. 50-51.
- NERY, D.M.S. 2002. *Estratificação vertical da infestação da broca-do-fruto-do-cupuaçuzeiro Conotrachelus aff. Humeropictus Fiedler, 1940 (Coleoptera; Curculionidae) em sistemas agroflorestais em Nova Califórnia, Rondônia*. Dissertação de Mestrado, Manaus, Inpa/Ufam, 85p.
- NEVES JÚNIOR, A.F.; BARROS, E. 2002. *Propriedades físicas de um latossolo e um cambissolo álico em sistemas agroflorestais do Projeto RECA na Amazônia Ocidental*. In: XI Jornada de Iniciação Científica do Inpa, Manaus, Inpa. p. 164-165.
- SILVA, N.M.; D'ÁVILA LOPES, M.C.; NERY, D.S. 2002. *Manejo integrado da broca-do-fruto-do-cupuaçuzeiro*. Cartilha de Difusão, Inpa/Ufam/PPD/PPG-7, Manaus, 15p.

### Projeto: Monitoramento, manejo e recuperação de paisagens no leste do Estado do Acre

- ALECHANDRE ROCHA, A. *Método rápido e prático para levantamento de recursos naturais por comunidades tradicionais*. Rio Branco, 2002. Dissertação (Mestrado) – Mestrado em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais da Universidade Federal do Acre.
- AMARAL, E.F.; ARAÚJO, E.A.; MELO, A.W.F.; RIBEIRO NETO, M.A.R.; SILVA, J.R.T.; SOUZA, A.N. *Solos e Aptidão Agroflorestal*. In: Acre. Governo do Estado do Acre. Zoneamento ecológico-econômico: indicativos para a gestão territorial do Acre. SECTMA, 2000a. 1v. p.37-49.
- \_\_\_\_\_; LIMA, M.V.O.; LUDEWIGS, T.; ANDRADE, A.C.; BARDALES, N.G.; MENESES-FILHO, L.C.L.; RECCO, R.D.; MELO, A.W.F.; AMARAL, E.F. *Avaliação do efeito da adubação fosfatada na distribuição do sistema da ingá-de-macaco (Inga coreacea), ingá-mirim (Inga fagifolia) e ingá-de-metro (Inga edulis) cultivadas em aléias no Estado do Acre*. III Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais. Novembro, Manaus, 2000. Resumo. Manaus, Embrapa, 2000b. p.45-7.
- \_\_\_\_\_; LIMA, M.V.O.; LUDEWIGS, T.; ANDRADE, A.C.; BARDALES, N.G.; MENESES-FILHO, L.C.L.; RECCO, R.D.; MELO, A.W.F.; AMARAL, E.F. *Distribuição dos sistemas radiculares de ingá-de-macaco (Inga coreacea), ingá-mirim (Inga fagifolia) e ingá-de-metro (Inga edulis) cultivadas em aléias sobre um argissolo amarelo plúntico no Estado do Acre*. III Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais. Novembro, Manaus, 2000. Resumo. Manaus, Embrapa, 2000c. p.144-6.
- BRILHANTE, M.O.; RODRIGUES, F.Q.; BRILHANTE, N.A.; PENEIREIRO, F.M.; LUDEWIGS, T.; FLORES, A.L.; SOUZA, J.F. *Avaliação da sustentabilidade de sistemas agroflorestais no Vale do Juruá – Estado do Acre*. In: IV Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais. Outubro, Ilhéus, 2000. Resumo. Ilhéus, CEPLAC, 2002. No prelo.
- BRILHANTE, N.A.; MITOSO, P.C. *Manejo de abelhas nativas como componentes agroflorestais por populações tradicionais do Estado do Acre*. In: IV Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais. Outubro, Ilhéus, 2000. Resumo. Ilhéus, Ceplac, 2002. No prelo.
- BRILHANTE, S.H.C. *Diagnóstico da Atividade Madeireira no Estado do Acre: quanto e como é explorado?* Rio Branco, 2001. Dissertação (Mestrado) – Mestrado em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais da Universidade Federal do Acre.
- BROWN, I.F.; KAINER, K.A.; ALECHANDRE, A.S.; AMARAL, E. *Extractive Reserves and Participatory research as factors in the biogeochemistry of the Amazon Basin*. In: McClain, M.E.; Victoria, R. L.; Richey, J. eds. The Biogeochemistry of the Amazon Basin. Oxford University Press, New York, 2001. p.122-38.
- \_\_\_\_\_; BRILHANTE, S.H.C.; MENDOZA, E.; OLIVEIRA, I.R. *Estradas de Rio Branco, Acre, Brasil aos Portos do Pacífico: como maximizar os benefícios e minimizar os prejuízos para o desenvolvimento sustentável da Amazônia Sul-Ocidental*. In: TIZÓN, A.W.; DUARTE, R.S.G. eds. La Integración Regional entre Bolivia, Brasil y Peru. CEPEI, Arequipa, 2002. p.281-96.

### Projeto: Crescimento e incremento de uma floresta de terra-firme manejada experimentalmente e ecofisiologia de suas espécies comerciais

- BIONTE. 1997. *Biomassa e Nutrientes Florestais*. Relatório Final. Convênio Inpa/DFID. 345p.
- GRAINGER, A. 1987. *Tropform: A Model of Future Tropical Timber Hardwood Supplies* In: Cintrafor Symposium in Forest Sector and Trade Models. University of Washington, Seattle.





- GUREVITCH, J.E.S.T.; CHESTER JR. 1986. *Analysis of Repeated Measures Experiments*. Ecology, 67(1):251-255.
- LANLY, J.P. 1995. *Sustainable Forest Management: Lessons of History and Recent Developments*. Unasylva, 182(46): 38-45.
- VON ENDE, C.N. 1993. *Repeated-Measures Analysis: Growth and Other Time-Dependent Measures In: Design and Analysis of Ecological Experiments* (editado por S.M. Scheiner e J. Gurevitch). pp.113-137.

### Projeto: Desenvolvimento de tecnologias para o manejo e o cultivo de açazais para produção de frutos

- KOURÍ, J.; FERNANDES, A.V.; LOPES FILHO, R.P. *O extrativismo do açaí na região do estuário do Rio Amazonas*. In: Congresso Brasileiro da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 39., 2001, Recife. Anais... Recife: Sober, 2001. 1 CD-ROM.
- QUEIROZ, J.A.L.; MOCHIUTTI, S. *Manejo de mínimo impacto para a produção de frutos em açazais nativos no Estuário Amazônico*. Macapá: Embrapa Amapá, 2001. 5p. (Embrapa Amapá, Comunicado Técnico 55).

### Projeto: Conservação e manejo do peixe-boi da Amazônia (*Trichechus inunguis*) em cativeiro

- RODRIGUES, Z.M.; DA SILVA, V.M.F.; D’AFFONSECA NETO, J.A. *Teste de fórmula láctea na alimentação de filhotes órfãos de peixe-boi da Amazônia (Trichechus inunguis)*. In: Manejo y Conservation de Fauna Silvestre em América Latina (Tula G. Fang, Olga L. Montenegro & Richard Bodmer Eds). 1999. Pp. 405-408.
- SILVA, V.M.F.; D’AFFONSECA NETO, J.A.; FARACO, Z.R.C.R.; MATTOS, G.E. *Conception and birth of the first Amazonian manatee Trichechus inunguis in captivity*. In: 13th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. 1999. Wailea, Maui, Hawaii. Ed. By The Society for Marine Mammalogy. P 34.
- SOUSA LIMA, R.S.; PAGLIA A.P.; FONSECA G.A. 1999. *Vocal discrimination of two species of manatees (Trichechus inunguis and T. manatus)*. In: Journal of The Acoustical Society of America. 106(4:2):2164.
- SILVA, V.M.F. *Conservação e manejo do peixe-boi da Amazônia (Trichechus inunguis) em cativeiro*. Pp. 213-232. In: Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil. Subprograma de Ciência e Tecnologia PPG7. 1999. Ministério da Ciência e Tecnologia. Secretaria de Desenvolvimento Científico, Brasília, DF.
- SILVA, V.M.F.; D’AFFONSECA NETO, J.A.; MATTOS, G.E.; LIMA, R.S.S. *Duração da lactação em peixe-boi da Amazônia (Trichechus inunguis): estudo de caso de filhote nascido em cativeiro*. In: 9a Reunion de Trabajo de Especialistas en Mamíferos Acuáticos de América del Sur y 3er Congreso de Solamac, 2000, Buenos Aires. Resúmenes de la 9a RT de Especialistas en Mamíferos Acuáticos. 2000. v.1. p.39.
- SOUSA LIMA, R.S.; SILVA, V.M.F. *Reconhecimento vocal específico em peixe-boi da Amazônia Trichechus inunguis*. In: 9a Reunion de Trabajo de Especialistas en Mamíferos Acuáticos de América del Sur y 3er Congreso de Solamac, 2000, Buenos Aires. Resúmenes de la 9a RT de Especialistas en Mamíferos Acuáticos de la América del Sur. 2000. v.1.p.127-127.
- SOUSA LIMA, R.S.; SILVA, V.M.F. 2000. *Lack of species-specific vocal recognition in Amazonian manatees – Trichechus inunguis*. In: Journal of The Acoustical Society of America. 108(5:2):2542.
- SOUSA LIMA, R.S.; SILVA, V.M.F. *Lack of species-specific vocal recognition in Amazonian manatees – Trichechus inunguis*. In: 140th Meeting of the Acoustical Society of America & Noise-Com. 2000, Newport Beach – CA.
- ROSAS, F.C.W.; SILVA, V.M.F.; SOUSA-LIMA, R.S.; MATTOS, G.E.; D’AFFONSECA NETO, J.A. 2001. *Adoption and growth of a captive Amazonian manatee (Trichechus inunguis) calf*. Abstracts of the XIV Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Vancouver, Canada, November 28 – December 3, 2001, p. 183.
- D’AFFONSECA NETO, J.A.; ROSAS, F.C.W.; SILVA, V.M.F.; SALEM, J.I.; MARQUES, H.O. *Caso de abscesso em peixe-boi da Amazônia, Trichechus inunguis*. Resumos 53º Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC). Salvador, Bahia, 15-18 julho, 2001, p. 82.
- D’AFFONSECA NETO, J.A.; LAZZARINI, S.M.; SILVA, V.M.F.; SOUSA-LIMA, R.S.; PICANÇO, M.C.L.; ROSAS, F.C.W.; MATTOS, G.E. 2002. *Health history of captive Amazonian Manatees in Brazil*. Florida Marine Mammal Health Conference, Gainesville, 04-07 april, 2002, USA.
- SOUSA LIMA, R.S.; SILVA, V.M.F. *Four-year consistency in individual vocal patterns of Trichechus inunguis*. 2002. Abstracts of the XIV Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Vancouver, Canada, November 28 – december 3, 2001, p. 201.
- SOUSA LIMA, R.S.; PAGLIA, A.P.; FONSECA, G.A.B. *Signature information and individual recognition in the isolation calls of Amazonian manatees, Trichechus inunguis*. 2002. Animal Behaviour, 2002, 63.:301-310.



- SOUSA LIMA, R.S. *Ontogeny of individually distinct vocal patterns in manatee*. 2002. Abstracts of the XIV Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Vancouver, Canada, november 28 – december 3, 2001.
- D’AFFONSECA NETO, J.A.; ROSAS, F.C.W; MATTOS, G.E; SILVA, V.M.F; MARQUES, H.O. *Hematologia do peixe-boi da Amazônia* (*Trichechus inunguis*). 2002. 10ª Reunião de Especialistas em Mamíferos Aquáticos da América do Sul e 4º Congresso SOLAMAQ. 14-19 de outubro 2002, Valdivia, Chile. Resumos, p. 72.
- NASCIMENTO, C.; OLIVEIRA, C.A.; SILVA, V.M.F; D’AFFONSECA NETO, J.A. *Estimativa do período de gestação em fêmeas de peixe-boi da Amazônia* (*Trichechus inunguis*), mantidas em cativeiro, com base nos níveis plasmáticos de progesterona. 10ª Reunião de Especialistas em Mamíferos Aquáticos da América do Sul e 4º Congresso SOLAMAQ. 14-19 de outubro 2002, Valdivia, Chile. Resumos, p. 41.
- CANTANHEDE, A.M.; SILVA, V.M.F; ALVES-GOMES, J. *Filogeografia de Trichechus inunguis Natterer, 1883* (Mammalia, Sirenia) na Amazônia Brasileira. 2002. 10ª Reunião de Especialistas em Mamíferos Aquáticos da América do Sul e 4º Congresso Solamaq. 14-19 de outubro 2002, Valdivia, Chile. Resumos, p. 66.
- RODRIGUES, F.R.; SILVA, V.M.F; MARQUES, J.F; LAZZARINI, S.M. *Características anatômicas e histológicas do aparelho reprodutor feminino de Trichechus inunguis (Natterer, 1883) (Mammalia, Sirenia)*. 2002. 10ª Reunião de Especialistas em Mamíferos Aquáticos da América do Sul e 4º Congresso SOLAMAQ. 14-19 de outubro 2002, Valdivia, Chile. Resumos, p. 111.

**Projeto: Domesticação de germoplasma de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) MacVaugh) para uso em agroindústria na Amazônia**

- CALIRI, G.J.A. *Estudos ficológicos e seleção de matrizes em quatro procedências de camu-camu silvestre (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh) da região Amazônica, para uso em sistemas agroflorestais*. Manaus, Inpa/UA, 2002. 58p. (dissertação de mestrado).
- PEREIRA, B.G. *Produção de mudas de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh) por estaquia com diferentes posições e tipo de estaca*. Manaus, UA, 2002. 40p. (trabalho de monografia).
- SOUZA, C. M. *Caracterização ficológica, agrônômica e nutricional de 12 acessos de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh) provenientes do rio Uatumã para fins agroflorestais*. Manaus, Inpa/UA, 2002. 51p. (dissertação de mestrado).
- YUYAMA, K.; AGUIAR, J.PL.; YUYAMA, L.KO. *Camu-camu: um fruto fantástico como fonte de vitamina C*. Acta Amazônica, v.32, n.1, p.169-174, 2002.
- YUYAMA, K.; AGUIAR, J.PL.; YUYAMA, L.K.O.; SILVA, I.A. *Variabilidade genética de camu-camu silvestre na Amazônia*. In: Simpósio de Recursos Genéticos para América Latina e Caribe, 3. Anais... Londrina, Iapar, 2001. p.459-461.

**Projeto: Caracterização, processamento e utilização da pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth), do açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) e do cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal)**

- AOAC. *Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis*. 17ª ed., 1995;1141p.
- ARNAUD, J.; FORTIS, I.; BLACHIER, S.; KIA, D.; FAVIER, A. *Simultaneous determination of retinol, a-tocopherol and B-carotene in serum by isocratic high-performance liquid chromatography*. J. Chrom. 1991; 572: 103-116.
- ASPNG. Rapid enzymatic assay of insoluble and soluble dietary fiber. J. Agric. Food Chem. 1983; 31: 476-482.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análises de alimentos*. São Paulo, v.1, 1975. 533 p.
- RODRIGUEZ, D.B.; RAYMUNDO, L.C.; TUNG-CHENG LEE; SIMPSON, K.L.; CHICHESTER, C.O. *Carotenoid pigment changes in ripening *Monordia charantia* fruits*. Ann. Bot. 1976; 40: 615-624.
- SILVA FILHO, D.F; NODA, H.; PAIVA, W.; YUYAMA, K.; BUENO, C.R.; MACHADO, F.M. *Hortalças não convencionais nativas e introduzidas na Amazônia*. In: *Dois décadas de contribuições do Inpa à pesquisa no Tropicó Úmido*. Hiroshi Noda, Luiz Augusto de souza, Ozório José de Menezes Fonseca. Manaus:Inpa. P. 19-58, 1997.
- YUYAMA, L.K.O.; AGUIAR, J.PL.; MACEDO, S.H.M.; GIOIA, T.; YUYAMA, K.; FAVARO, D.I.T.; AFONSO, C.; VASCONCELLOS, M.B.A.; COZZOLINO, S.M.F. *Determinação de elementos minerais em alimentos convencionais e não convencionais da região amazônica pela técnica de análise por ativação com neutrons instrumental*. Acta Amazônica, v. 27, n.3., p.183-90, 1997.





## Melhoria da Qualidade de Vida na Região Amazônica

### Projeto: **Malária e ecossistemas amazônicos: dinâmica de transmissão, vetores e controle**

- DEANE, L.M.; CAUSEY, O.R.; DEANE, M.P. 1948. *Notas sobre a biologia dos anofelinos das regiões nordestina e amazônica do Brasil*. Rev. Serv. Esp. Saúde Publ. 1: 827- 965.
- DEANE, L.M. 1986. *Malaria vectors in Brazil*. Mem. Inst. Oswaldo Cruz 81 (suppl. II): 5-14.
- TADEI, W.P.; DUTARY-THATCHER, B.; SANTOS, M.M.J.; SCARPASSA, V.M.; RODRIGUES, I.B.; RAFAEL, M.S. 1998. *Ecologic observations on anopheline vectors of malaria in the brazilian amazon*. Am. J. Trop. Med. Hyg., 59(2): 325-335.
- TADEI, W. P.; DUTARY-THATCHER, B. 2000. *Malaria vectors in the Brazilian Amazon: of the subgenus Nyssorhynchus (I)*. Rev. Inst. Med. Trop S. Paulo, 42: 87-94.

### Projeto: **Uso de plantas medicinais no atendimento de saúde básica das comunidades rurais**

- ALBUQUERQUE, J.M. *Cultivo de plantas medicinais de uso popular*. Brasília: Ministério da Educação. Secretaria Geral. FCAP Abeas, 1989.
- BRUNNER, L.S.; SUDENTH, D.S. *Nova prática de enfermagem*. 3ª ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1985.
- CARDOSO, M.O. *Hortaliças não-convencionais da Amazônia*. Mauéis: Embrapa. CPAA, 1997.
- CORRÊA, A.D.. *Plantas medicinais do cultivo a terapêutica*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Vozes, 1998.
- MARTINS, J.E.C. *Plantas medicinais de uso na Amazônia*. 2ª ed. Belém: Cejup, 1989.
- PENNA, D.O. *Guia prático de diagnóstico e tratamento compêndio*. São Paulo: Biogalênica Química Farmacêutica, 1985.
- PIMENTEL, A.; PANTOJA A.M. *Cultivo de plantas medicinais na Amazônia*. Belém: FCAP. Serviço de Documentação e Informação, 1994.
- RUBENSTEIN, D.; WAYNE, D. *Conceitos básicos em clínica médica*. São Paulo: Organização Andrei, 1980.
- SCHECHTER, M.; MARANGONI, D.V. *Doenças infecciosas, conduta diagnóstica e terapêutica*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1994.
- WILLIAMS, S.R.; GARCEZ, R.M. *Fundamentos de nutrição e dietoterapia*. 6ª ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DA AMAZÔNIA LEGAL, Secretária de Coordenação da Amazônia, GTA – Grupo de Trabalho Amazônico e Sebrae – Serviço Brasileiro de Apoio às Micros e Pequenas Empresas. *Produtos potenciais da Amazônia Andiroba*, 1998.
- CLAY, J.W.; SAMPAIO, P.T.B.; CLEMENT, C.R. *Biodiversidade Amazônica, Exemplos e Estratégias de Utilização*, Inpa-Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Co-Edição Sebrae-Manaus, 1999.
- ROBINEU, L. G. (ed.). *Farmacopéia vegetal caribenha*, Primeira Edição-Tramil, Santo Domingo, 1996.
- MATOS, F. J.A. *Plantas Medicinais – Guia e Emprego de Plantas Usadas em Fitoterapia no Nordeste do Brasil*, Imprensa Universitária – UFC, 2ª Edição, Fortaleza, 2000.
- GREMEND, P.; MORETTI, C.; JACQUEMIN, H. *Pharmacopées traditionnelles en Guyane Créoles*, Palikur, Wayãpi. Editions de l'ORSTOM, Paris, 1987.
- CÔRREA, M.P. *Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas, Volume I*, Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro, 1978.



